



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO

INSTITUTO DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA

CENTRO DE INVESTIGACIONES QUÍMICAS

**“DESARROLLO DE UNA PASTA LAMINADA PARA RECUBRIR
PRODUCTOS DE PASTELERÍA Y REPOSTERÍA”**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

QUÍMICO EN ALIMENTOS

PRESENTAN:

**ANGÉLICA SARAÍ JIMÉNEZ OSORIO
KRISTEL PÉREZ VELÁZQUEZ**

ASESORES:

**Dra. JUDITH JAIMEZ ORDAZ
Dr. CARLOS ALBERTO GÓMEZ ALDAPA**

Lugar donde se realizó la Investigación

Esta Investigación fue elaborada en el Centro de Investigaciones Químicas, en el laboratorio de Alimentos I y II. Algunos análisis se llevaron a cabo en la Unidad Central de Laboratorios en el laboratorio de Usos Múltiples y en el CICyTA (Centro de Investigación en Ciencia y Tecnología de Alimentos) de la UAEH.



Dedicatorias

A Dios, por permitirme vivir cada día y darme cada día una nueva oportunidad para lograr todo lo que me propongo

A mis Padres: por inculcarme los valores y principios que me acompañaran a lo largo de mi vida

A mi hermano: por su gran ejemplo ya que gracias a él me di cuenta de que nada es imposible

A Sara: por su apoyo incondicional en todo momento

A Lorena y Blanca: por que gracias a ellas comprendi el verdadero significado de la palabra "amistad"

Kristel Pérez Velázquez

Dedicatorias

A Dios, por que simplemente Él es mi fortaleza y la razón de mi vivir

A mis Padres, quienes siempre me han dado el mejor ejemplo para salir adelante y han sostenido todos mis estudios

A Darlene, mi nena hermosa quien es una razón más para superarme

A mi familia, quienes siempre me apoyan en todo lo que hago

Saraí Jiménez

Agradecimientos

A la Dra. Judith por todo su apoyo y consejos para la realización de este trabajo

A el Dr. Carlos por proporcionarnos una visión mas amplia de lo que podíamos realizar

A la Dra. Elizabeth

A la Dra. Norma Guemes por su ayuda en lo referente al análisis TPA

A la Dra. Clara Pérez Zúñiga por las facilidades otorgadas para el desarrollo de esta investigación

Kristel Pérez

Agradecimientos

Primeramente a Dios

Porque Él da la sabiduría, Y de su boca viene el conocimiento y la inteligencia

A mis padres

Porque desde pequeña me han enseñado 6 aspectos importantes que día a día debía poner en práctica: visión, esfuerzo, dedicación, entrega, rechazar la mediocridad y salir adelante

A la Dra. Judith

Por su tiempo invertido en el proyecto, sus asesorías y su plena disponibilidad en todo momento

Al Dr. Carlos

Por aclararnos el panorama y apoyarnos en este proyecto

A la Dra. Liz

Por su disponibilidad en toda situación

A la Dra. Norma

Por su gran asesoría en el área de Textura y permitir el acceso a los equipos necesarios

A mi hermana Mary

Porque es ella mi mayor asesora en todo lo que emprendo

A mi hermana Ady

Por su colaboración en el diseño de la tesis

A mi amiga Kristel

Porque siempre me ha mostrado su apoyo incondicional y se que esto apenas es el principio de grandes proyectos

A Claudia Soberanes

Por su asesoría en los el área de costos y por abrirnos el panorama empresario

A mis amigas Lorena y Blanca

Por su verdadera amistad y apoyo en toda situación

Y a todos aquellos quienes se han interesado en el proyecto y me han mostrado su apoyo...

¡Gracias!

Saraí Jiménez

CONTENIDO

ÍNDICE DE FIGURAS Y GRÁFICOS

ÍNDICE DE TABLAS

1. INTRODUCCIÓN	1
<hr/>	
2. ANTECEDENTES	2
<hr/>	
2.1. HISTORIA DE LA INDUSTRIA DE LA PASTELERÍA Y CONFITERÍA: LA INFLUENCIA DEL AZÚCAR	2
2.2. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LOS PRODUCTOS DE PASTELERÍA Y CONFITERÍA.....	4
2.2.1. LA PASTELERÍA, BOLLERÍA Y REPOSTERÍA: SUBPRODUCTOS.....	5
2.2.2. COBERTURAS	7
2.3. LA PASTA LAMINADA (FONDANT EXTENDIDO).....	7
2.3.1. TIPOS DE FONDANT.....	8
2.3.2. COMPONENTES.....	9
2.3.3. VENTAJAS ANTE PRODUCTOS ANÁLOGOS.....	13
2.3.4. IMPORTANCIA DE LA INDUSTRIA DEL FONDANT EXTENDIDO.....	14
2.3.5. PARÁMETROS QUE AFECTAN LA CALIDAD DE LA PASTA LAMINADA.....	14
2.3.5.1. Humedad y actividad de agua (A_w).....	14
2.3.5.2. Puntos de ebullición.....	15
2.3.5.3. Temperatura de almacenamiento.....	15
2.3.5.4. Aire y oxígeno.....	15
2.3.5.5. La luz.....	16
2.3.5.6. Acción combinada de diferentes factores.....	16
2.3.6. ALTERACIONES QUE PUEDE SUFRIR LA PASTA LAMINADA.....	16
2.3.6.1. Enranciamiento de las grasas.....	16
2.3.6.2. Cristalización de los azúcares.....	16
2.3.6.3. Migración de la grasa a la superficie.....	17
2.3.6.4. Presencia de microorganismos.....	17
2.4. ENVASADO.....	18

2.5. VIDA ÚTIL.....	20
2.5.1. APLICACIÓN DE LA CINÉTICA A LA PREDICCIÓN DE LA VIDA ÚTIL.....	23
2.5.2. ETAPAS DE LAS PRUEBAS ACELERADAS DE VIDA ÚTIL (PAVU).....	25
2.6. ANÁLISIS SENSORIAL.....	28
2.6.1. PRUEBAS HEDÓNICAS.....	28
2.6.1.1. Prueba de preferencia.....	28
2.6.1.2. Prueba de nivel de agrado.....	29
2.6.1.3. Prueba de aceptación.....	29
2.6.2. TEXTURA Y SU DETERMINACIÓN.....	30
2.6.2.1. Evaluación sensorial de la textura.....	31
2.6.2.2. Análisis Instrumental del Perfil de Textura (APT).....	31
3. OBJETIVOS	34
<hr/>	
4. MATERIALES Y MÉTODOS	35
<hr/>	
4.1. MATERIAS PRIMAS Y EQUIPO	35
4.2. FÓRMULA INICIAL.....	36
4.3. DESARROLLO DE LA FORMULACIÓN.....	36
4.3.1. PRUEBA DE SUSTITUCIÓN DE COMPONENTES.....	37
4.3.2. ENSAYO DE DIFERENTES CONCENTRACIONES.....	39
4.4. ELABORACIÓN DE LA PASTA LAMINADA.....	40
4.5. ESTIMACIÓN DE LA VIDA ÚTIL.....	41
4.6. ENVASE.....	42
4.7. ANÁLISIS QUÍMICO.....	44
4.8. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO.....	44
4.9. ANÁLISIS SENSORIAL.....	44
4.9.1. PRUEBAS HEDÓNICAS.....	44
4.9.1.1. Prueba de preferencia.....	46
4.9.1.2. Prueba de nivel de agrado.....	48
4.9.1.3. Prueba de aceptación.....	48
4.10. ANÁLISIS DE PERFIL DE TEXTURA (APT) INSTRUMENTAL.....	49

4.11. ETIQUETADO.....	50
4.12. DETERMINACIÓN DEL COSTO UNITARIO.....	51
4.13. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	51
5. RESULTADOS Y DISCUSIONES	52
<hr/>	
5.1. FÓRMULA INICIAL.....	52
5.2. DESARROLLO DE LA FORMULACIÓN.....	52
5.2.1. SUSTITUCIÓN DE INGREDIENTES.....	52
5.3. FÓRMULA BASE.....	54
5.4. ESTIMACIÓN DE LA VIDA ÚTIL.....	54
5.5. ENVASE.....	59
5.6. ANÁLISIS QUÍMICO.....	61
5.6.1. HUMEDAD.....	61
5.6.2. CENIZAS.....	62
5.6.3. LÍPIDOS.....	62
5.7. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO.....	63
5.7.1. BACTERIAS MESOFÍLICAS AEROBIAS EN PLACA (BMA).....	63
5.7.2. COLIFORMES TOTALES EN PLACA.....	64
5.7.3. MOHOS Y LEVADURAS EN PLACA.....	65
5.8. ANÁLISIS SENSORIAL.....	66
5.8.1. PRUEBAS HEDÓNICAS.....	66
5.8.1.1. Pruebas de preferencia.....	67
5.8.1.2. Prueba de nivel de agrado (grado de satisfacción).....	71
5.8.1.3. Prueba de aceptación.....	73
5.9. ANÁLISIS DEL PERFIL DE TEXTURA (APT) INSTRUMENTAL.....	76
5.10. ETIQUETADO.....	78
5.11. DETERMINACIÓN DEL COSTO UNITARIO.....	80
6. CONCLUSIONES	85
<hr/>	
7. PERSPECTIVAS	86
<hr/>	

8. BIBLIOGRAFÍA

87

9. ANEXOS

ÍNDICE DE FIGURAS Y GRÁFICOS

		Pág.
Figura 1.	Uso de la pasta laminada para recubrir productos de repostería y pastelería.....	
Figura 2.	Curva típica del APT.....	46
Figura 3.	Zonas seleccionadas de la ciudad de Pachuca para las pruebas hedónicas.....	61
Figura 4.	Pasteles utilizados para las pruebas hedónicas con consumidores.....	62
Figura 5.	a) Aumento de dureza en la pasta; b) Pérdida de dureza y crecimiento de mohos en la superficie de la pasta.....	55
Figura 6.	Curvas del APT para las pastas analizadas.....	77
Figura 7.	Adhesividad a partir del APT de las pastas analizadas.....	78
Diagrama 1.	Proceso de elaboración de la pasta laminada.....	56
Gráfico 1.	Calificaciones otorgadas a los componentes evaluados, según la escala tipo Karlsruhe.....	70
Gráfico 2.	Pérdida de dureza de la pasta laminada, determinada en función del tiempo de almacenamiento a HR = 80%.....	73
Gráfico 3.	Aumento de dureza de la pasta laminada determinada en función del tiempo de almacenamiento a HR = 60%.....	74
Gráfico 4.	Ajuste lineal de la función de calidad de la pasta laminada a HR=80%.....	75
Gráfico 5.	Ajuste lineal de la función de calidad de la pasta laminada a HR=60%.....	75
Gráfico 6.	Gráfica de Arrhenius del aumento de dureza de la pasta laminada.....	76
Gráfico 7.	Distribución de edades de los jueces seleccionados para las pruebas hedónicas...	83
Gráfico 8.	Porcentaje de preferencia de la pasta laminada comercial frente a la pasta laminada desarrollada.....	84
Gráfico 9.	Distribución de edades de los jueces semientrenados para la prueba de preferencia de sabor y textura.....	86
Gráfico 10.	Porcentaje de preferencia del dulzor de la fórmula desarrollada comparada con la fórmula comercial.....	86
Gráfico 11.	Preferencia de preferencia de textura de la fórmula desarrollada comparada con la fórmula comercial.....	87
Gráfico 12.	Porcentajes de agrado global de la pasta laminada desarrollada.....	88
Gráfico 13.	Porcentaje de intención de compra de la pasta laminada desarrollada.....	89
Gráfico 14.	Porcentaje de aceptación de la pasta laminada desarrollada.....	91
Gráfico 15.	Porcentaje de consumidores que comprarían la pasta a 60 pesos.....	91
Gráfico 16.	Porcentaje de elección de la presentación más adecuada.....	92

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Definiciones de algunos atributos primarios de la textura.....	33
Tabla 2. Composición de la formula inicial de la pasta laminada.....	36
Tabla 3. Componentes que pueden sustituirse en la pasta laminada.....	37
Tabla 4. Escala tipo Karlsruhe para evaluar la calidad de la pasta laminada al sustituir los componentes.....	38
Tabla 5. Ensayos para determinar las concentraciones adecuadas de espesante y azúcar glass.....	39
Tabla 6. Condiciones de almacenamiento de la pasta laminada para la estimación de la vida útil.....	42
Tabla 7. Calificaciones positivas y negativas correspondientes a cada nivel de agrado.....	48
Tabla 8. Fórmula final de la pasta laminada desarrollada.....	54
Tabla 9. Alteraciones observadas en la pasta laminada, durante las pruebas de envase, con respecto al tiempo.....	60
Tabla 10. Composición química de la pasta laminada.....	61
Tabla 11. Recuento de bacterias mesofílicas aerobias en placa.....	63
Tabla 12. Recuento de coliformes totales en placa.....	64
Tabla 13. Recuento de mohos y levaduras en placa.....	65
Tabla 14. Calificaciones de nivel de agrado según escala hedónica.....	72
Tabla 15. Requerimientos que cumple la etiqueta de la pasta laminada según la NOM-051-SCFI-1994.....	79
Tabla 16. Costo de la materia prima utilizada en la elaboración de la pasta laminada.....	80
Tabla 17. Cargos indirectos.....	81
Tabla 18. Costos de la línea de producción.....	81
Tabla 19. Costos fijos y variables de la producción.....	82
Tabla 20. Costo estimado por unidad de 500 g.....	83
Tabla 21. Precio de venta de la pasta laminada desarrollada.....	83

I *Introducción:*



1. INTRODUCCIÓN

Los recubrimientos y coberturas utilizados en pastelería y confitería, generalmente sufren un rápido deterioro a consecuencia de la acción de microorganismos y a la influencia del medio ambiente, lo que provoca pérdidas económicas importantes y además, limita la vida útil de los productos en los que son usados.

En México, los recubrimientos más utilizados en la industria pastelera son: merengue, crema pastelera, betún, cremaquilla, crema chantilly, entre otros, mientras que en Europa y Estados Unidos, uno de los productos mayormente utilizados para recubrir pasteles es el fondant extendido, cuyo éxito radica en su practicidad, versatilidad, larga vida útil, elegancia y particular textura. Sin embargo, en nuestro país este tipo de producto es poco conocido y su presencia en el mercado se limita a productos importados.

En los últimos años, se ha observado una creciente demanda por parte de los consumidores hacia productos innovadores en el área de repostería y pastelería, por lo que nuestro objetivo fue desarrollar una pasta para recubrir productos de repostería y pastelería, y así poder ofrecer un producto de excelente calidad microbiológica, fisicoquímica y sensorial, hecho en México.

El producto desarrollado ofrecerá a los consumidores una opción más en la decoración de sus productos de confitería y pastelería, permitiéndoles crear una amplia gama de diseños y presentaciones que no son posibles de realizar con los productos nacionales existentes en el mercado, además de apoyar la creación de una microempresa dedicada a la elaboración y distribución de este producto.

Agradecimientos



2. ANTECEDENTES

2.1. HISTORIA DE LA INDUSTRIA DE LA PASTELERÍA Y CONFITERÍA: LA INFLUENCIA DEL AZÚCAR

El desarrollo de la pastelería y confitería en el mundo se ha producido de forma paralela al desarrollo del azúcar (Madrid y col., 1994). Aunque las primeras referencias de este compuesto se remontan a casi 5.000 años, su expansión está ligada, como la de tantos otros productos, al avance de las conquistas y el devenir de la historia (Díaz, 2005).

Primitivamente no se conocía el azúcar, sino que las preparaciones dulces eran elaboradas con miel de abeja. No hay referencias bibliográficas exactas que indiquen la aparición de este disacárido como tal. Anteriormente se pensaba que la caña de azúcar procedía de la India. Sin embargo, es probable que su origen se sitúe en Nueva Guinea, donde hace ocho mil años se utilizaba como planta de jardinería. Desde ahí se extendió por numerosas islas del Pacífico sur, llegando hasta la India, donde diez siglos antes del comienzo de la era cristiana empezó a cultivarse, obteniéndose a partir de ella una miel de caña que sustituía a la miel de abeja en las preparaciones culinarias. En la misma época, en los países árabes se hicieron muy populares los dulces de azúcar con frutos secos, y el azúcar como tal, la consideraban una golosina exquisita y con propiedades curativas (Madrid y col., 1994).

Con el descubrimiento de América, el azúcar viaja de manos de los conquistadores españoles a Santo Domingo, donde se cultiva por primera vez a gran escala, llegando, más tarde, a Cuba y a México (Díaz, 2005). Paralelamente, otros españoles en sus viajes favorecen su expansión a Sudamérica, desarrollándose su cultivo de forma vertiginosa, de manera que en menos de cien años, América superó en producción al resto del mundo. Con la introducción del cacao en Europa, el

consumo de azúcar se incrementó por su excelente combinación, y se extendió rápidamente por las cortes europeas.

En el año 1558 surgió en Europa el primer libro con recetas de confituras, postres y mermeladas. En el año 1600, en España, Francisco Martínez publicó un libro titulado «Arte de la cocina, bizcochería y conservería», donde se dan normas y recetas para la preparación de muchos productos dulces. Pronto se difundió la variedad de productos que podían elaborarse a partir del azúcar.

Aunque la producción de dulces y pasteles se venía realizando en los países europeos a nivel familiar desde la antigüedad (con el comienzo de la Edad Media), se asegura que el origen de las tiendas de pastelería y confitería actuales, con el elaborador en la trastienda, surgieron a partir de las farmacias. Efectivamente, cuando las recetas se preparaban en la farmacia, se les añadía azúcar o miel para cubrir su gusto poco agradable. Es también importante indicar que el origen de muchos dulces y pasteles surgió de la necesidad de encontrar métodos para la conservación de alimentos. Así, por ejemplo, se vio que si se calentaba la leche con azúcar, dándole vueltas y dejándola que se concentrara, se obtenía un producto (leche condensada) de agradable y dulce sabor, que se podía conservar sin problemas durante largos periodos de tiempo.

En el siglo XIX en Europa, la confitería y la pastelería disfrutaron de un gran auge, con la aparición de las confiterías y pastelerías modernas, muy parecidas a las que existen en la actualidad. En el siglo XX, con el aumento del nivel de vida, continúa ese auge hasta llegar a nuestros días en que se ha alcanzado un alto grado de perfección, con productos muy variados, de alta calidad, atractiva apariencia y sabor muy agradable (Madrid y col., 1994).

2.2. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LOS PRODUCTOS DE PASTELERÍA Y CONFITERÍA

Se pueden considerar productos de confitería aquellos que han sido elaborados con azúcar como ingrediente principal u otros azúcares comestibles, tales como glucosa, fructosa y dextrosa, junto a una serie de productos alimenticios que incluyen harinas, huevos, chocolates, grasas, aceites, jugos de fruta, entre otros. La variación en la confección de dulces es enorme, y cambia según las épocas y países, e incluso según regiones (Madrid y col., 1994).

Debido a la inmensa gama de productos, la industria confitera divide a los dulces en 3 clases (Edwards, 2002):

a) Los dulces que tienen como base fundamental el azúcar, divididos a su vez en tres grupos:

- ◆ Caramelos duros: productos de una masa de sacarosa no cristalizada de alta concentración, compuesta principalmente por azúcar, jarabe de glucosa y/o azúcar invertido.
- ◆ Caramelos suaves o masticables: son productos de una masa de sacarosa no cristalizada de alta concentración, compuesta principalmente por azúcar, jarabe de glucosa y/o azúcar invertido, sólidos de leche y grasas, con humedad de 12%.
- ◆ Dulces aireados: son masas de sacarosa con un contenido de 85% de sólidos, con adición de gelificantes que se baten para atrapar un volumen de aire, se consideran emulsiones gas-líquido (Academia del Área de Plantas Piloto de Alimentos, 1999).

b) La confitería del chocolate comprende toda la gama de artículos fabricados con este ingrediente.

c) La pastelería y bollería comprende tanto a los productos de tiempo de conservación largo (galletas), como a los de tiempo de conservación corto (merengues, cremas pasteleras, betunes, cremaquillas, pasteles, entre otros) (Edwards, 2002). Estos productos están compuestos por harina, azúcar y grasas de origen diverso (mantequilla, margarina o grasas industriales autorizadas). Además, pueden contener productos autorizados como cacao y derivados, frutos secos y yema de huevo (Sastre, 1999).

2.2.1. LA PASTELERÍA, BOLLERÍA Y REPOSTERÍA: SUBPRODUCTOS

Según el Real Decreto Español número 244/1978, los productos de bollería, pastelería y repostería se clasifican de la siguiente manera:

Productos de bollería. Son aquellos preparados alimenticios elaborados básicamente con masa de harinas comestibles fermentadas, cocidas o fritas, a la que se han añadido o no, otros alimentos, complementos panarios y/o aditivos autorizados. Se conocen dos clases principales:

A) Bollería ordinaria: son piezas de forma y tamaño diverso en cuya elaboración no interviene ninguna clase de relleno ni guarnición.

B) Bollería rellena o guarnecida: piezas de forma, tamaño, composición y acabado diverso, rellenas o guarnecidas antes o después de su cocido o fritura, con diferentes clases de fruta o preparados dulces o salados (cremas, rellenos de todo tipo, productos de confitería, chocolatería, encurtidos, charcutería, preparados culinarios, principalmente).

Productos de pastelería y repostería. Son aquellos elaborados de diversa forma, tamaño y composición, integrados fundamentalmente por harinas, féculas, azúcares,

grasas comestibles y otros productos alimenticios y alimentarios como sustancias complementarias.

Entre los productos de pastelería y repostería cabe distinguir dos variantes: pastelería y repostería dulce, y pastelería y repostería salada. Según esta clasificación, se distinguen cinco tipos de masas básicas:

A) Masas de hojaldre: masa trabajada con manteca y cocida al horno, con la que se producen hojas delgadas superpuestas. Sus ingredientes son harina, grasa comestible, aceite, sal y agua. Con esta masa se elaboran algunos postres como el pastel de manzana y el de mil hojas, pastes y empanadas, cuernos y hojas.

B) Masas escaldadas: aquellas materias a base de harina, sal, agua, leche, grasas comestibles o alcoholes naturales que, precocidas al fuego sufren luego una posterior cocción o fritura. Con estas masas se elaboran roscas rellenas y rosquillas delicadas.

C) Masas batidas: se consideran masas batidas las que, habiendo sufrido este proceso técnico, dan como resultado masas de gran volumen, tiernas y suaves. Éstas se componen, fundamentalmente, de huevos, azúcares, harinas y/o almidones. Con estas se elaboran bizcochos, mantecados, magdalenas, bizcocho de frutas, postres (chantilly) y merengues.

D) Masas de repostería: son las elaboradas a partir de las anteriores, preparadas con relleno o guarnición de otros productos (crema, frutas, chocolate, etc.); se preparan en formas diversas y unitarias de varios tamaños. En este grupo se incluyen también los tocinos de cielo, almendrados, yemas, masas de mazapán, turrones, cocadas, etc.

E) *Masas azucaradas*: son las compuestas fundamentalmente a base de harina, aceite, otras grasas y azúcares comestibles. Con las masas azucaradas se elaboran pastas secas.

2.2.2. COBERTURAS

Los baños, merengues, cremas y coberturas usados en pastelería juegan un papel muy importante. No sólo están destinados a realzar el aspecto de la preparación sino que también deben armonizar con el sabor y la composición de la misma. Por lo tanto, exigen esmero y cuidado en su elaboración. El uso de éstos es muy amplio y pueden aplicarse a pasteles, panqués, mantecadas, etc.

Las coberturas más usadas son: almíbar para remojar bizcochos, caramelo oscuro, baño de chocolate, caramelo líquido, crema chantilly, crema de chocolate, crema de chocolate y café, crema de limón, crema de manteca, crema de manteca simple, crema inglesa, crema moka simple, crema pastelera, crema pastelera quemada, glasé real, merengue crudo (<http://www.elplacerdeinvitar.com.ar>, artículos para repostería) y pastas laminadas.

2.3. LA PASTA LAMINADA (FONDANT EXTENDIDO)

El término fondant viene del verbo francés “*fondre*” que quiere decir fundir (disolver) (Edwards, 2002). El Fondant extendido es una pasta laminada que se utiliza para decorar pasteles, principalmente, debido a que es una capa dulce muy maleable con la que se cubre la superficie (figura 1). Tiene sus orígenes en la pastelería francesa pero no se precisa la fecha exacta de su elaboración por primera vez, pese a esto, sabemos que causó expectación por la gran variedad de formas, colores y texturas obtenidas a partir de ella (Alvarado, 1998).



Figura 1. Uso de la pasta laminada para recubrir productos de repostería y pastelería

La pasta tipo fondant es un sistema de dos fases de cristales de sacarosa y de grasa dispersos en un jarabe. Su textura se caracteriza por la presencia de sustancias (glucosa, fructosa, gotas de grasa y sólidos de gretina) que por su estructura química limitan el tamaño de los cristales (Charley, 2001). Las burbujas de aire se incorporan mediante la agitación del jarabe dentro de la mezcla de los demás componentes para dar una estructura esponjosa a la pasta. En efecto, la pasta tipo fondant constituye un material crudo.

2.3.1. TIPOS DE FONDANT

De manera general se pueden clasificar tres tipos de fondant de acuerdo a su composición (Woodman, 1968):

- Fondant de chocolate, contiene un 40% de manteca de cacao y 40% de pasta de cacao. Su utiliza en repostería para dar un baño exterior a bombones, pasteles, panes, bizcochos, mantecadas y cualquier tipo de pan.
- Fondant para dulces (tradicional), contiene azúcar, agua y un acidulante.
- El Fondant extendido (rolled fondant, en inglés), es una masa elaborada en su mayor porcentaje con azúcar glass, glucosa, grasa y vegetal agua, de manera que puede ser extendida y colocada en la superficie de cualquier producto de repostería.

2.3.2. COMPONENTES

La pasta tipo fondant está integrada por 6 componentes principales, los cuales interactúan entre sí para la formación de una pasta lisa con propiedades típicas del producto.

Azúcar: se designa así a la sacarosa obtenida industrialmente de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), de la remolacha azucarera (*Beta vulgaris*) y de otras plantas sacarinas, con suficiente grado de pureza para la alimentación humana (Madrid y col., 1994).

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 glass (azúcar de repostería) y azúcar caramelizado.
- *Otros azúcares:* Azúcar invertido, jarabe de fécula, glucosa anhidra, jarabe de maltosa y lactosa.

El azúcar glass, es sacarosa pulverizada, que normalmente contiene un 3% de almidón de maíz como agente antiapelmazante. Para hacer azúcar glass que se utiliza para recubrimientos y glaseados en pastelería, los cristales finos de sacarosa se recubren con una solución de azúcar invertido, jarabe de almidón o maltodextrina (Fennema, 2000).

El azúcar glass es el ingrediente principal en la elaboración del fondant extendido. Contribuye con la textura del producto final. Se considera glass (azúcar molido) cuando el tamaño de partícula está entre 10–15 μm , de manera que la incorporación gradual de los gránulos de azúcar asegure que la pasta no se quiebre fácilmente.

Agua: el agua es el principal componente de muchos alimentos. Influye profundamente en la estructura, aspecto y sabor de los alimentos y en su susceptibilidad a la alteración. En el fondant tiene dos objetivos: hidratar la grenetina y los gránulos de almidón. Su contenido en la pasta es mínimo, lo que hace de ella un producto de baja humedad.

Glicerina: la glicerina o glicerol es una sustancia muy higroscópica y absorbe la humedad del aire hasta que la presión de vapor de su solución se encuentre en equilibrio con la presión de vapor del agua de la atmósfera. A temperatura ambiente es un líquido espeso incoloro y de agradable sabor dulce. Su alta capacidad de hidratación la hace muy adecuada en la elaboración de alimentos de humedad intermedia (de 50% base húmeda) pues reducen la actividad acuosa y consecuentemente controlan el crecimiento bacteriano (Baduí, 1999).

Debido a su naturaleza higroscópica, actúa como humectante en la pasta, retiene la humedad de la misma, da suavidad e inhibe la cristalización (Belitz y Grosch, 1997).

Grenetina: la grenetina es una mezcla de proteínas derivadas que se obtiene del colágeno, tejido de sostén en la piel, cartílagos y hueso. Está constituida principalmente de glicina, prolina e hidroxiprolina. Las moléculas de grenetina se hidratan con facilidad dando lugar a una dispersión en forma de sol coloidal, que es resistente a la desnaturalización por calor. Se emplea en la industria alimentaria para aumentar la viscosidad por sus características de agente gelificante (Fernández, 2000). El uso de la grenetina como gel determina la consistencia y estabilidad física del producto (Fennema, 2000). Es necesario grenetinas de elevada graduación Bloom (200 a 275°), ya que evita la cristalización. Una parte de grenetina puede

inmovilizar noventa y nueve partes de agua. Se usa en una proporción de 4-12% en relación con los sólidos totales (Academia del Área de Plantas Piloto de Alimentos, 1999).

Grasa vegetal: es un compuesto orgánico formado por grasa y otras sustancias de propiedades similares, que es insoluble en agua, soluble en solventes orgánicos no polares tales como el éter o el hexano. Hace la pasta de fondant más suave, ya que promueve una estructura esponjada, debido a la formación de burbujas de aire que contiene la manteca al derretirse. Además tiene la capacidad de emulsificar al resto de los componentes de la pasta laminada (miel de maíz, grenetina hidratada, glicerina y el almidón pregelatinizado).

Miel de maíz: es el producto incoloro o ligeramente amarillento obtenido de cualquier clase de almidón comestible, por sacarificación con ácidos y eliminación de estos últimos (Madrid y col., 1994). En los Estados Unidos y algunos países angloparlantes se conoce a este ingrediente como jarabe de maíz. Pese a su nombre, el principal componente no es la dextrosa sino la maltosa (Edwards, 2002).

Los jarabes de maíz en ocasiones son usados en combinación con sacarosa (azúcar) y su aplicación está basada en las propiedades deseadas del producto final. Las principales propiedades que los jarabes de maíz proporcionan son la viscosidad (afecta propiedades sensoriales y de estabilidad de los alimentos), higroscopicidad (dependiendo del nivel de glucosa y rapidez de absorción de la mezcla) y dulzor (depende del nivel de los azúcares). También propiedades tales como la contribución de la consistencia, cohesividad, estabilización de espuma y prevención de la cristalización del azúcar (Díaz, 2005). La elección de la miel de maíz, que influye en la cristalización y la viscosidad de la fase líquida, determinará las propiedades viscoelásticas del fondant (Clyne y col., 1968).

Agentes Gelificantes: bajo las condiciones apropiadas, interaccionan para dar lugar a una estructura tridimensional. Algunos gelificantes, como la gelatina son

termorreversibles; otros, como la pectina de alto grado de metoxilación, son irreversibles. El uso de una mezcla de coloides permite la producción de un rango de texturas. A modo de ejemplo, la gelatina y la goma arábiga proporcionan una textura compacta, mientras que una mezcla de gelatina, agar y pectina contribuirán a obtener una textura abrupta y quebradiza. La gelatina mezclada con almidón proporciona una textura en medio de estos extremos (Edwards, 2002).

La goma arábiga (goma acacia) es un agente gelificante proveniente de algunos árboles del género *Acacia*. Un 70% de su composición son cadenas de polisacáridos con poco o ningún material nitrogenado. El resto contiene moléculas de peso molecular más alto, que tienen proteínas como parte integral de su estructura. La goma arábiga se disuelve con facilidad por agitación en agua. Tiene propiedades únicas por su alta solubilidad y baja viscosidad de sus soluciones. Posee gran compatibilidad con los azúcares, por lo cual su uso en confitería es común.

Almidón: el almidón está formado por dos polisacáridos, la amilasa y la amilopectina. La amilosa es una cadena lineal que contiene hasta 4000 restos glucosilo, unidos a través de enlaces α -1,4 glucosídicos. La amilopectina es un polímetro ramificado, constituido por repetidas unidades de glucosa unidas por enlaces α -1,4 y ramificado a través de enlaces α -1,6 (Wong, 1995).

Gelatinización del almidón: en los vegetales, el almidón se encuentra formando gránulos, constituidos por moléculas, radialmente dispuestas, de cadenas lineales y ramificadas. La amilopectina se asocia por medio de enlaces de hidrógeno con cadenas lineales de amilosa, para formar regiones micelares cristalinas. Por esta razón, los gránulos de almidón son insolubles en agua fría. Si se calienta suficientemente como para proporcionarle la energía necesaria para romper los enlaces débiles entre las micelas cristalinas, los gránulos de almidón se hidratan y se hinchan. El almidón (fundamentalmente la amilosa) se solubiliza, formando una matriz intergranular, lo que produce un incremento de la viscosidad (Wong, 1995).

Según la temperatura sube a 95° C, la viscosidad decae. Cuando se enfría la pasta, la viscosidad aumenta rápidamente (Fennema, 2000).

2.3.3. VENTAJAS ANTE PRODUCTOS ANÁLOGOS

La principal ventaja ante otros productos como el merengue, cremas pasteleras, betunes, chantilly, cremaquillas, radica en que la pasta está constituida en su mayor parte (cerca del 70%) por sacarosa molida. La adición de grandes cantidades de azúcar disminuyen la actividad acuosa y aumentan la presión osmótica de tal manera que es difícil que se produzcan alteraciones microbianas (Badui, 1999). No así, en los merengues o cremas pasteleras, que son emulsiones en las que la alteración microbiana se da porque están elaborados con huevo y son almacenados con uso extensivo de refrigeración y congelación, lo que contribuye a que la humedad emigre hacia zonas ricas en nutrientes creando condiciones propicias para el desarrollo de patógenos (Fernández, 2000). Este hecho es importante porque la pasta puede ser comercializada con una vida de anaquel mayor a los productos tradicionales (merengues, cremas pasteleras, chantilly, cremaquillas).

Otra de las ventajas que ofrece el fondant extendido es que si no se utiliza todo de una sola vez, puede ser guardado dentro del empaque metálico donde está contenido o en su defecto, dentro de un envase herméticamente cerrado y de preferencia dentro del refrigerador. Cuando se utilice de nuevo para usarse, se expone a temperatura ambiente y se amasa nuevamente hasta que tenga una consistencia suave.

Debido a la maleabilidad de la pasta, puede ser manejada por cualquier persona, independientemente si se trata de un experto o no (Alvarado, 1998).

2.3.4. IMPORTANCIA DE LA INDUSTRIA DEL FONDANT EXTENDIDO

En la actualidad, se han incrementado de forma impresionante las ventas de los productos de repostería y pastelería que tienen decoraciones llamativas realizadas con el fondant extendido, ya que la gran variedad de formas, colores, estilos y diseños hacen de estos productos una opción versátil para ser adquiridos por todo tipo de personas. La decoración es lo que llama la atención de manera preponderante en el consumidor y el atractivo visual es el factor primario para que un producto sea elegido o no.

Hoy en día su comercialización y uso han ido incrementándose, ya que se evitan pérdidas económicas (como en el caso del merengue) a causa de su corta vida útil.

2.3.5. PARÁMETROS QUE AFECTAN LA CALIDAD DE LA PASTA LAMINADA

2.3.5.1. Humedad y actividad de agua (a_w)

El fondant extendido se conserva bastante bien en comparación con la mayoría del resto de alimentos. Su larga vida útil se debe a que los microorganismos alterantes no pueden crecer en la pasta laminada, y la causa de esto es que su contenido en humedad es demasiado bajo. El parámetro importante no es sólo el contenido en agua sino también la actividad de agua, ya que los materiales con diferentes contenidos de agua no se comportan del mismo modo, tanto química como biológicamente. La a_w refleja la capacidad de que el agua pueda ser empleada en las reacciones químicas o biológicas y es una corrección de la concentración de agua en función de las diferencias en la disponibilidad de la misma para llevar a cabo reacciones químicas (Edwards, 2002). La pasta debe tener un nivel bajo de a_w , de manera que no se permita la actividad microbiana (Fernández, 2000).

2.3.5.2. Punto de ebullición

Debido a que los azúcares son muy solubles, se llega a aumentos de los puntos de ebullición muy altos, por ejemplo, incrementos de 50° C. La elevación del punto de ebullición es proporcional a la concentración del soluto, por lo que no resulta sorprendente que este parámetro se utilice como una medida de la concentración, y por ello, como un sistema de control. Durante la elaboración de la pasta se deben cuidar los puntos de ebullición de la mezcla de jarabe, grasa vegetal, glicerol y grenetina; y la hidratación del almidón. La elevación de los puntos de ebullición correspondientes a cada ingrediente, afectará directamente la textura del producto final, lo cual puede ocasionar que el producto obtenido se agriete en tiempos relativamente cortos (Edwards, 2002).

2.3.5.3. Temperatura de almacenamiento

La pasta es sensible a la presencia de agua en la superficie, producida por la condensación debida a cambios de temperatura. La presencia de agua favorece el desarrollo de los microorganismos. La cantidad más pequeña de condensación superficial es suficiente para permitir la proliferación de bacterias o el desarrollo de mohos.

2.3.5.4. Aire y oxígeno

El oxígeno interviene en la oxidación de las grasas, produciendo efectos variables en función de la naturaleza de las grasas y de su estado. Los ácidos grasos insaturados son más sensibles cuando están libres, su grado de insaturación aumenta su sensibilidad y la velocidad de oxidación. Los ácidos grasos poli-insaturados son afectados por la oxidación incluso a temperaturas de congelación (Casp y Abril, 1999).

2.3.5.5. Luz

La luz es la principal causa del deterioro de los colores de la pasta laminada. Los colorantes son muy sensibles a este factor y esto se puede evitar por medio de envases que no permitan su paso (Edwards, 2002). La luz ejerce efectos sobre los alimentos, ya que aceleran gran parte de los cambios químicos al actuar como catalizador de las reacciones de oxidación provocando rancidez (García, 2004).

2.3.5.6. Acción combinada de diferentes factores

Los factores mencionados no actúan en forma aislada, la mayoría de las veces se produce la actuación simultánea de alguno de ellos o bien la intervención de alguno de ellos desencadena la de los demás. Por lo tanto, para conseguir la conservación óptima de la pasta, se deberá considerar la interacción de todos estos factores (Casp y Abril, 1999).

2.3.6. ALTERACIONES QUE PUEDE SUFRIR LA PASTA LAMINADA

2.3.6.1. Enranciamiento de las grasas

Debido al contenido de lípidos, se puede producir el enranciamiento de las grasas, lo cual se ve reflejado en la aparición de olores y sabores extraños. Este hecho incide directamente en la aceptación del producto. Se puede retrasar la aparición del enranciamiento utilizando un envase adecuado que evite el contacto de la pasta laminada con la luz y el oxígeno.

2.3.6.2. Cristalización de los azúcares

Por su alto contenido en azúcares el producto es susceptible de sufrir cristalización, la cual consiste en una nucleación de los solutos presentes en el producto. En el

estado cristalino, los átomos o las moléculas, adoptan posiciones rígidas, formando una estructura tridimensional altamente ordenada y repetible (Fennema, 2000). En confitería, la cristalización se reduce manipulando las condiciones de procesamiento de tal manera que se obtenga una forma amorfa de la sacarosa y de la glucosa; en estos casos la adición de la glucosa líquida (jarabe de maíz), glicerina y grenetina, inhiben la cristalización (Badui, 1999).

2.3.6.3. Migración de grasa a la superficie

La migración de la grasa es un problema común en productos de confitería con alto contenido de lípidos, lo que conlleva a defectos visuales y sensoriales que los convierten en inaceptables para el consumidor (Ghosh y col., 2002). En la pasta laminada esta alteración puede ocasionar cambio de color de la superficie, que es más perceptible cuando al producto se le ha adicionado algún colorante. Este cambio es debido a la formación de cristales de grasa muy pequeños que migran a la superficie. Una de las causas de esta alteración, es el almacenamiento a temperaturas elevadas. Este fenómeno está relacionado con los cambios en la estructura de la manteca vegetal a diferentes temperaturas, por lo que se recomienda mantener el producto en un ambiente frío (Cook & Meursing, 1982; Minifie, 1989).

2.3.6.4. Presencia de microorganismos

En general, en los productos de pastelería, confitería, y bollería, no se suelen presentar muchos problemas microbiológicos por dos razones: falta de humedad y alta concentración en azúcares. Los microorganismos no encuentran la cantidad de agua necesaria para su crecimiento y, aunque la consigan, la alta concentración en azúcares, limita su desarrollo (Edwards, 2002).

Sin embargo, algunos componentes tienden a sufrir problemas bacterianos: como algunas de las gomas y agentes gelificantes. Por lo que deben tomarse precauciones en la manipulación de estos materiales para que no contaminen a otros componentes o al producto final.

Los mohos: invaden con rapidez cualquier sustrato, gracias a su eficacia en la diseminación, a un crecimiento rápido y a que poseen una rica carga enzimática. La humedad tiene una gran influencia sobre el desarrollo de los mohos, pero más que la humedad del sustrato es la a_w , el parámetro más importante. A 25° C algunas especies pueden crecer en una $a_w < 0,70$, que evidentemente pueden encontrar en frutas secas, confituras, cereales y alimentos en polvo. La mayoría de los mohos prefieren una a_w más elevada, de 0,80 a 0,95.

La cantidad de oxígeno disponible también es un factor importante en el desarrollo de los mohos, la mayoría son aerobios, aunque algunos soportan una anaerobiosis muy estricta. No son demasiado exigentes en cuanto al pH.

Las modificaciones químicas producidas en los alimentos por mohos se traducen en alteraciones del valor nutritivo o de sus características organolépticas, en dificultades de conservación y a veces, en enfermedades e intoxicaciones (Casp y Abril, 1999).

2.4. ENVASADO

Un envase es aquel material que contiene o guarda a un producto y que forma parte integral del mismo; sirve para protegerlo y distinguirlo de otros. En sí, un envase tiene como funciones principales: preservar, contener, transportar y proteger al producto que contienen, y al mismo tiempo informar, expresar e impactar al consumidor (Vidales, 2005).

La elección de un envase apropiado implica ciertas consideraciones. Para la mayoría de los productos alimentarios hay un objetivo dominante: el envase debe tener óptimas características protectoras para mantener el producto en buenas condiciones durante su vida útil.

Con el objetivo de conservar y proteger los alimentos con el paso del tiempo, en conjunto con la evolución de la tecnología, se han creado envases para satisfacer a los consumidores más exigentes, con diferentes usos, algunos ejemplos se mencionan a continuación:

Bolsas de polietileno: el polietileno representa el 30% de todo el plástico del mundo. Su uso más común son las bolsas de envasado y bolsas de tienda.

Bolsas aluminizadas: se utilizan en confitería y para contener botanas, ya que es uno de los mejores medios de protección debido a que es casi impermeable a la humedad, oxígeno, luz y grasa. Las bolsas aluminizadas poseen una capa especial de cierre al calor (Vidales, 1998).

Las posibles interacciones que se pueden llevar a cabo entre el envase y el producto se deben tomar en cuenta a la hora de elegir el envase. Dichas interacciones son, principalmente, de tres tipos :

Permeación: interacción en donde el envase permite el paso de elementos del ambiente al producto a través de él y de la misma manera, del producto al ambiente.

Absorción: interacción donde el producto altera o ataca el envase.

Migración: interacción en las cuales algunos elementos del envase pasan al producto, siendo estos elementos diferentes dependiendo del tipo de material utilizado en el envase (plástico, vidrio, metal, ceras, cartón, papel....).

Para elegir el envase adecuado, se debe considerar la capacidad de protección del envase de acuerdo a las características del producto (García, 2004).

2.5. VIDA ÚTIL

La calidad de los alimentos se define como el conjunto de propiedades que influyen en su aceptación por el consumidor y que diferencian unos de otros. Los alimentos son sistemas fisicoquímicos y biológicamente activos, por lo tanto, la calidad de los mismos es un estado dinámico que se mueve continuamente hacia niveles más bajos. Así pues, para cada alimento particular, hay un periodo de tiempo determinado, después de su producción, durante el cual mantiene el nivel requerido de sus cualidades organolépticas y de seguridad, bajo determinadas condiciones de conservación. Este periodo se define como vida útil (o vida de anaquel) del alimento correspondiente (Casp y Abril, 1999).

La definición de vida útil suele confundirse con ciertos términos asociados, los cuales puntualizaremos (según la NOM-051-SCFI-1994) para dejar en claro las diferencias existentes entre ellos:

Fecha de fabricación, fecha en la cual el producto se convierte en el producto descrito.

Fecha de envasado, fecha en la cual el producto se coloca en el empaque y queda terminado para su venta.

Fecha de consumo preferente, fecha en que, bajo determinadas condiciones de almacenamiento, expira el periodo durante el cual el producto preenvasado es comercializable y mantiene cuantas cualidades específicas se le atribuyen tácita o explícitamente, pero después de la cual el producto preenvasado puede ser consumido, siempre y cuando no exceda la fecha de caducidad.

Fecha de caducidad, fecha límite en que se considera que las características sanitarias y de calidad que debe reunir para su consumo un producto preenvasado, almacenado en las condiciones sugeridas por el fabricante, se reducen o eliminan de tal manera que después de esta fecha no deben comercializarse ni consumirse.

Para determinar o estimar la vida de útil de un producto alimenticio pueden utilizarse diferentes metodologías de costo y precisión variable, y dependiendo de los objetivos, será la selección que se realice. La legislación Mexicana indica las pruebas a realizar para asegurar la caducidad de un producto determinado, pero no obstante y en general, el fabricante debe de realizar los ensayos necesarios que comprueben que durante la distribución, almacenamiento y exhibición en el punto de venta, el producto mantendrá su calidad dentro del periodo indicado (Díaz, 2005).

Las diferentes metodologías a seguir se pueden clasificar en:

1. *Métodos predictivos en base a experiencias previas*

Los métodos predictivos se basan en la aplicación de modelos de deterioro a los datos que se encuentran en la bibliografía y que no han sido procesados desde el punto que se desea analizar.

Existen bases de datos sobre como evolucionan diferentes características de algunos alimentos en función al tiempo y en diversas condiciones ambientales y composición que proporcionan un ahorro de tiempo. Pero estas bases de datos en muchas ocasiones no se encuentran organizadas, actualizadas y normalizadas por lo que el que la emplea debe de realizar esta labor.

Con el adecuado manejo para el tratamiento de los datos se pueden realizar estimaciones de tipo económico en relación al desarrollo e incluso realizar simulaciones vía ordenadores, que permitan predecir cómo van a resultar afectados los productos por las condiciones ambientales de los posibles canales de distribución.

Las bases de datos proporcionan el decremento que sufre algún factor de calidad del alimento a lo largo de un periodo del tiempo y bajo ciertas condiciones, pero no se refieren a la cinética de los cambios fisicoquímicos que se podrían dar.

2. Métodos de simulación

Los métodos de simulación son métodos económicos en tiempo y costo, lo que representa una circunstancia ventajosa cuando se está desarrollando el producto.

La utilización de esta metodología se basa fundamentalmente en determinar vía cálculo, cuál va a ser la evolución de un sistema complejo (producto–envase) en función del tiempo y de las condiciones ambientales a partir de modelos cinéticos de diversos tipos aleatorios. Por complicado que sea el modelo matemático a utilizar, siempre constituye una simplificación de una realidad compleja, proporcionando datos útiles para la elaboración del diseño experimental más eficaz y económico de la determinación de la vida de anaquel del producto final y la estimación de periodos de almacenamiento y comercialización.

3. Ensayos reales de laboratorio

Como no se puede invertir lo mismo en la vida de anaquel de un producto que se encuentra en diferentes fases, desarrollo, cadena de distribución, etc., se distinguen 3 casos específicos según lo que se desea buscar, pero todos se basan en la determinación que se realiza para estimar el tiempo en el que cierto atributo del producto, evaluado por medio de un análisis sensorial, alcanza el valor crítico que lo determina como inaceptable (Díaz, 2005).

Para realizar esto, se determinan las condiciones en las que estará sometido el producto (lo más cercano a la realidad) y se coloca en éstas un lote lo suficientemente grande para realizar las pruebas necesarias. Cuando se alcanza o se sobrepasa el valor crítico que se fijó y una vez determinado el deterioro, se detiene el ensayo y se establece la función que interviene en dicho deterioro, con respecto al tiempo (Cárdenas, 2003).

2.5.1. APLICACIÓN DE LA CINÉTICA A LA PREDICCIÓN DE LA VIDA ÚTIL

A pesar de la complejidad de los sistemas fisicoquímicos y biológicos en los alimentos, el estudio sistemático de los mecanismos degradativos puede aportar métodos satisfactorios para determinar la vida útil. Lo que tiene que quedar claro es que la predicción de la vida útil puede abordarse de dos modos generales: el método más común consiste en seleccionar una simple condición durante diversos tiempos de almacenamiento, evaluar la calidad generalmente por métodos sensoriales y, a continuación, extrapolar los resultados (normalmente empíricos) a las condiciones de almacenamiento normales. El proceder alternativo consiste en utilizar un diseño más elaborado, basado en los principios de la cinética química, lo que permite del mismo modo, determinar la dependencia de la temperatura real de diversos atributos de calidad. Aunque este método es inicialmente más costoso, probablemente permite hacer predicciones más exactas, formulaciones más eficaces de productos, y al mismo tiempo, optimizar el proceso (Fennema, 2000).

La reducción de la calidad puede representarse por una pérdida cuantificable de un atributo de calidad deseable A (por ejemplo un nutriente o el aroma característico) o por la formación de un atributo indeseable B (como la pérdida de aroma o de coloración). Las velocidades de la pérdida de A ó la formación de B se expresan con las ecuaciones siguientes:

$$\frac{-d[A]}{dt} = k[A]^n \quad [1]$$

$$\frac{d[B]}{dt} = k'[B]^{n'} \quad [2]$$

donde k y k' son las constantes de velocidad de reacción y n y n' son los órdenes de reacción aparentes. Ambas ecuaciones (1 y 2) pueden integrarse en la expresión:

$$F(A) = kt \quad [3]$$

Es decir, A ó B, con la modificación adecuada, puede expresarse en función lineal del tiempo t. El término F(A) se llama función de calidad del alimento y se expresa para diferentes órdenes de reacción aparentes de la siguiente manera:

Orden de reacción	0	1	n
Función de calidad	$A_0 - A$	$\ln(A_0/A)$	$\frac{1}{n-1} (A^{1-n} - A_0^{1-n})$

La mayoría de los datos de vida útil para un cambio de un atributo de calidad, si se basan en una reacción química característica o en el crecimiento microbiano, siguen una cinética de orden cero (por ejemplo, calidad global de los alimentos congelados, pardeamiento de Maillard) o una cinética de primer orden (como la pérdida vitamínica, pérdida oxidativa del color, crecimiento microbiano e inactivación). Para datos de orden cero, se obtiene la representación gráfica de una línea recta usando coordenadas lineales, mientras que para datos de primer orden, se necesita una ordenada logarítmica para producir una representación lineal.

Para datos de segundo orden, la representación gráfica de 1/A (ó 1/B) *versus* el tiempo producen una relación lineal. Por lo tanto, basándose en unas pocas medidas puede definirse el orden, mediante la representación gráfica que dé el mejor ajuste lineal, determinándose así los componentes de la ecuación 3. Entonces puede extrapolarse al valor de A_s (ó B_s), el valor alcanzado por el atributo al término (final) de la vida útil especificada (t_s). El tiempo t, que necesita A para alcanzar un valor específico puede calcularse, o viceversa (Fennema, 2000).

Salvo contadas excepciones, la velocidad de una reacción química aumenta, a menudo dramáticamente, con el aumento de la temperatura. La relación entre la

constante de la velocidad k y temperatura fue inicialmente propuesta por Svante Arrhenius en 1889:

$$k = A \exp \left(- \frac{E_a}{RT} \right) \quad [4]$$

La constante A se llama factor de frecuencia o factor pre-exponencial; E_a es la energía de activación; R es la constante universal de los gases ($0,001987 \text{ kcal mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ o $8,31 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$) y T es la temperatura absoluta en grados Kelvin.

Si convertimos esa fórmula:

$$\log_{10} k = \log_{10} A - \frac{E_a}{2.303RT}$$

ó

$$\ln k = \ln A - \frac{E_a}{RT} \quad [5]$$

En teoría, si representamos $\ln k$ con el recíproco de la temperatura absoluta se debería obtener una línea recta, siendo su pendiente la energía de activación dividida por la constante de gas (E_a/R). Las gráficas de $\ln k$ con $1/T$ se llaman gráficas de Arrhenius. Muchas reacciones cumplen con el modelo de Arrhenius, es decir sus gráficas son una línea recta. Por tanto, estudiando la reacción y midiendo k a dos o tres temperaturas diferentes, se puede extrapolar lo que pasará a una temperatura inferior y predecir la velocidad a esa temperatura (Man, 2004).

2.5.2. ETAPAS DE LAS PRUEBAS ACELERADAS DE VIDA ÚTIL (PAVU)

Fennema (2000) sugiere estimar la vida útil basándose en los principios de la cinética de reacción de los alimentos. La meta es obtener la máxima información posible en

el mínimo tiempo y al más bajo costo. Esto se consigue utilizando los principios de los ensayos acelerados de vida útil.

Al diseñar pruebas de vida útil basadas en la pérdida de calidad de los alimentos deben seguirse los pasos siguientes:

1. Determinar la sanidad microbiológica y parámetros de calidad de la formulación y procesos propuestos
2. Determinar, analizando los ingredientes y el proceso, cuáles son las principales reacciones químicas que probablemente determinan la pérdida de calidad
3. Seleccionar el envase a usar en la prueba de vida útil. Los productos con baja humedad deben exponerse abiertos en cámaras a un porcentaje de humedad relativa (%HR) predeterminado o en tarros herméticos o bolsas impermeables al contenido de humedad y a_w deseados
4. Seleccionar las temperaturas de almacenamiento (al menos 2)
5. Usando la representación gráfica de la vida útil y conociendo la vida útil deseada a la temperatura media de distribución, determinar cuánto tiempo deberá mantenerse a cada una de las temperaturas de ensayo. Si no se dispone de información sobre el valor Q_{10} probable, entonces se necesitan más de dos temperaturas de ensayo
6. Decidir los ensayos a realizar y la frecuencia de realización a cada temperatura. Como regla general, el intervalo de tiempo entre pruebas, a cualquier temperatura por debajo de la temperatura más alta, no debe ser superior a:

$$f_2 = f_1 Q_{10}^{\Delta T/10}$$

Donde f_1 es el tiempo entre ensayos (días, semanas) a la temperatura más alta

7. Representar gráficamente los datos a medida que se obtienen para determinar el orden de reacción y para decidir si la frecuencia entre pruebas

se aumenta o se reduce. Con demasiada frecuencia los datos no son analizados hasta terminar el experimento, en cuyo caso el científico no puede sacar conclusiones

8. Para cada condición de almacenamiento ensayada, la estimación de k (pendiente), hace que la representación gráfica sea adecuada para estimar la vida útil potencial en la condición de almacenamiento (final) deseada

Los principios de la evaluación de la vida útil y su tratamiento cuantitativo son necesarios para mejorar y desarrollar el almacenamiento y distribución de los alimentos, es decir, para la optimización de la cadena alimentaria. Evidentemente, para determinar la vida útil de un alimento, es esencial determinar qué factores limitan esta vida útil, tales factores pueden causar cambios químicos, físicos y biológicos que se traducen en un cambio en las características sensoriales del alimento. Si el factor limitante no se identifica correctamente, los estudios serán un fracaso.

Además, las ecuaciones para determinar la cinética del deterioro son importantes para las PAVU. Estas pruebas son útiles en el diseño y desarrollo de un nuevo producto o en la modificación de uno ya existente, puesto que permiten determinar la vida útil del mismo sin necesidad de esperar a que transcurra el tiempo necesario, que en algunos casos es muy largo. Los ensayos de vida útil implican el uso de altas temperaturas en las experiencias para conocer las pérdidas de calidad del alimento y su vida útil, y la extrapolación de los resultados a las condiciones normales de almacenamiento utilizando la ecuación de Arrhenius. De esta forma, una experiencia que debía durar un año se puede completar en un mes (Casp y Abril, 1999).

2.6. ANÁLISIS SENSORIAL

2.6.1. PRUEBAS HEDÓNICAS

En el sector agroalimentario, para medir la calidad de un producto, debemos considerar el juicio emitido por el consumidor, basado en las variables que éste considera de calidad. Por tanto, podríamos hablar de una ordenación de preferencias de productos basada en variables que el consumidor elige. La calidad reside en los atributos, siendo realmente relevantes aquellos que permiten discriminar entre productos similares.

Los ensayos hedónicos aportan información muy valiosa sobre el mercado de consumo (preferencias y actitudes de los consumidores). Los resultados obtenidos mediante estas pruebas se caracterizan por una gran heterogeneidad, lo que obliga a una interpretación cuidadosa.

Estos ensayos pueden clasificarse en pruebas de preferencia, aceptación y de consumo (Barcina e Ibáñez, 2001).

2.6.1.1. Prueba de preferencia

Tiene como objetivo ordenar, según las opiniones de un grupo de consumidores, un par o una serie de muestras de acuerdo con un aprecio personal o una preferencia. Las frases que ejemplifican esta prueba son: a) Ordene, de izquierda a derecha, las tres muestras que se le presentan, desde la que más prefiera hasta la que menos prefiera, b) Indique en secuencia numerada (del 1 al 4) el orden de mayor a menor preferencia, c) De estas dos muestras, ¿Cuál prefiere?.

Se maneja por lo menos un par o, si no, una serie de muestras que serán objeto de un arreglo por el juez afectivo, según su preferencia. De acuerdo con el objetivo de la

evaluación sensorial, las muestras no necesariamente deben ser homogéneas. El mínimo de muestras que deben evaluarse por sesión se determina por la naturaleza del estímulo, el tipo de consumidor e incluso la ambientación en la que dicha prueba se desarrolle; por ejemplo, es diferente que niños prueben chile piquín con limón en la escuela, que un grupo de señoras evalúen limonadas en su casa. La población elegida para la evaluación debe corresponder a los consumidores potenciales o habituales del producto en estudio.

2.6.1.2. Prueba de nivel de agrado

Esta prueba localiza el nivel de agrado o desagrado que provoca una muestra específica. Se utiliza una escala hedónica, sin mayores descriptores que los extremos de la escala, en los cuales se puntualiza la característica de agrado. Esta escala debe contar con un indicador del punto medio, a fin de facilitar al juez consumidor la localización de un punto de indiferencia a la muestra. Antiguamente se utilizaba una escala estructurada de cinco, nueve o más puntos que describían desde un extremo agrado hasta un extremo desagrado; pero se ha observado que los descriptores causaban más confusión que orientación al consumidor, por lo que la modalidad de la escala no estructurada resulta más entendible para el usuario. Se presenta una o más muestras, según la naturaleza del estímulo, para que cada una se ubique por separado en la escala hedónica. Es recomendable que estas muestras se presenten como un consumidor las confrontaría habitualmente, procurando evitarle la sensación de que se encuentra en una circunstancia de laboratorio o bajo análisis.

2.6.1.3. Prueba de aceptación

Tiene como objetivo evaluar, de acuerdo con un criterio personal subjetivo, si la muestra presentada es aceptable o rechazable para su consumo. Este concepto de aceptabilidad se puede utilizar de distintas maneras: ¿Le gusta esta muestra de

caramelo?, ¿Compraría o no este producto?, ¿Daría usted este puré de manzana a su niño(a)?.

La prueba de aceptación requiere de por lo menos una muestra para evaluar; en el caso de que sean varias, cada una debe considerarse por separado o independiente de la siguiente. Esta prueba no requiere de referencia o muestras para comparar, ya que el juez-afectivo utiliza su propio criterio y gusto personal para juzgar a la muestra como aceptable o rechazable para el consumo. La muestra se presentará en la forma en que la evaluaría un consumidor normal. Las personas que participen en este tipo de pruebas no requieren de entrenamiento alguno, y se aconseja que por lo menos deseen participar en dicha evaluación. La población elegida debe corresponder a los consumidores potenciales o habituales del producto en estudio.

2.6.2. TEXTURA Y SU DETERMINACIÓN

Se consumen alimentos básicamente por la necesidad del organismo de nutrimentos, pero el comer es también entendido por el hombre como un placer. En este sentido, el hombre juzga sensorialmente la calidad de los alimentos que consume con base en sus atributos, que se perciben por medio de los sentidos, los cuales son procesados en el cerebro como una impresión global de la calidad. Debido a la importancia de la textura en la calidad de los alimentos, se han hecho importantes esfuerzos por sistematizar su evaluación ya sea desde el punto de vista sensorial, así como por métodos instrumentales.

Entiéndase por textura como el atributo de un alimento, resultado de una combinación de propiedades físicas y percibidas por el sentido del tacto, vista y oído. Las propiedades físicas pueden incluir tamaño, forma, número y conformación de los elementos estructurales constituyentes del producto (Piggott, 1998).

2.6.2.1. Evaluación sensorial de la textura

Al llevar a cabo pruebas sensoriales de textura, lo más importante es que quede bien claro para los jueces qué es lo que ellos deben medir. Es difícil describir cosas tan subjetivas como son los atributos sensoriales y hacer que todos los jueces entiendan lo mismo. Para ello es necesario realizar un entrenamiento adecuado de los jueces.

Es importante enmascarar el color y el sabor de las muestras para que estos atributos no interfieran con las respuestas de los jueces acerca de las texturas de las mismas. En el caso de muestras <<dulces>> (frutas, productos de repostería o confitería, helados, etc.) se les da a los jueces una pastilla de menta fuerte para que la chupen antes de probar los alimentos a evaluar.

En los análisis de textura es preferible evitar el uso de vehículos, es decir, sustancias o alimentos en los que se incorpora, unta o mezcla el producto a evaluar, ya que las características sensoriales podrían interferir con la muestra (Anzaldúa-Morales, 1994). Sin embargo, en pruebas hedónicas realizadas a ciertos productos, como en el caso de la pasta laminada, se recomienda utilizar un vehículo, ya que si es probada sola, su consistencia no puede apreciarse de la misma manera que cuando está sobre el pastel (Larmond, 1977). En este caso, el pastel utilizado como vehículo debe tener siempre las mismas características, es decir, debe usarse siempre la misma receta o la misma marca comercial (Anzaldúa-Morales, 1994).

2.6.2.2. Análisis Instrumental del Perfil de Textura (APT)

Algunas propiedades sensoriales no pueden ser descritas como un solo atributo, sino como una combinación o agrupación de varias características que conforman el atributo en cuestión (Anzaldúa-Morales, 1994). Para ser más precisos, para describir la textura de la pasta laminada, no se puede hablar sólo de su textura porque implica muchos términos, más bien se puede describir qué tan dura es, si es frágil, elástica, suave, etc. (Rosenthal, 2001). Para medir instrumentalmente dichos atributos, se

desarrolló la técnica conocida como **análisis de perfil de textura (APT)**. El análisis de perfil de textura instrumental es un experimento que imita a dos o más ciclos de masticación mediante la compresión de una muestra entre dos superficies paralelas. En la respuesta gráfica (Figura 2) se obtiene la fuerza aplicada frente al desplazamiento y permite evaluar características mecánicas de textura primarias y secundarias (Lara y Lescano, 2004).

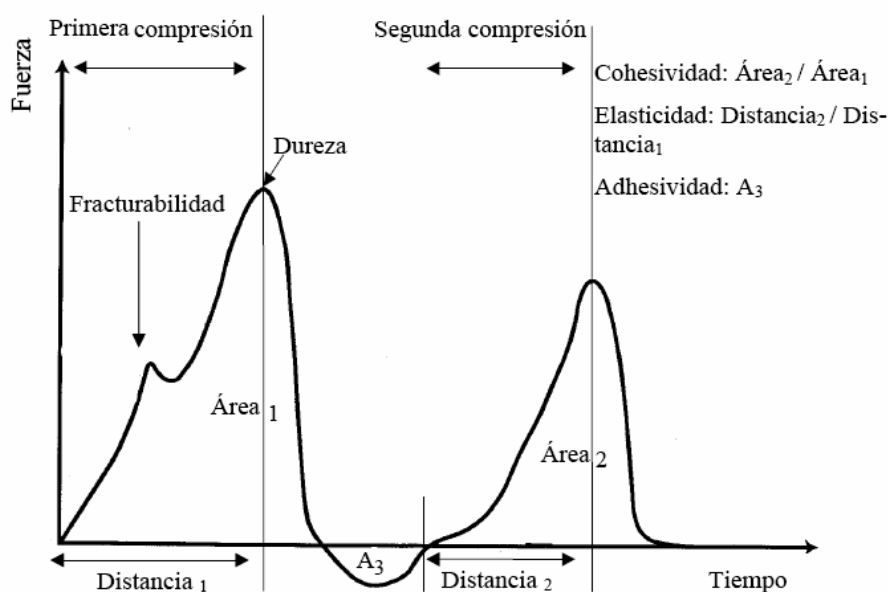


Figura 2. Curva típica del APT (Ruíz, 2005)

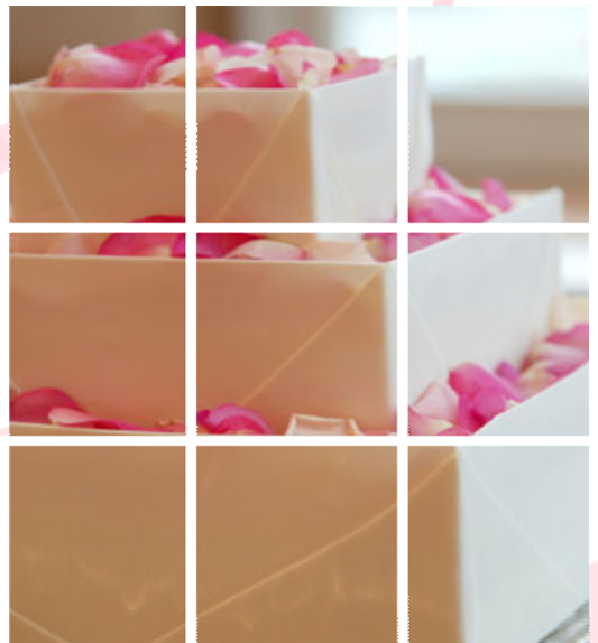
Las propiedades o características de textura han sido codificadas en función de las propiedades físicas del material en atributos mecánicos, geométricos y de composición. Además, se pueden clasificar también por el orden en que se perciben durante el consumo en, atributos de percepción inicial, percepción inicial en el paladar, de masticación y residual. Estos atributos se utilizan para reportar los resultados de las evaluaciones de textura tanto instrumentales como sensoriales, y para tener una idea más clara de lo que cada atributo describe (Bourne, 2002). En la tabla 1 se muestran definiciones, desde el punto de vista físico y sensorial de algunos atributos primarios de textura.

Tabla 1. Definiciones de algunos atributos primarios de la textura	
Atributo	Definición
Dureza	<p>Física: Fuerza necesaria para una deformación dada</p> <p>Sensorial: Fuerza requerida para comprimir una sustancia entre las muelas (sólido) o entre lengua y el paladar (semisólidos)</p>
Cohesividad	<p>Física: Qué tanto puede deformarse un material antes de romperse</p> <p>Sensorial: Grado de compresión de una sustancia entre los dientes antes de romperse</p>
Elasticidad	<p>Física: Tasa a la cual un material deformado regresa a su condición inicial después de retirar la fuerza deformante</p> <p>Sensorial: Grado hasta el cual regresa un producto a su forma original una vez que ha sido comprimido entre los dientes</p>
Adhesividad	<p>Física: Trabajo necesario para vencer las fuerzas de atracción entre la superficie del alimento y la superficie de otros materiales con los que el alimento entra en contacto</p> <p>Sensorial: Fuerza requerida para retirar el material que se adhiere a la boca (generalmente al paladar) durante el consumo</p>

Fuente: Bourne, 2002.

La percepción humana de la textura incluye estímulos relacionados con el tamaño, forma, orientación de las partículas en el interior del alimento, sensación de humedad y contenido graso, por lo que la evaluación sensorial proporciona una medida más completa de dicho atributo (Lara y Lescano, 2001).

Objetivos



3. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Desarrollar una pasta laminada para recubrir productos de repostería y pastelería.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Definir los componentes y la concentración a utilizar dentro de la formulación final
- Determinar la calidad microbiológica, fisicoquímica y sensorial del producto desarrollado
- Establecer la preferencia y aceptación del producto desarrollado mediante un panel de consumidores potenciales
- Determinar la vida útil del producto y el tipo de envase más adecuado para su conservación y distribución

Materiales y Métodos



4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. MATERIAS PRIMAS Y EQUIPO

Las materias primas utilizadas para el desarrollo del producto fueron:

A) Azúcar glass	Marca Verde Valle
B) Jarabe de maíz	Marca Carlota
C) Almidón de maíz	Marca Tres Estrellas
D) Manteca vegetal	Marca INCA
E) Glicerol	A granel (farmacia Paris)
F) Glucosa	Marca La Gloria
G) Grenetina	Marca Duché
H) Goma arábica	Marca Duché
I) Goma xantana	Marca Duché
J) Sorbato potásico	Aditimex

El equipo utilizado para el desarrollo de la pasta laminada fue:

A) Batidora	Marca Kitchen Aid
B) Horno de microondas	Marca Packard Bell
C) Balanza analítica	Marca Ohaus
D) Mufla	Marca Lab-Inc
E) Cuarto Frío	Del Centro de Investigación en Ciencia y Tecnología de Alimentos (CICyTA Tulancingo, Hidalgo)
F) Texturómetro	TA – XT2
G) Selladora manual	Marca Garfer

4.2. FÓRMULA INICIAL

La determinación de la fórmula base se llevó a cabo ensayando formulaciones establecidas en la literatura (Alvarado, 1998) y la utilizada en la pasta comercial (marca Wilton) de origen estadounidense por su disponibilidad en el mercado. La composición de la fórmula inicial se puede observar en la tabla 2.

Tabla 2. Composición de la fórmula inicial de la pasta laminada	
Materia Prima	Formulación %
Azúcar glass	88
Glicerina	1
Grenetina	1.5
Glucosa	2.5
Espesantes (goma tragacanto)	1
Agua	2
Manteca Vegetal	4

4.3. DESARROLLO DE LA FORMULACIÓN

La nueva fórmula a desarrollar debería cubrir las siguientes necesidades:

- ◆ Disminuir el dulzor de la pasta
- ◆ Mejorar la textura, disminuir la dureza y aumentar la adhesividad y la cohesividad de manera que para los consumidores potenciales, el cambio fuera perceptible

En base a estas necesidades, se realizaron las siguientes pruebas:

- ◆ Sustitución de componentes
- ◆ Ensayo de diferentes concentraciones de los componentes seleccionados

4.3.1. PRUEBA DE SUSTITUCIÓN DE COMPONENTES

Para establecer los componentes que habrían de sustituirse se determinó por medio de la literatura (Alvarado, 1998) cuál de ellos ejercía el mayor efecto sobre la textura y el dulzor de la pasta (tabla 3). De esta manera, se obtuvo que la glucosa y los espesantes fueron los dos componentes que habrían de ser sustituidos en la pasta.

Tabla 3. Componentes que pueden sustituirse en la pasta laminada		
Componente	¿Sustituible?	Funcionalidad en la pasta laminada
Agua	No	Hidrata la grenetina
Azúcar glass	No	Principal componente encargado de la textura y sabor dulce de la pasta
Glicerina	No	Principal humectante
Glucosa	Si	Por aportar dulzor, prevenir la cristalización y aumentar la viscosidad puede ser sustituido por jarabe de maíz
Grasa Vegetal	No	Promueve la estructura esponjada
Grenetina	No	Principal agente gelante que aumenta a viscosidad de la solución de la pasta antes de integrar el azúcar glass
Espesantes	Si	Promueven una estructura tridimensional y pueden sustituirse por cualquier espesante que confiera las propiedades deseadas

La glucosa fue sustituida por jarabe de maíz y el espesante (goma tragacanto) por goma xantana, goma arábica, almidón de maíz y almidón pregelatinizado. La elección de estos componentes se realizó en base a la literatura expuesta en el apartado de antecedentes (ver sección 2.3.2) y a la disponibilidad de los mismos en el mercado.

Cada formulación se ensayó variando un componente a la vez a la misma concentración. Una vez establecidos los componentes a sustituir, se midieron los siguientes atributos (Anexo II):

- a) Textura visual: se utilizó un rodillo para extender el producto y observar si se fracturaba o no.
- b) Apariencia: se observó la presencia de exudación, resequedad y homogeneidad de la muestra.
- c) Extensibilidad: se cortó un cubo de 10 x 10 x 2 cm y se determinó el área al pasar el rodillo 3 veces sobre la muestra (Cárdenas, 2003).

Para determinar el efecto que ejercía la sustitución de cada componente en la pasta laminada, se empleó el test descriptivo por parámetros con una escala estructurada de 3 puntos tipo Karlsruhe (tabla 4), en la cual 1 = pésimo, 3 = regular y 5 = excelente (Wittig y col., 2003).

Tabla 4. Escala tipo Karlsruhe para evaluar la calidad de la pasta laminada al sustituir los componentes			
Atributo	Calidad grado 1 Características típicas	Calidad Grado 2 Deterioro tolerante	Calidad Grado 3 Deterioro intolerante
	5 = Muy Buena	3 = Regular	1 = Muy mala
Textura (Fracturabilidad)	No se quiebra al manejarla, muy suave	Levemente quebradiza, algo seca y poco suave	Muy quebradiza y seca, nada suave
Apariencia	Muy buena apariencia, uniforme, típica, sin humedad en la superficie, color uniforme	Apariencia regular, presenta una ligera humedad en la superficie, color ligeramente degradado	Muy mala apariencia por presencia de excesiva humedad en la superficie, color desagradable
Extensibilidad*	Mayor área	Área intermedia	Área menor

* Para determinar la puntuación correspondiente a cada área, se compararon las muestras y se le asignó la calificación más alta a aquella que obtuvo la mayor área, mientras que a la que obtuvo la menor, se le asignó la calificación más baja.

Las determinaciones de la prueba de sustitución de ingredientes se realizaron a nivel laboratorio con dos jueces (quienes desarrollaron la pasta) y un juez experto en repostería y pastelería. Se efectuaron tres repeticiones por muestra, midiendo el efecto durante la primera, segunda, tercera y cuarta semana de almacenamiento en bolsas aluminizadas y a temperatura ambiente.

4.3.2. ENSAYO DE DIFERENTES CONCENTRACIONES

Una vez seleccionados los componentes, se mantuvieron constantes las concentraciones de agua, grasa vegetal, grenetina, glicerol y jarabe de maíz y se modificaron las concentraciones del espesante y del azúcar glass, ya que el primero determina las propiedades tridimensionales del producto antes de la incorporación del azúcar glass (Charley, 2001), y el segundo incide directamente en el dulzor y la textura final del fondant extendido.

La medición del efecto de dicha sustitución, se llevó a cabo utilizando la misma metodología descrita en la selección de los ingredientes, utilizando una escala tipo Karlsruhe determinado bajo las mismas condiciones de medición (jueces) y almacenamiento. En la tabla 5 se muestran los ensayos realizados para determinar las concentraciones adecuadas del espesante seleccionado y el azúcar glass.

Tabla 5. Ensayos para determinar las concentraciones adecuadas de espesante y azúcar glass														
	Ensayos													
Ingrediente %	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Espesante	1.35	1.5	1.68	1.92	2.25	2.70	3.37	1.35	1.5	1.68	1.92	2.25	2.70	3.37
Azúcar Glass	90	90	90	90	90	90	90	75	75	75	75	75	75	75

4.4. ELABORACIÓN DE LA PASTA LAMINADA

El proceso para la elaboración de la pasta laminada se muestra en el diagrama 1. La elaboración del producto se realizó a nivel laboratorio (Anexo III) y consistió básicamente en la mezcla de los componentes, posteriormente un calentamiento y finalmente la adición de la sacarosa, la cual determinó la consistencia del producto final. A continuación se muestra el diagrama del proceso de la elaboración de la pasta.

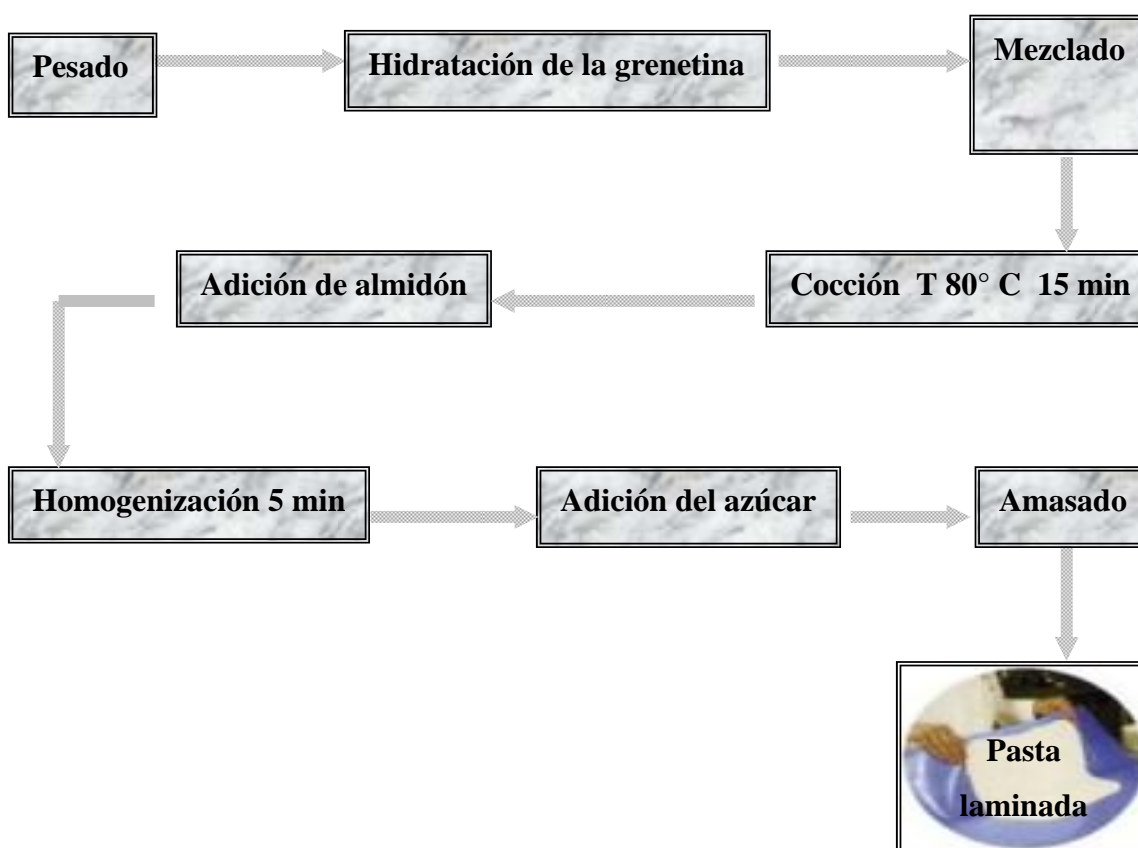


Diagrama 1. Proceso de elaboración de la pasta laminada

La hidratación de la grenetina se efectuó en una relación 1:3 (p/v) con la finalidad de que no se formara una gel con alta dureza.

Una vez hidratada la grenetina, se procedió a mezclar la grasa vegetal, el glicerol y el jarabe de maíz. La mezcla se llevó a calentamiento en horno de microondas a potencia 6, durante 1 min. De esta forma se obtiene una solución capaz de integrar cada molécula de sacarosa.

Para obtener el almidón pregelatinizado, se adicionaron 60 mL de agua purificada a 135 g de almidón y se llevó a calentamiento en horno de microondas a potencia 6 durante 40 s. El almidón pregelatinizado se adicionó a la mezcla de grenetina, grasa vegetal, glicerol y miel de maíz, mezclándose en la batidora industrial por 5 min.

Posteriormente se adicionaron 15 g de azúcar por cada 5 revoluciones de las aspas de la batidora a potencia 3. A esta velocidad se incorporaron poco a poco las partículas de azúcar glass a la mezcla, formándose una pasta homogénea y sin grumos.

Para reducir riesgos de contaminación se siguieron las buenas prácticas de manufactura citadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-120-SSA1-1994.

4.5. ESTIMACIÓN DE LA VIDA ÚTIL

Se utilizó la metodología de las PAVU para estimar la vida útil del fondant extendido, como se describe a continuación (Fennema, 2000):

1. Se determinaron los factores que pueden llevar a una pronta degradación de la pasta laminada:
 - ◆ Cambios en la textura
 - ◆ Calidad microbiológica
 - ◆ Determinación de olor rancio (rancidez)

2. Se seleccionaron las condiciones de almacenamiento. Debido a que se trata de un alimento con un bajo porcentaje de humedad, se colocaron las muestras en frascos sellados herméticamente (Anexo IV), en las condiciones especificadas en la tabla 6.

Tabla 6. Condiciones de almacenamiento de la pasta laminada para la estimación de vida útil		
Temperatura	Humedad Relativa	Almacenamiento
(20° ±2° C)	80 %	En cancelas al ambiente
(20° ±2° C)	60 %	
35° C	80 %	En incubadora
35° C	60 %	
4° C	80 %	En cuarto frío
4° C	60 %	

Estas condiciones fueron elegidas para exponer la muestra a condiciones extremas y acelerar el proceso degradativo.

3. Se determinó el factor Q10.
4. Se realizaron 5 ensayos con una frecuencia de 7 días entre cada uno.

Bajo estas condiciones se determinó la vida útil del alimento utilizando la ecuación de Arrhenius [4] (Casp y Abril, 1999).

4.6. ENVASE

A la par con la estimación de la vida útil, se llevaron a cabo pruebas de envase, utilizando la metodología de pruebas reales de laboratorio (Díaz, 2005), en la cual el

producto se ensayó en el envase en el cual sería comercializado y simulando un almacenamiento de 8 semanas.

La selección del envase se realizó a partir de la composición química del producto, ya que estas características determinan los posibles factores de alteración que puede sufrir la pasta laminada.

Se efectuaron pruebas de envase primario. Los envases a ensayar fueron elegidos según su disponibilidad en el mercado y se buscó experimentar con un envase semejante al que contenía el producto comercial (bolsa aluminizada) con el que fue comparado.

Así pues, se colocaron 100 g de pasta laminada en cada tipo envase a probar, los cuales fueron:

- a) Bolsa de polietileno de 10 cm de ancho por 15 cm de largo
- b) Plástico autoadherible
- c) Bolsa aluminizada de 10 cm de ancho por 15 cm de largo

Todos los envases utilizados fueron cerrados herméticamente con una selladora manual para bolsas plásticas marca GARFER, y se introdujo la muestra con el envase primario en cajas de cartón corrugado.

Se realizó un monitoreo en cuanto al sabor, olor, color, apariencia y textura (visual) a nivel laboratorio (Cárdenas, 2003), para determinar el envase más adecuado para el producto. El monitoreo fue realizado por los dos jueces que desarrollaron la nueva pasta laminada y un juez experto en repostería y pastelería.

4.7. ANÁLISIS QUÍMICO

Debido a la naturaleza de los componentes que conforman la pasta, sólo se realizaron las siguientes determinaciones, según los métodos de la AOAC (1990):

- ◆ Análisis de humedad
- ◆ Análisis de cenizas
- ◆ Análisis de lípidos

4.8. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

El análisis microbiológico de la pasta consistió en las siguientes determinaciones:

- ◆ Recuento de bacterias aerobias por el método de cuenta en placa. NOM-092-SSA1-1994
- ◆ Recuento de mohos y levaduras en alimentos por el método de cuenta en placa. NOM-111-SSA1-1994
- ◆ Recuento de microorganismos coliformes totales por el método de cuenta en placa. NOM-113-SSA1-1994

Todas las diluciones para el recuento de microorganismos se realizaron conforme a la NOM-110-SSA1-1994. Bienes y servicios. Preparación y dilución de muestras de alimentos para su análisis microbiológico.

4.9. ANÁLISIS SENSORIAL

4.9.1. PRUEBAS HEDÓNICAS

Las pruebas hedónicas se llevaron a cabo en Pachuca, Hidalgo, con un total de 192 jueces, de los cuales 150 eran jueces no entrenados, es decir, consumidores potenciales y/o habituales del producto (panaderos, pasteleros y amas de casa) y 42 jueces semientrenados.

Para la elección de los jueces consumidores, la ciudad de Pachuca se dividió en 9 zonas, (figura 3). Se escogieron 4 pastelerías por cada zona para llevar a cabo las pruebas, las cuales se realizaron a panaderos, pasteleros y empleados expertos de cada pastelería. Paralelamente, se seleccionaron, al azar, a 50 amas de casa de dichas zonas.

Los jueces semientrenados eran alumnos del área de Química en Alimentos de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, que habían cursado la asignatura de análisis sensorial, los cuales recibieron información sobre los atributos a evaluar en una sesión previa al análisis (ver sección 4.9.1.1.).

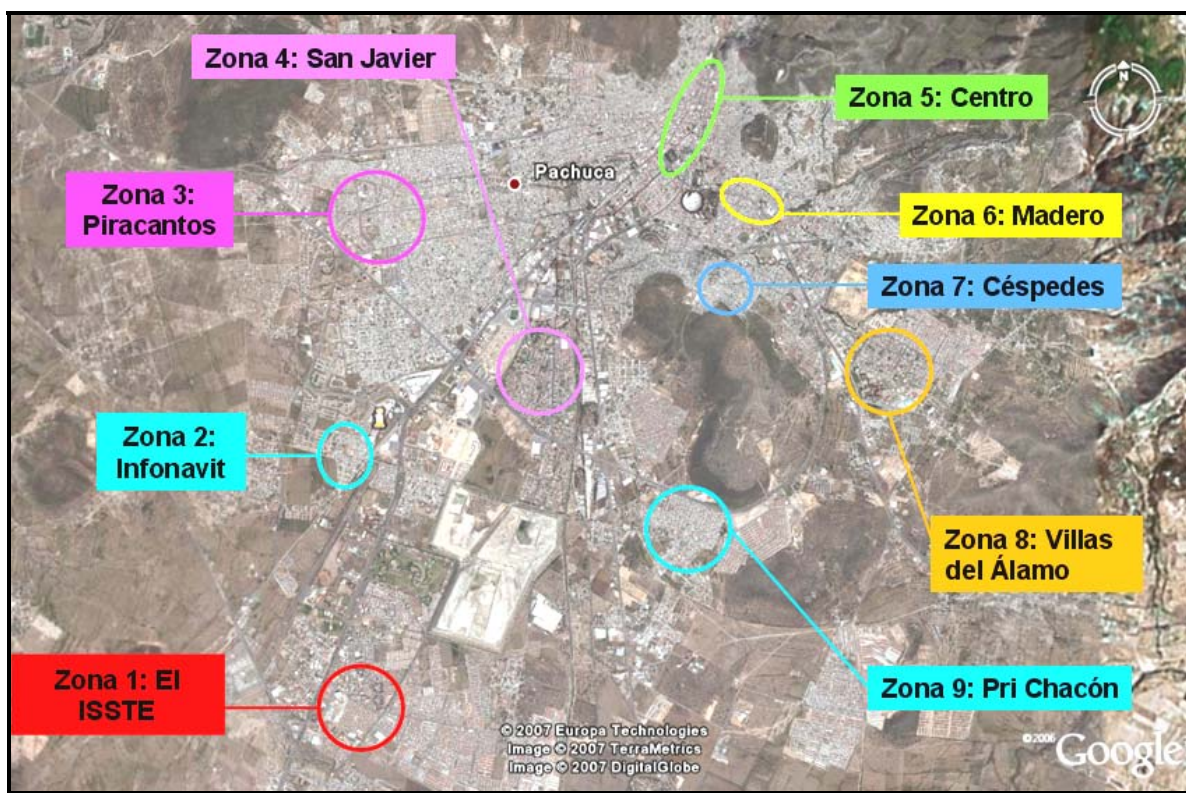


Figura 3. Zonas seleccionadas de la ciudad de Pachuca para las pruebas hedónicas

Se elaboraron dos pasteles sabor chocolate, ambos con la misma formulación. Uno de los pasteles se decoró con la pasta desarrollada y el otro con la pasta comercial.

Se decoraron con el mismo diseño de manera que el aspecto no influyera en la decisión de los jueces (figura 4).

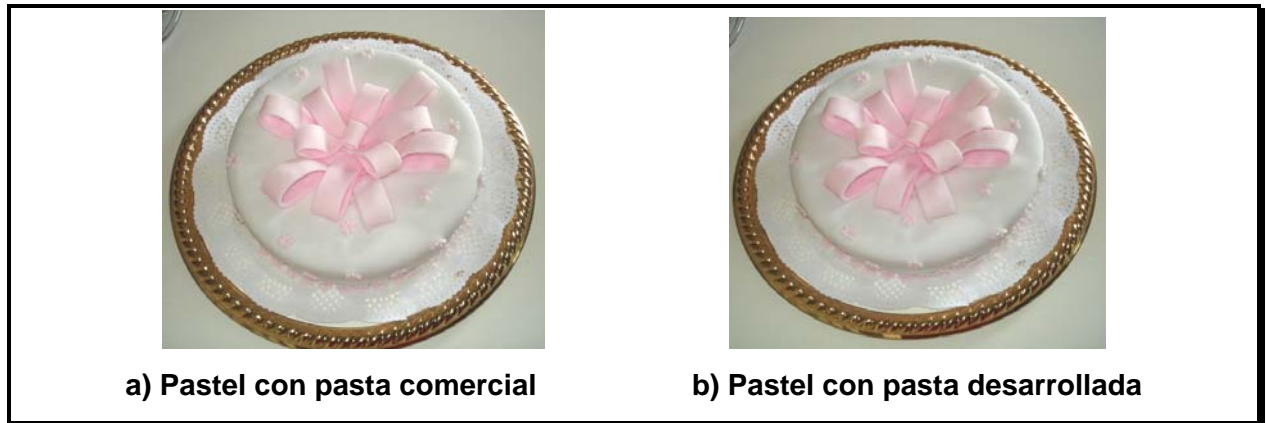


Figura 4. Pasteles utilizados para las pruebas hedónicas con consumidores

Se entregaron 3 fichas de cata por juez con las especificaciones adecuadas y correspondientes a cada prueba (Anexo V1).

Los pasteles se partieron en rebanadas semejantes y se le proporcionó a cada juez una rebanada de cada pastel, en platos codificados con tres cifras numéricas elegidas al azar.

4.9.1.1. Prueba de preferencia

a) Con jueces consumidores

Se les proporcionaron las muestras a los jueces y se les indicó que contestaran el cuestionario correspondiente a la prueba, indicando qué muestra preferían y sus comentarios (Anexo V1 a).

Interpretación de resultados: Se determinó el porcentaje de muestras que fue más preferida. Se localizó en la tabla de significancia para pruebas de dos muestras (Anexo V2) el número de jueces que intervinieron en la prueba, y se localizó el

número mínimo de respuestas coincidentes para que haya diferencia significativa (al 1%) en la preferencia de una muestra ante otra. El valor encontrado en la tabla indica cuantos jueces deben haber preferido una cierta muestra para que en realidad haya preferencia significativa (Anzaldúa-Morales, 1994).

b) Con jueces semientrenados

Antes de comenzar la prueba, se les impartió una sesión a los jueces en donde se les explicó que deberían calificar el dulzor y la textura global de las muestras tomando en cuenta los parámetros de dureza, cohesividad, adhesividad y granulosidad.

A diferencia de la prueba de preferencia con jueces consumidores, las muestras a evaluar se les proporcionaron sin vehículo (sin pastel), para evitar interferencias y asegurar que la preferencia expresada se refiriera únicamente al sabor (dulzor) y la textura de la pasta laminada.

Las dos muestras se presentaron de manera idéntica a los jueces (mismo color y mismas dimensiones (2.25 cm²), en charolas individuales de aluminio codificadas cada una con tres dígitos numéricos, elegidos al azar.

Para la evaluación del sabor, se les presentó un cuestionario (Anexo V1 b) en donde cada juez determinó su preferencia por alguna de las dos muestras en base al dulzor de la pasta.

Para la evaluación de la textura se enmascaró el sabor dulce de las muestras, para lo cual se les proporcionó a cada juez una pastilla de menta fuerte (marca Halls) para que la chuparan antes de probar las muestras a evaluar (Anzaldúa-Morales, 1994). Posteriormente, los jueces evaluaron las muestras de izquierda a derecha en base a la textura (dureza, cohesión, adhesividad y granulosidad) de la pasta, expresando su preferencia por alguna de las dos muestras.

Los resultados se interpretaron como se indica en la evaluación de preferencia con jueces de consumo.

4.9.1.2. Prueba de nivel de agrado

Procedimiento: Se les presentó a los 150 jueces potenciales un cuestionario (Anexo V1 c) con una escala de 5 puntos en donde expresaron el nivel de agrado global de la muestra y su intención de compra.

Interpretación de los resultados. Se obtuvo el valor medio y la desviación estándar y se relacionó con el valor total de la escala construida al otorgar calificaciones positivas, negativas y neutras, tal como se muestra en la tabla 7 (Pangborn y Pedrero, 1989).

Tabla 7. Calificaciones positivas y negativas correspondientes a cada nivel de agrado	
Nivel	Calificación
Me gusta muchísimo	+ 2
Me gusta mucho	+ 1
Ni me gusta, ni me disgusta	0
Me disgusta	-1
Me disgusta muchísimo	- 2

4.9.1.3. Prueba de aceptación

Procedimiento: Se evaluó por medio de la ficha de cata, el nivel de aceptación y la intención de compra del producto (Anexo V1 d) y se les indicó a los jueces que respondieran el cuestionario de los datos socioeconómicos (Anexo V1 e), para poder determinar el posible mercado del producto.

Interpretación de resultados: Se determinó por medio de la tabla de significancia para pruebas de dos muestras, del Anexo V2, cuál de los dos productos es significativamente más aceptado por los jueces. Con el primer cuestionario se determinó el nivel socio económico y cultural de los jueces y se relacionaron los parámetros de investigación con los resultados de la prueba de preferencia. Se analizó el segundo cuestionario (intención de compra) para evaluar la actitud de los consumidores hacia el nuevo producto y la conveniencia de introducirlo en el mercado (Anzaldúa-Morales, 1994).

4.10. ANÁLISIS DE PERFIL DE TEXTURA (APT) INSTRUMENTAL

La medición de textura se realizó utilizando un Texturómetro TA XT2i (Anexo VI), bajo las siguientes condiciones: velocidad de prueba de 1.7 mm/s; velocidad de retirada 1.7 mm/s; distancia 10 mm; tiempo 5 seg y una fuerza (celda de carga) de 5 kg.

Los accesorios utilizados fueron: un cilindro de acrílico de 2 pulgadas (5.08 cm) (Anexo VI) y un molde cilíndrico de acrílico para la muestra.

De cada una de las pastas analizadas (comercial y desarrollada), se tomó una muestra de 5 g, en forma de esfera de 3 cm de diámetro. Posteriormente se sometió la muestra a dos ciclos de compresión – descompresión con la sonda cilíndrica de 2 pulgadas. Los datos fueron recogidos por la computadora acoplada al texturómetro mostrando las gráficas y los datos correspondientes a la prueba. Por cada muestra se realizaron tres réplicas y se determinaron los siguientes parámetros de textura (Piggott, 1998):

- Dureza: es la altura del segundo pico

- Adhesividad: es el área, en unidades arbitrarias instrumentales, del pico negativo formado cuando la celda es retirada de la muestra entre los dos ciclos de compresión.
- Cohesividad: radio del área debajo del segundo pico entre el radio del área del primer pico (A_2/A_1).
- Elasticidad: la diferencia entre la distancia A, resultante del contacto inicial al contacto en el segundo ciclo, y la distancia B

Cálculos: de la curva fuerza vs tiempo (figura 2), se obtienen los parámetros del Análisis de Perfil de Textura concernientes al producto.

4.11. ETIQUETADO

La Norma Oficial Mexicana NOM-051-SCFI-1994, especifica todos los requisitos que debe cumplir la etiqueta para un alimento que tenga como objetivo ser comercializado. Con base a esta norma, la etiqueta de la pasta laminada debe incluir los siguientes datos.

1. Nombre o denominación del alimento
2. Lista de ingredientes
3. Contenido neto
4. Nombre y domicilio fiscal
5. País de origen
6. Identificación del lote
7. Información nutrimental
8. Fecha de consumo preferente
9. Instrucciones para el uso

Por lo tanto, fue necesario idear una marca comercial y registrarla, para la posterior comercialización del producto. De la misma manera, se realizó un diseño gráfico para la marca, la etiqueta y el envase secundario del producto.

4.12. DETERMINACIÓN DEL COSTO UNITARIO

El costo unitario del producto está determinado por los costos de la materia prima, la mano de obra y los cargos indirectos. La sumatoria de cada componente de dichos elementos, expresará el costo real por unidad.

$$\text{M.P.} + \text{M.O.} + \text{C.I.} = \text{Costo unitario de producción}$$

Todos los costos se estimaron en base a la producción de 2 Kg de fondant extendido por hora con dos trabajadores elaborando el producto en 1 jornada de 8 horas.

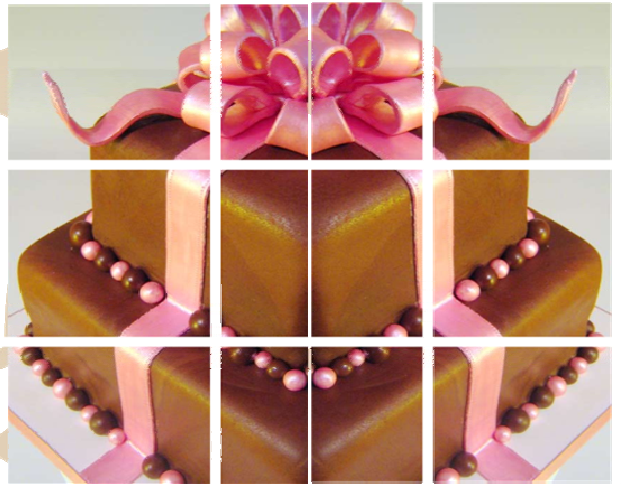
4.13. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para analizar estadísticamente los resultados, se utilizó el programa SPSS versión 15.0.

Con las tablas obtenidas de los resultados de cada determinación analítica, se realizó como primer paso un análisis descriptivo de los datos; encontrando para cada grupo la media, la desviación estándar, los intervalos de confianza con un 99% de confiabilidad y el coeficiente de variabilidad o porcentaje de error relativo, para el cual se obtuvieron valores menores al 1%. Es decir, hay 1% de probabilidad de no rechazar una hipótesis nula verdadera (Johnson y Kuby, 2004).

Los resultados del Análisis de Perfil de Textura se examinaron mediante un ANOVA de una vía.

Resultados y Discusiones



5. RESULTADOS Y DISCUSIONES

5.1. FÓRMULA INICIAL

Los componentes que se utilizaron para la fórmula base, fueron elegidos de acuerdo a su funcionalidad en el producto, su disponibilidad y bajo costo.

5.2. DESARROLLO DE LA FORMULACIÓN

5.2.1. SUSTITUCIÓN DE INGREDIENTES

a) Jarabe de maíz comparado con glucosa

Durante las dos primeras semanas de almacenamiento, no se observaron diferencias en cuanto a la dureza, extensibilidad y fracturabilidad de ambas pastas laminadas. Sin embargo, a partir de la tercera semana, la pasta laminada elaborada con glucosa, mostró una mayor dureza, la cual se intensificó al cabo de las cuatro semanas de ensayo ya que al extenderse se fracturaba con facilidad, su extensibilidad fue inferior y mostraba exudación en la superficie. Al evaluar las muestras con la escala tipo Karlsruhe, la pasta laminada elaborada con jarabe de maíz obtuvo una calificación de calidad grado uno (5 puntos) mientras que la pasta laminada elaborada con glucosa recibió una calificación de calidad grado dos (3 puntos), por lo tanto, se eligió el jarabe de maíz como componente de la formulación final.

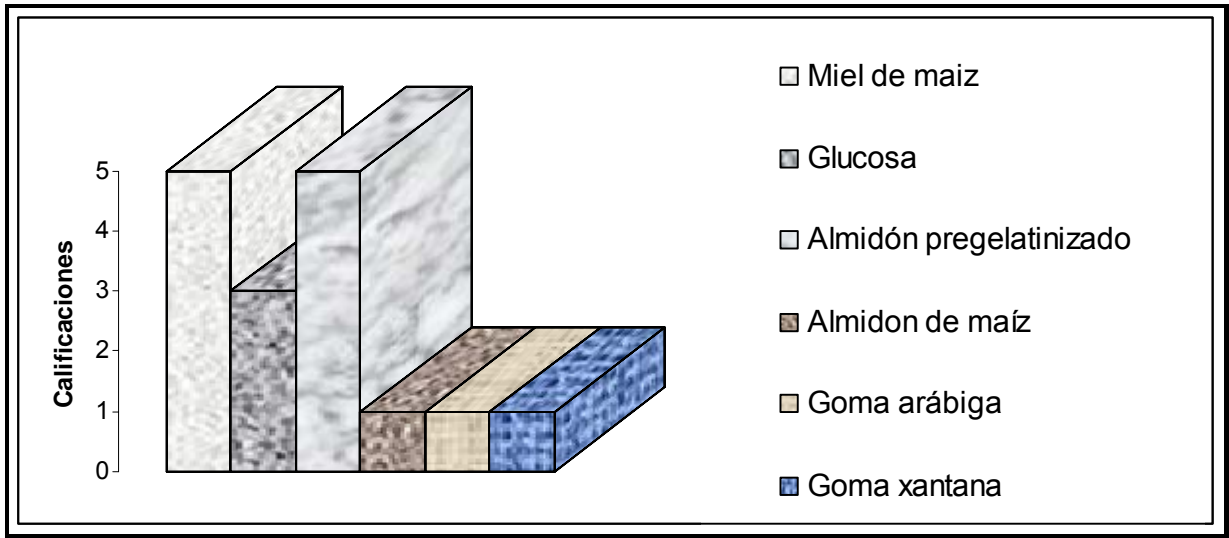


Gráfico 1. Calificaciones otorgadas a los componentes evaluados, según la escala tipo Karlsruhe

b) Efecto de gomas y espesantes

Se observó que el almidón de maíz sin pregelatinizar, la goma arábica y la goma xantana le conferían a la pasta laminada una excesiva dureza y fracturabilidad, ya que después de dos semanas de almacenamiento, mostraron una calidad tipo 3 (deterioro intolerante). Por lo tanto, se descartó su uso en la formulación y se les otorgó la mínima calificación. Estos espesantes son usados en confitería en productos con mayor contenido de sacarosa cristalizada y agua por su capacidad de disolverse en la solución, pero para fines de la pasta laminada, la viscosidad que proporcionan es muy baja en comparación a la del almidón pregelatinizado, el cual le proporcionó a la pasta una mejor textura perceptible a la vista y al tacto, así como una mejor capacidad de extendimiento sin fractura, por lo que se le otorgó la mayor calificación (5 puntos en la escala tipo Karlsruhe). Este tipo de almidón, tiene la característica de poder utilizarse a temperatura ambiente y se disuelve fácilmente en la solución aumentando la viscosidad, disminuyendo así la formación de grietas en la superficie de la pasta (Fennema, 2000).

5.3. FÓRMULA BASE

Considerando los resultados de los efectos de los ingredientes, la fórmula final optimizada se expresa en la tabla 8.

Tabla 8. Fórmula final de la pasta laminada desarrollada	
Ingredientes	%
Azúcar glass	61.5
Almidón de maíz	13.5
Agua	4.5
Grenetina	1.5
Glicerina	2.5
Manteca vegetal	4
Miel de maíz	12.5

5.4. ESTIMACIÓN DE LA VIDA ÚTIL

Después de la elaboración de un producto alimenticio hay un periodo determinado (vida útil o vida de anaquel) durante el cual mantiene el nivel requerido de sus cualidades organolépticas y de seguridad (Casp y Abril, 1999), es decir, el alimento sigue siendo seguro y adecuado para su consumo (Man, 2004).

Para determinar la vida útil de la pasta laminada, fue esencial determinar los factores que la limitan:

- a) La pérdida de textura (aumento de dureza, pérdida de cohesión y elasticidad)
- b) El crecimiento de mohos y levaduras

Después de 2 semanas de almacenamiento a 4°, 20° y 35° C, se pudo constatar un aumento en la dureza del producto, mientras que el desarrollo microbiano permaneció dentro de los límites establecidos en el PROY-NOM-217-SSA1-2002. Por ello, el factor limitante para la estimación de la vida útil de la pasta laminada fue la textura. Debido a que esta propiedad es un conjunto de atributos, solo se tomó en cuenta la pérdida o aumento de dureza para dicha estimación. Al aumentar la dureza (figura 5a) disminuyen la cohesión, la adhesividad y la elasticidad. Al disminuir la dureza (figura 5b), los puentes entre el agua y el glicerol se debilitan, emigrando estos compuestos a la superficie, por lo que la pasta se vuelve más cohesiva, con mayor adhesividad y elasticidad, pero su apariencia no es agradable.

La aceptación o rechazo de la pasta laminada a lo largo de su vida útil, está directamente asociada con la dureza de la misma. De esta manera, si se requiere decorar un pastel con la pasta y al extenderla muestra excesiva dureza, inmediatamente se rechaza el producto, independientemente de que su calidad microbiológica esté en óptimas condiciones.

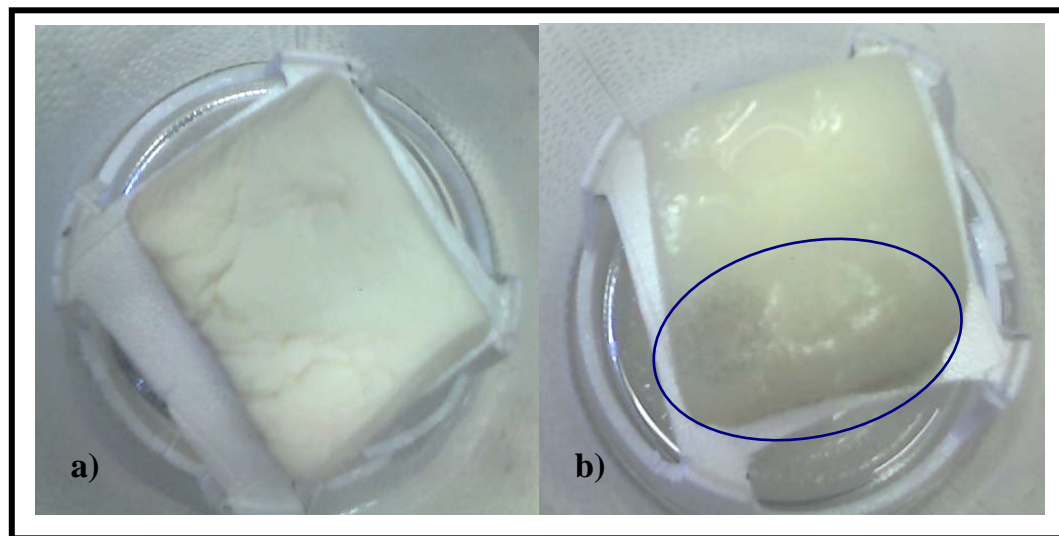


Figura 5. a) Aumento de dureza en la pasta; b) Pérdida de dureza y crecimiento de mohos en la superficie de la pasta

En el gráfico 2 se puede observar que a una HR = 80%, los niveles de dureza disminuyen, favoreciendo la migración de partículas de glicerol y manteca vegetal a la superficie. Este hecho limita en gran manera la vida útil del alimento, porque favorece el desarrollo microbiano, principalmente de mohos y levaduras, ocasionando que sea irreversible su deterioro.

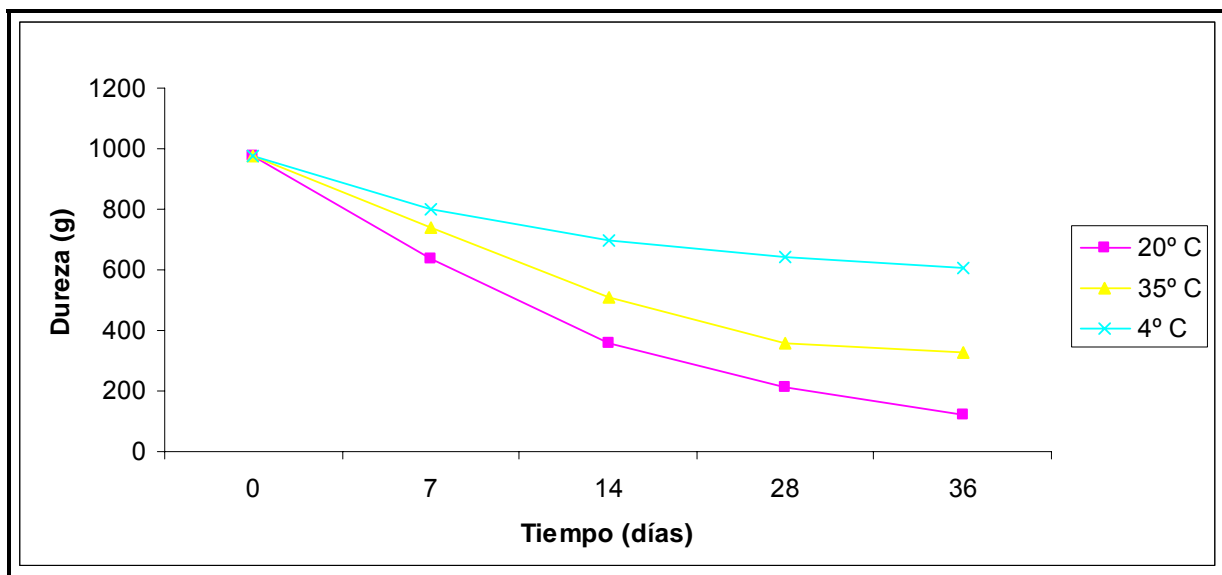


Gráfico 2. Pérdida de dureza de la pasta laminada, determinada en función del tiempo de almacenamiento a HR = 80%.

Sin embargo, cuando la humedad relativa es del 60%, se observó mayor estabilidad en el fondant extendido. En estas condiciones, la pasta laminada se va endureciendo en el transcurso de los días (gráfico 3) por la pérdida gradual de agua, caso contrario a los niveles de dureza obtenidos a HR=80%. Los valores de los ensayos a 20° y 35° C no se reportan en el día 36, debido a que presentaron una dureza tan extrema que el texturómetro no logró registrarla.

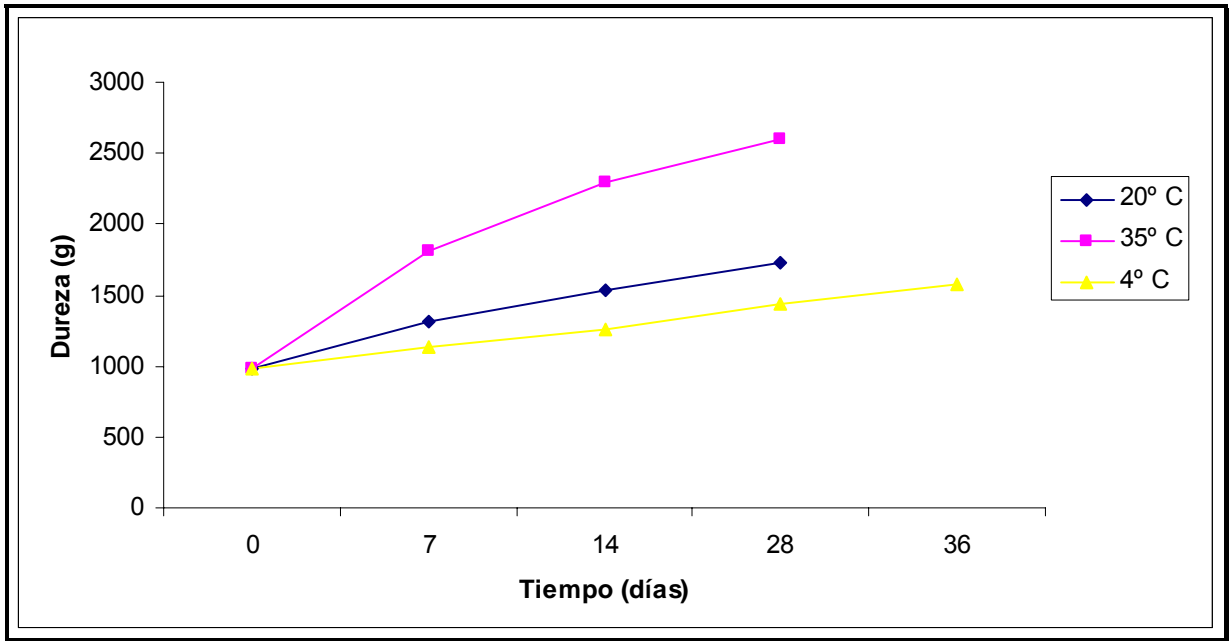


Gráfico 3. Aumento de dureza de la pasta laminada, determinada en función del tiempo de almacenamiento a HR = 60 %.

Para determinar el orden de reacción, se ajustaron las curvas por regresión lineal (gráficos 4 y 5), obteniéndose que los datos experimentales se ajustan con un valor de $r^2 = 0.98$ a una reacción de segundo orden al graficar la función de calidad bajo la siguiente fórmula:

$$F(A) = (A^{-1} - A_0^{-1})$$

Donde A es la dureza registrada por el Texturómetro TA – XT2. De esta manera, se pueden obtener las pendientes de cada recta a la temperatura correspondiente y así determinar el factor pre-exponencial K_0 y la energía de activación (E_a).

Para fines de la presente investigación, en la cual se determinó la vida de anaquel para el producto que se pretende comercializar en Pachuca, Hidalgo y conociendo que el promedio de la humedad relativa anual en esta ciudad es de 61% (CONAGUA, 2007), las estimaciones basadas en la ecuación de Arrhenius solo se efectuaron para las muestras contenidas en frascos a una humedad relativa del 60%.

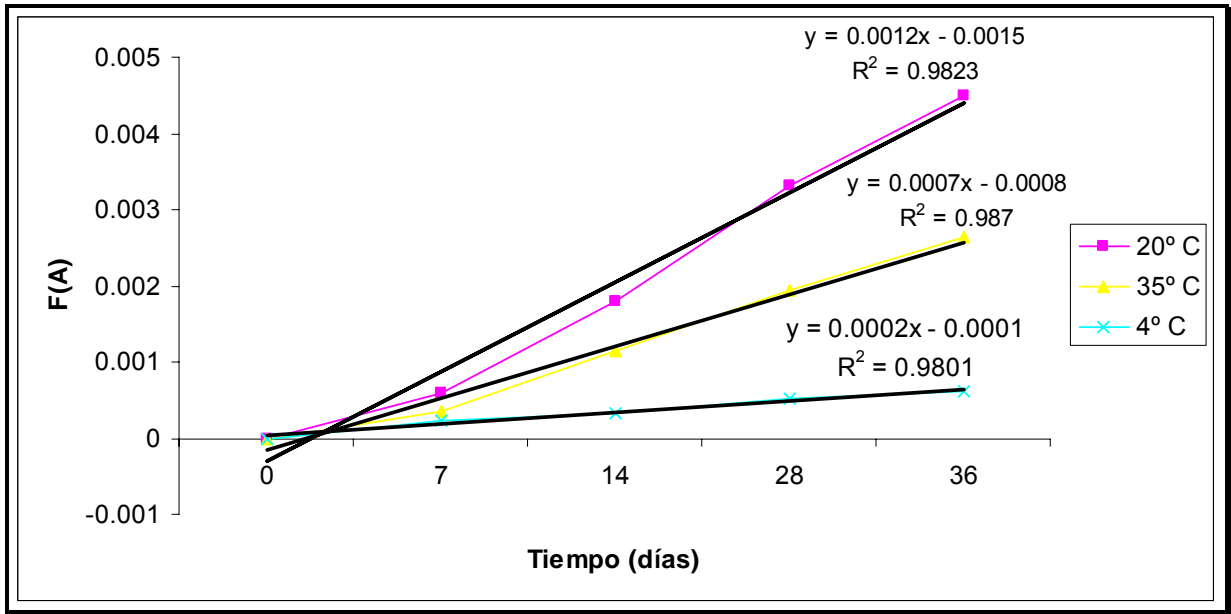


Gráfico 4. Ajuste lineal de la función de calidad de la pasta laminada a HR = 80%.

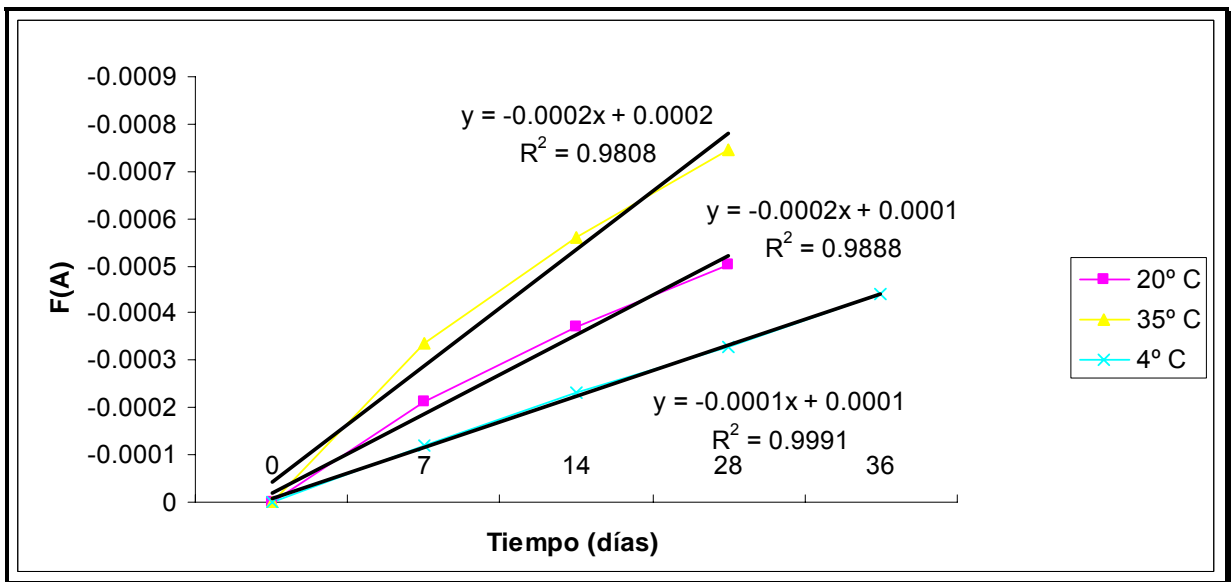


Gráfico 5. Ajuste lineal de la función de calidad de la pasta laminada a HR = 60%.

Con las correspondientes pendientes a las tres temperaturas de experimentación se obtuvo la E_A y el factor pre exponencial (K_0) (Fennema, 2001), graficando $\ln k$ contra la inversa de la temperatura en grados Kelvin (gráfico 6).

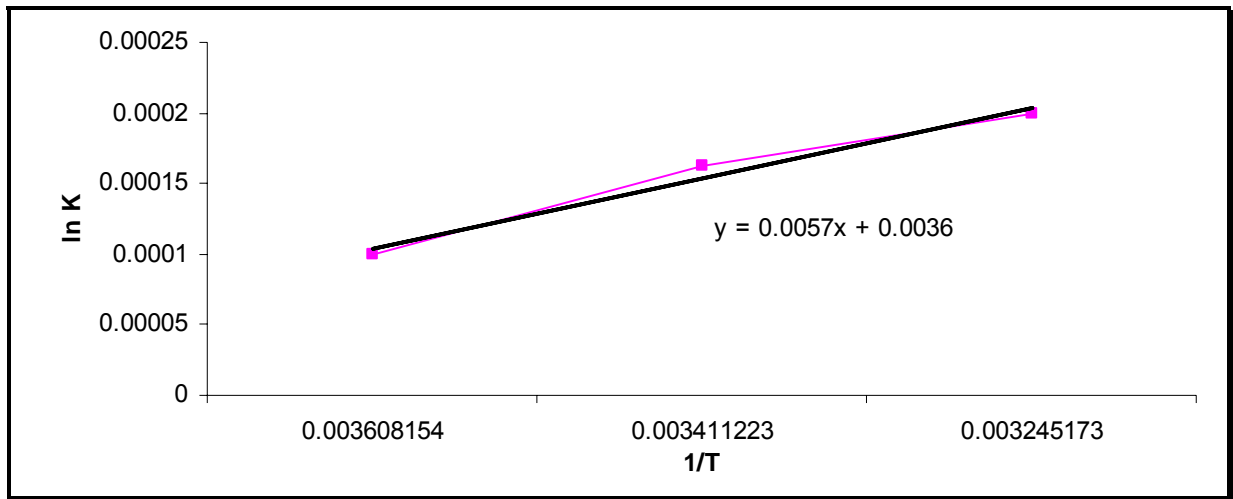


Gráfico 6. Gráfica de Arrhenius del aumento de dureza para la pasta laminada

Así pues, conociendo que cada aumento de 10 grados centígrados corresponde a 10 días (Fennema, 2000), se observó que la vida útil más larga fue a una temperatura de 4° C durante 150 días (5 meses).

Este resultado muestra una estimación de la vida útil. Para que la estimación fuera más certera, el resultado se comparó con una prueba de almacenamiento real, en donde la muestra mantuvo sus cualidades de apariencia, aroma y textura visual hasta los 5 meses y 2 semanas (160 días) de almacenamiento.

5.5. ENVASE

El envase es un “recipiente” que contiene y protege adecuadamente un producto, facilita su uso, permite la manipulación, lo identifica con su decoración y rotulación, y en consecuencia, origina su venta (Di Gioia, 1995).

A la par con el estudio de la vida útil se hicieron pruebas para elegir el envase primario que contendría a la pasta laminada. En la tabla 9 se muestran los resultados obtenidos en relación a las alteraciones que mostró la pasta en las 8 semanas de evaluación.

El envase primario que proporcionó los mejores resultados para la protección de la pasta laminada en contra de las alteraciones que pudiera sufrir por la acción del oxígeno, de la humedad del ambiente y de la luz; fue la bolsa aluminizada con sellado hermético, ya que el producto no presentó ningún cambio después de 8 semanas de almacenamiento a temperatura ambiente (20° C). Sin embargo, tanto con la bolsa de polietileno como con el plástico autoadherible se observaron alteraciones indeseables como endurecimiento y desecación de la pasta; así como desarrollo de olores atípicos y en algunos casos olor rancio, ya que son materiales que permiten la permeación de elementos del ambiente al producto y el paso de luz, factor que acelera el proceso de oxidación de los lípidos (García, 2004). Por estas razones, se seleccionó este envase como empaque final y se utilizó para realizar la prueba de vida de anaquel.

Tabla 9. Alteraciones observadas en la pasta laminada, durante las pruebas de envase, con respecto al tiempo		
Tipo de envase primario	Tiempo transcurrido (semanas)	Alteraciones sufridas
Bolsas de polietileno	1-3	Sin cambios
	4, 5 y 6	Endurecimiento y desecación de la pasta laminada
	7	Desarrollo de olor atípico*
	8	Desarrollo de olor rancio
Plástico autoadherible	1-5	Sin cambios
	6 y 7	Endurecimiento y desecación de la pasta
	8	Desarrollo de olor rancio
Bolsa aluminizada con sellado hermético	1-8	Sin cambios

* Asociado con el inicio del proceso de oxidación de lípidos

5.6. ANÁLISIS QUÍMICO

Es importante determinar la composición química de un nuevo producto, ya que con estos resultados se obtiene un dato reglamentario o funcional (Adrián y col., 2000).

En la Tabla 10 se pueden observar los resultados del análisis químico de humedad, cenizas y lípidos de la pasta laminada.

Tabla 10. Composición química de la pasta laminada					
Determinación	Media	DS	% CV	Mínimo	Máximo
Humedad	8.0486%	0.00140016	0.0174	7.889%	8.153%
Cenizas	0.0165%	4.0963E-05	0.2477	0.012%	0.019%
Lípidos	4.3655%	0.00772152	0.0317	4.17%	4.52%

5.6.1. HUMEDAD

La determinación del contenido de agua responde a diversas necesidades tanto comerciales como reglamentarias y tecnológicas (Adrián y col., 2000).

El contenido de humedad del fondant extendido (8.04%) indica que es un producto de baja humedad, según la clasificación de Baduí (1999). Esto nos muestra que es un producto en donde las bacterias patógenas no pueden proliferar (Fernández, 2000). El bajo contenido de humedad de la pasta laminada tiene dos efectos principales en la vida útil del producto: la humedad determina las reacciones microbiológicas que han de efectuarse en la pasta laminada durante el almacenamiento y un bajo contenido de humedad presenta beneficios industriales asociados con el costo y el transporte (Adrian y col., 2000).

5.6.2. CENIZAS

El contenido de cenizas refleja el nivel de minerales que pueden existir en el producto (Adrian y col., 2000).

Las cenizas provenientes de la pasta laminada pueden estar comprendidas en su mayoría por trazas de sodio, provenientes de la miel de maíz y la grenetina. Los contenidos en cenizas obtenidos fueron semejantes al contenido de sodio del fondant extendido marca Wilton (15 mg). Esto se debe a que el 61.5 % de la composición de la pasta laminada es azúcar glass y durante la obtención de este tipo de azúcar, se purifica la sacarosa hasta un 99% y se desechan sus componentes complementarios como los minerales y las vitaminas, lo que contribuye a que la pasta tenga un bajo contenido de minerales (0.016 %).

5.6.3. LÍPIDOS

Las grasas vegetales, debido a sus características físicas tienen diversas aplicaciones en la elaboración de productos de repostería y panadería.

El contenido de lípidos de la pasta laminada (4 %) es semejante al reportado en la etiqueta de la marca comercial (4.5%), ya que los niveles de grasa y glicerol no fueron variados al desarrollar la nueva formulación. Estos componentes tienen la capacidad de conferir cualidades al recubrimiento tales como su consistencia suave, y también esponjosidad al incorporar burbujas de aire cuando la grasa es batida junto con los otros ingredientes (Fox y Cameron, 2006).

Teniendo los datos de humedad, cenizas y lípidos, se puede calcular por diferencia el contenido de carbohidratos, teniendo en cuenta que la pasta laminada no contiene proteínas y fibra en cantidades cuantificables. Así pues tenemos que la pasta laminada presenta un 87.59% de carbohidratos, en los cuales se encuentra el azúcar glass y el almidón pregelatinizado.

5.7. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Este análisis se efectuó a la pasta laminada elaborada con la formulación final. Las determinaciones se realizaron al producto recién elaborado y cada semana hasta completar un mes. Los resultados observados concuerdan con los obtenidos en las PAVU, por lo que no fue necesario extender las pruebas microbiológicas durante más tiempo.

5.7.1 BACTERIAS MESOFÍLICAS AEROBIAS EN PLACA (BMA)

Los resultados del recuento de bacterias mesofílicas aerobias se muestran en la tabla 11. Al transcurrir las semanas de almacenamiento, se observó un aumento en los recuentos de BMA, sin embargo, dichos valores fueron inferiores (<10-70 UFC/g) a los límites máximos (150 UFC/g) establecidos en el Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-217-SSA1-2002 y a los reportados para otro tipo de recubrimientos como los merengues y cremas pasteleras cuyos límites máximos son [250 UFC/g] (Fernández, 2000). Los bajos recuentos obtenidos indicaron que el manejo sanitario del producto fue el adecuado.

Tabla 11. Recuento de bacterias mesofílicas aerobias en placa					
Análisis microbiológico	Muestra 1 Recién elaborada	Muestra 2 Semana 1	Muestra 3 Semana 2	Muestra 4 Semana 3	Muestra 5 Semana 4
Bacterias mesofílicas aerobias	Menor a 10 UFC/g	20 UFC/g	40 UFC/g	50 UFC/g	70 UFC/g

UFC/g = unidades formadoras de colonias por gramo

Estos resultados se deben al bajo contenido de agua y a la naturaleza de los componentes de la pasta laminada ya que su principal ingrediente es el azúcar

(glass) y éste es considerado como un material libre de microorganismos patógenos (Fernández, 2000) además de proveer un ambiente con alta osmolaridad por lo que dichos microorganismos no pueden crecer en el producto.

5.7.2. COLIFORMES TOTALES EN PLACA

El recuento de coliformes totales en la pasta laminada (tabla 12) mostró valores constantes (<10 UFC/g) durante las primeras 3 semanas de almacenamiento. En la cuarta semana se observó un aumento de dichos valores (20 UFC/g), los cuales no fueron significativos (sig: 0.000, F: 62.044) al ser comparados con los valores establecidos como límites máximos (50 UFC/g) en el Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-217-SSA1-2002 y a la vez, son inferiores a los reportados por Fernández (2000) para productos utilizados como recubrimiento (merengue, crema pastelera, crema batida, chantilly) que excedían las 150 UFC/ g.

Tabla 12. Recuento de coliformes totales en placa					
Análisis microbiológico	Muestra 1 Recién elaborada	Muestra 2 Semana 1	Muestra 3 Semana 2	Muestra 4 Semana 3	Muestra 5 Semana 4
Coliformes totales	Menor a 10 UFC/g	Menor a 10 UFC/g	Menor a 10 UFC/g	Menor a 10 UFC/g	20 UFC/g

UFC/g = unidades formadoras de colonias por gramo.

La presencia de coliformes en los alimentos resulta de su exposición al medio ambiente (desperdicios orgánicos, desechos, tierra, fauna nociva, residuos en utensilios y equipo) y a las posibilidades de desarrollo que encuentra en tales sustratos (Fernández, 2000). Los resultados obtenidos para la pasta laminada muestran que las condiciones de almacenamiento fueron adecuadas y constituyen una evidencia de buenas prácticas sanitarias durante su elaboración.

5.7.3. MOHOS Y LEVADURAS EN PLACA

La presencia/ausencia de mohos y levaduras en los alimentos se considera como un índice de las condiciones higiénicas de la materia prima y de las condiciones de manipulación de la elaboración de productos alimenticios (Ocampo, 2006). Los recuentos de mohos y levaduras de la pasta laminada (tabla 13), fueron bajos (<10 UFC/g) y se mantuvieron constantes durante las cuatro semanas de análisis. Dichos valores estuvieron muy por debajo de las 100 UFC/g establecidas como límite máximo en el Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.47.07 para productos de confitería, panadería y pastelería y también cumplen las especificaciones sanitarias dispuestas en el Proyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-147-SSA-1-1996, donde el límite máximo permitido es de 50 UFC/g para productos de panificación.

Tabla 13. Recuento de mohos y levaduras en placa					
Análisis microbiológico	Muestra 1 Recién elaborada	Muestra 2 Semana 1	Muestra 3 Semana 2	Muestra 4 Semana 3	Muestra 5 Semana 4
Mohos y levaduras	Menor a 10 UFC/g	Menor a 10 UFC/g	Menor a 10 UFC/g	Menor a 10 UFC/g	Menor a 10 UFC/g

UFC/g = unidades formadoras de colonias por gramo.

Estos resultados se deben a que la pasta laminada está constituida en su mayor parte de azúcar, por lo que su actividad de agua (~0.4-0.5) limita el crecimiento de mohos y levaduras ya que valores de a_w inferiores a 0.7 son suficientes para inhibir a la mayoría de los hongos causantes de alteraciones alimentarias (Jaimez, 2001).

La presencia de mohos y levaduras en los alimentos suele asociarse con una exposición a fuentes de contaminación objetables, materia prima de dudosa calidad y además, cifras elevadas son propias de alimentos faltos de frescura.

5.8. ANÁLISIS SENSORIAL

5.8.1. PRUEBAS HEDÓNICAS

En el desarrollo de nuevos productos, resulta de vital importancia la opinión de los consumidores acerca de las sensaciones que éstos les originan.

En el gráfico 7, se puede observar la distribución de las edades de los jueces consumidores que realizaron las pruebas. La edad promedio de los jueces encuestados estuvo entre los 20 y 35 años. En cuanto al género, el 71% correspondía a las mujeres y el 29% a los hombres. Esto se debe a que la mayoría de las veces, la elaboración de pasteles y su decoración en forma casera y a nivel pastelería se realiza por el género femenino. De los hombres encuestados, la mayoría eran panaderos y tan solo un porcentaje bajo (10%) refirió hacer sus propios pasteles en casa.

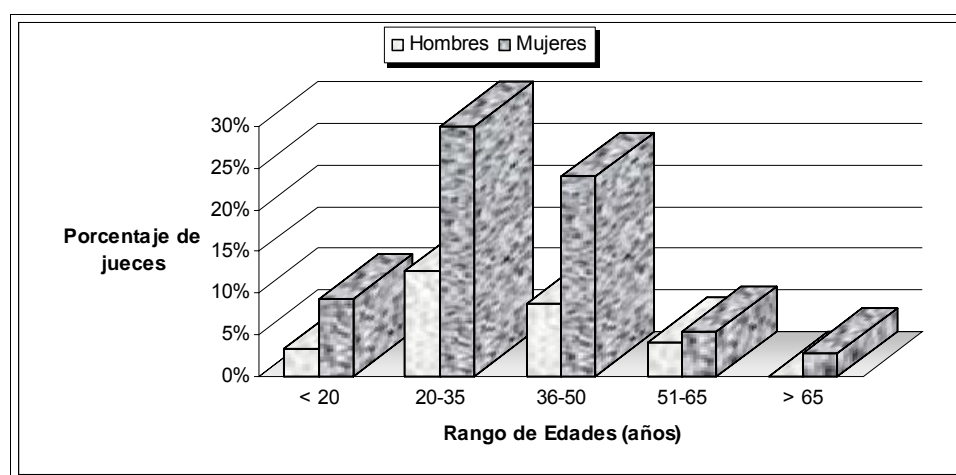


Gráfico 7. Distribución de edades de los jueces seleccionados para las pruebas hedónicas

5.8.1.1. Pruebas de preferencia

A) Con jueces consumidores

Esta prueba es útil para conocer la preferencia de los consumidores entre dos o más muestras (Pangborn y Pedrero, 1989).

Al evaluar la preferencia de la fórmula desarrollada en contra de la comercial (Wilton), con un nivel de significancia del 1%, se observó que la pasta desarrollada fue significativamente preferida ante la pasta comercial. En la gráfica 8 se puede observar que, efectivamente, el 73% de los jueces prefirió la fórmula desarrollada. Esta preferencia no necesariamente indica que la muestra preferida sea la más aceptada (Pangborn y Pedreo, 1989), por lo cual, los resultados de esta prueba, fueron correlacionados con los resultados de aceptación.

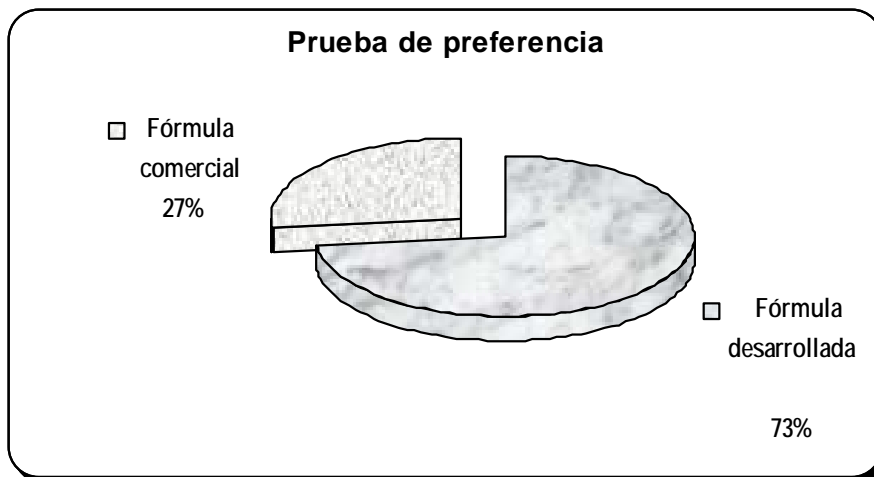


Gráfico 8. Porcentaje de preferencia de la pasta laminada comercial frente a la pasta laminada desarrollada

Al evaluar la preferencia de un producto sobre otro, se compara la calidad global de ambas muestras y se expresa cuál es la preferida. Sin embargo, cuando se le pide a un juez o consumidor que indique la preferencia de una muestra ante la otra, el

cerebro traduce esa instrucción a identificar primeramente algún atributo para diferenciarlas y con base en éste, determinar cuál de las muestras evaluadas es la más preferida. Es por ello que los comentarios de los jueces son muy útiles para poder determinar las razones de tal preferencia. En este caso, el 49% de las personas encuestadas opinó que el “sabor” era menos dulce que el de la pasta comercial, lo que determinó la preferencia hacia dicha pasta, sin embargo, aunque al 13% de los jueces, el sabor dulce de la pasta comercial les agradó.

De acuerdo con los comentarios de los jueces, la textura fue el otro parámetro que marcó la diferencia ante la pasta comercial. El 15% de la población encuestada opinó que la pasta laminada desarrollada era “suave” y más “esponjosa”. Sin embargo, es posible que para el 75% restante, el sabor haya sido el parámetro que definió la preferencia ante la pasta comercial, ya que estadísticamente, es el atributo que primero se evalúa al tener contacto con la boca (Anzaldúa-Morales, 1994).

Debido a que la preferencia indica la inclinación de un consumidor hacia dicho producto en forma global (Barcina e Ibáñez, 2001), podemos afirmar que los consumidores prefirieron la pasta laminada desarrollada ante la pasta comercial.

B) Con jueces semientrenados

Se realizaron con 16 hombres y 26 mujeres. La distribución de edades de los jueces semientrenados se pueden observar en el gráfico 9.

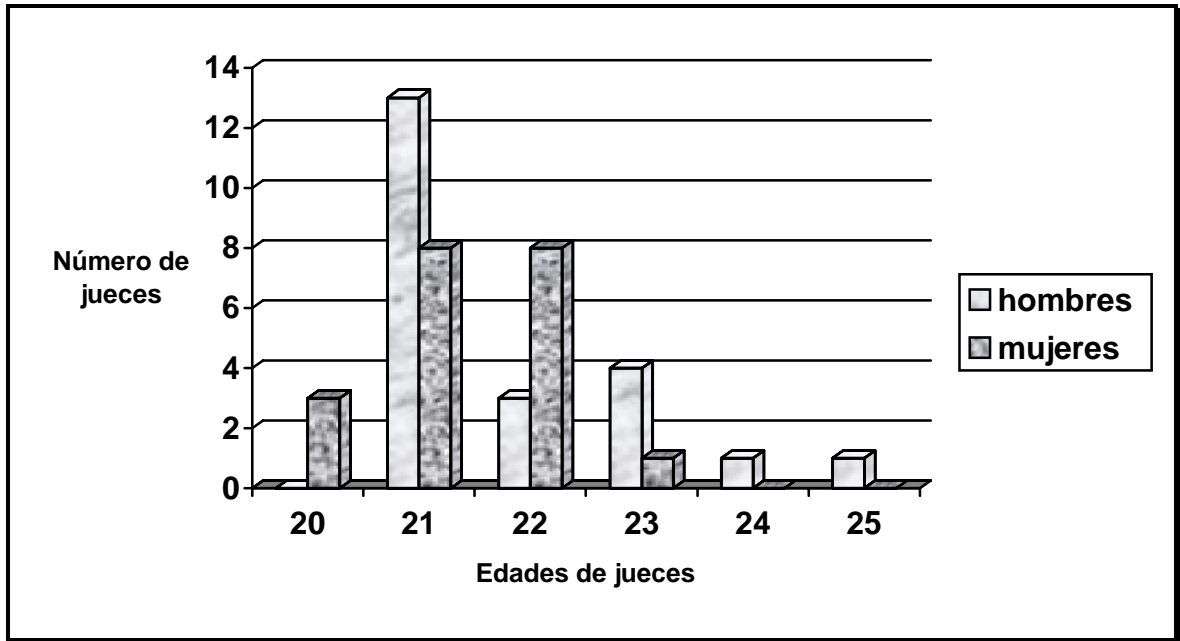


Gráfico 9. Distribución de edades de los jueces semientrenados para la prueba de preferencia de sabor y de textura

Dulzor

En el gráfico 10 se muestra el porcentaje de preferencia de la fórmula desarrollada comparada con la fórmula comercial, donde se observa que para un nivel de significancia del 1%, la fórmula desarrollada fue significativamente preferida por los jueces.

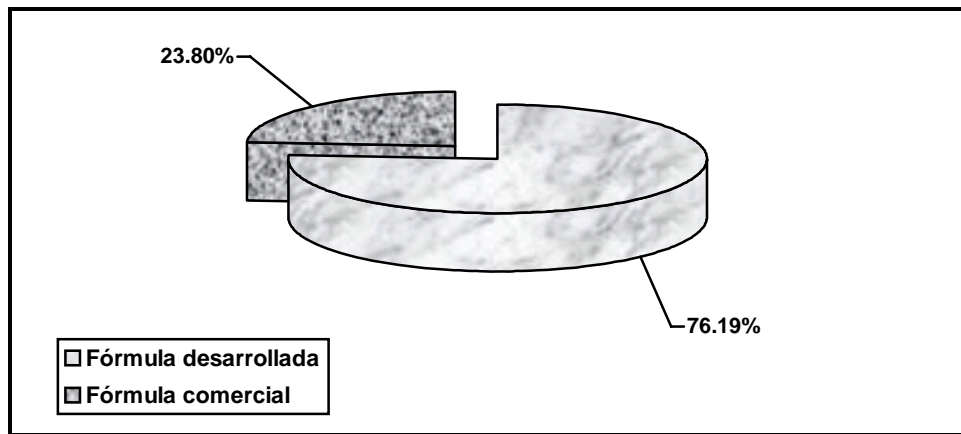


Gráfico 10. Porcentaje de preferencia del dulzor de la fórmula desarrollada comparada con la fórmula comercial

Los comentarios proporcionados por los jueces en esta prueba, indicaron que el nivel de dulzor fue preferido por ser inferior al de la formulación comercial además de que el sabor persistía durante más tiempo y este hecho les parecía agradable.

Textura en boca

En cuanto a la preferencia de la textura percibida en la boca, se puede observar en el gráfico 11 que el 71.42% prefirió la formulación desarrollada. Esta muestra fue significativamente preferida por los jueces a un nivel de significancia del 1%.

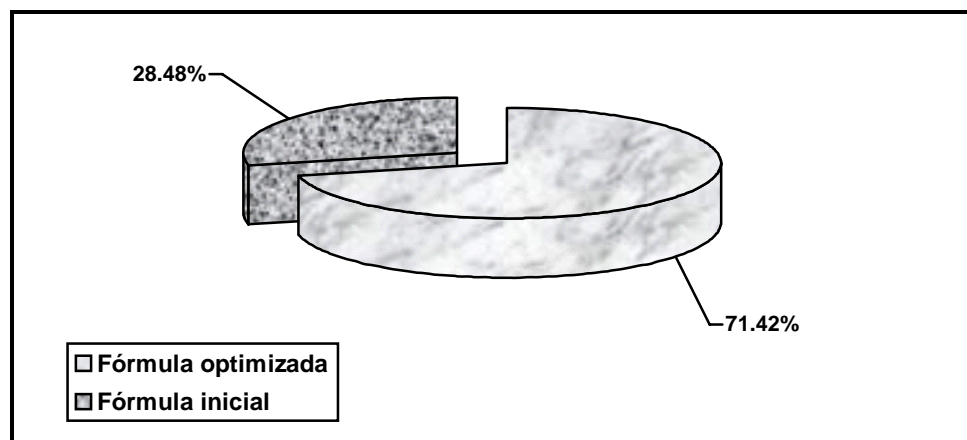


Gráfico 11. Porcentaje de preferencia de textura de la fórmula desarrollada comparada con la fórmula comercial

A través de los comentarios, los jueces manifestaron que la textura fue preferida por su “suavidad” en comparación con la muestra comercial, además de poseer menor adhesividad y sus partículas (granulosidad) eran más finas. La granulosidad puede medirse eficazmente en el paladar y en la lengua, pero se presentan limitaciones en cuanto a la medición de este parámetro por métodos instrumentales (Bourne, 2002).

5.8.1.2. Prueba de nivel de agrado (grado de satisfacción)

Gracias a esta prueba podemos conocer las respuestas de los jueces acerca de las sensaciones provocadas por la pasta laminada (Anzaldúa – Morales, 1994).

Al calificar el nivel de satisfacción en cuanto al “agrado global” del producto, se pudo observar que el 20% de la población encuestada expresó que les agradó “muchísimo” el producto (gráfico 12). De acuerdo a sus comentarios podemos relacionar este porcentaje con aquellas personas a las que les pareció novedosa la pasta por lo que les resultaría más fácil y sencillo decorar sus pasteles con el fondant extendido desarrollado. El 61 % indicó que les “gustó mucho”, y sus comentarios manifestaron que fue debido al sabor de la pasta, su versatilidad y facilidad de utilización, que supondría le ofrecería al consumidor, al decorar sus propios pasteles.

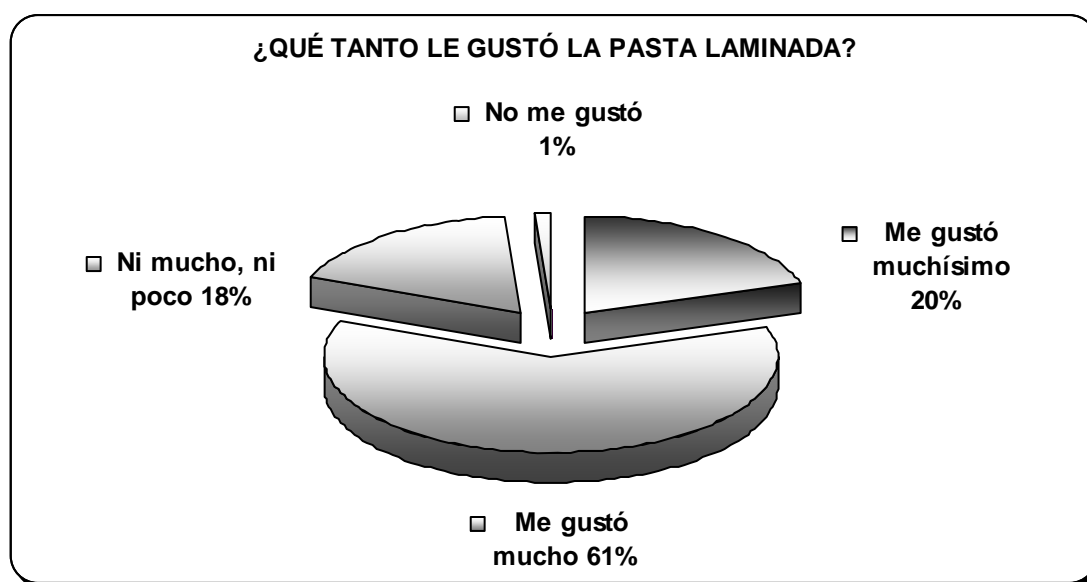


Gráfico 12. Porcentajes de agrado global de la pasta laminada desarrollada

El 18% correspondiente a “ni mucho, ni poco” se tomó como punto medio al cual se le asignó la calificación de cero de manera que los puntos que estuvieran por encima de éste fueron positivos y los que estuvieron por debajo fueron negativos (Barcina e Ibáñez, 2001). En la tabla 14 se muestran las puntuaciones positivas, negativas y neutras asignadas a cada nivel de agrado elegido.

Tabla 14. Calificaciones de nivel de agrado según escala hedónica			
Escala	Puntuación	Nº de juicios	Puntuación acumulada
Me gustó muchísimo	+ 2	30	60 +
Me gustó mucho	+ 1	91	91 +
Ni mucho ni poco	0	27	0
No me gustó	- 1	2	2 -
No me gustó nada	- 2	0	0 -
Puntuación total			+149

De manera general el nivel de agrado de la pasta laminada fue positivo, ya que al 81% de los jueces “les gustó” el producto evaluado.

Con respecto a la intención de compra, el 63% de los jueces expresó que “si compraría” el producto desarrollado, mientras que el 19% opinó que “definitivamente lo compraría” (gráfico 13), lo cual concuerda con los resultados obtenidos en las pruebas de consumo y aceptación.

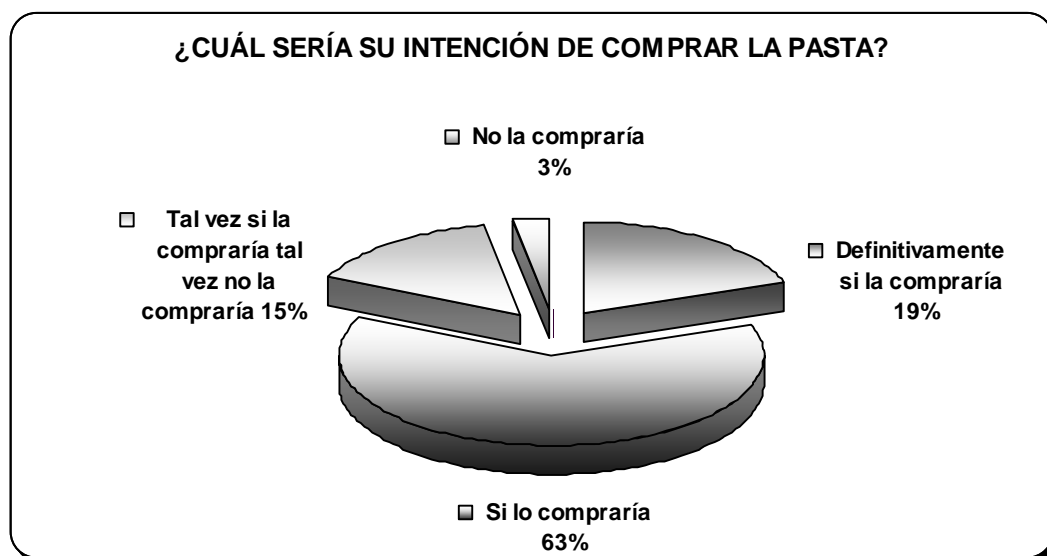


Gráfico 13. Porcentaje de intención de compra de la pasta laminada desarrollada

Un 3% de la población encuestada manifestó que “no compraría el producto”. Este porcentaje correspondía a personas que no acostumbran preparar sus propios pasteles y a aquellas a las que el costo les pareció elevado comparado con el de la chantilly y el merengue, cuyo costo es inferior (20 pesos de materia prima en promedio por cada 250 g), pero su vida útil se limita a sólo 5 días.

Con respecto al nivel cero, que corresponde al nivel de indecisión, el 15% de las personas encuestadas respondió que “tal vez compraría el producto”. Para demostrar la intención de compra, se correlacionaron los datos obtenidos en esta prueba con aquellos obtenidos en la prueba de aceptación.

5.8.1.3. Prueba de aceptación

El que un alimento le guste a alguien no significa necesariamente que esa persona vaya a querer comprarlo. El deseo de una persona para adquirir un producto es lo que en análisis sensorial se entiende como “aceptación”.

Cuando estudiamos la aceptación de los jueces hacía el producto desarrollado, el 87% de los jueces manifestó estar a favor de comprar la pasta (gráfico 14). Este porcentaje es muy similar al del nivel de intención de compra, en donde un 82% de la población opinó que “sí” o “definitivamente sí lo compraría”. El porcentaje de aceptación fue estadísticamente alto, para un nivel de significancia del 1%.

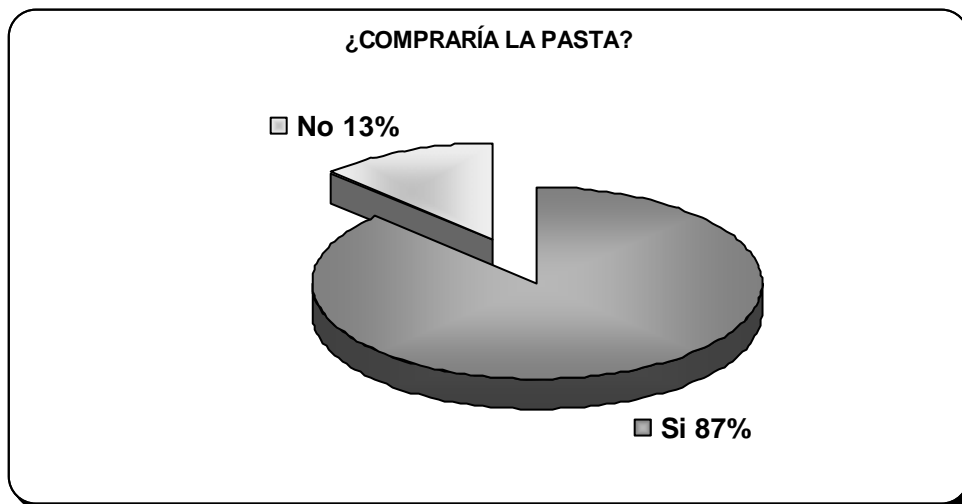


Gráfico 14. Porcentaje de aceptación de la pasta laminada desarrollada

Sin embargo, este porcentaje disminuyó cuando se le expuso a los jueces el posible costo del producto: \$60.00 por cada 500 gramos (gráfico 15). Esto puede deberse a que las amas de casa que cocinan esporádicamente sus pasteles, les resultaría poco práctico comprar un producto que utilizarían solo una vez. Este hecho podría carecer de importancia considerando que el principal canal de distribución contemplada sería como materia prima en las pastelerías y panaderías.

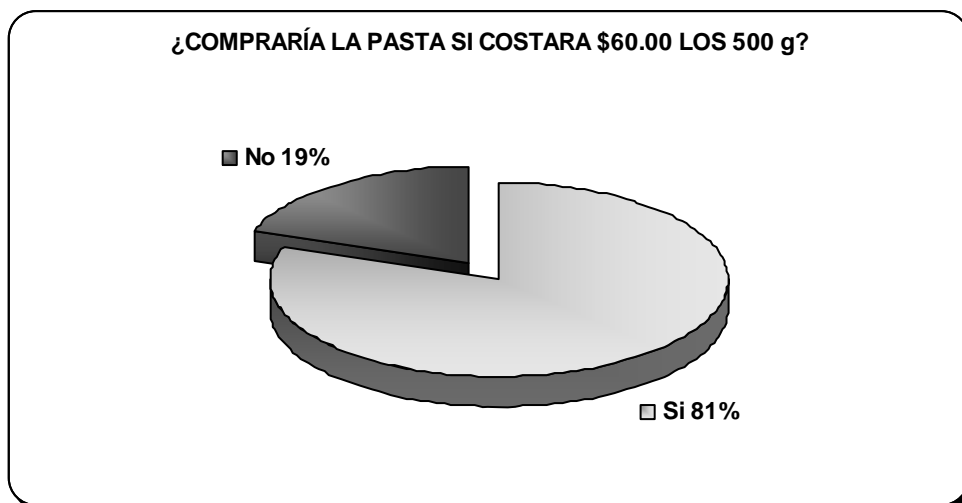


Gráfico 15. Porcentaje de consumidores que comprarían la pasta a 60 pesos

En cuanto a la presentación del producto, los jueces consideraron más adecuadas las de 500 y 250 g ya que el 50% se inclinó por el envase de 500 g y el 40% por el envase de 250 g (gráfico 16). Por el contrario, la presentación de 750 g no les pareció adecuada, ya que únicamente el 1% de los jueces la consideró apropiada. Tomando en cuenta estos resultados y correlacionándolos con el tipo de juez (panaderos, pasteleros y amas de casa), resultó evidente que el 9% de las personas que eligieron la presentación de 1 Kg correspondía principalmente a los pasteleros, quienes son los que elaboran mayor número de pasteles, por lo que les resultaría más conveniente esta presentación. La presentación de 500 g fue preferida por algunos pasteleros, panaderos y algunas amas de casa que preparan pasteles frecuentemente. Mientras que quienes eligieron el envase con 250 g, en su mayoría eran amas de casa.

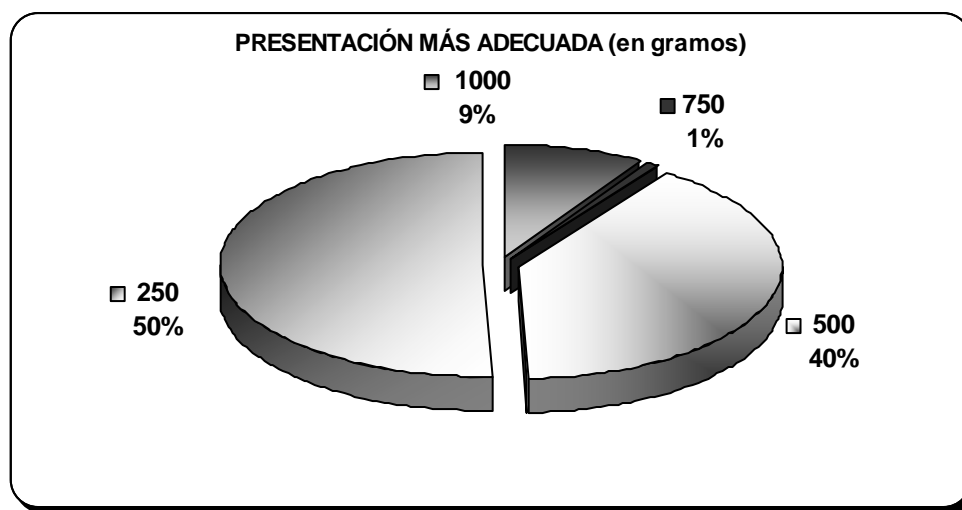


Gráfico 16. Porcentaje de elección de la presentación más adecuada

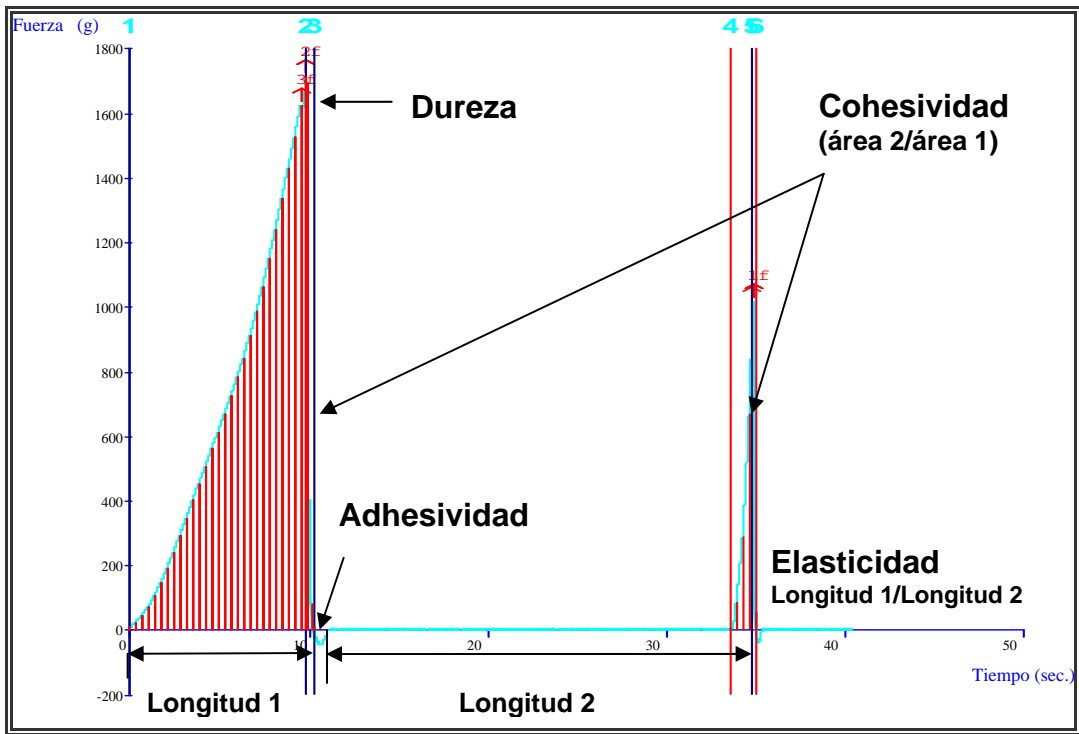
Con base en lo anterior, se podría afirmar que el mercado del producto estaría dirigido a las amas de casa de edades entre 36 y 50 años, que perciban ingresos mensuales entre 3000 y 6000 pesos como mínimo, quienes se abastecerían del producto de manera ocasional por medio de tiendas y supermercados. No obstante, el mercado más grande correspondería a las pastelerías y distribuidores de materias primas.

5.9. ANÁLISIS DEL PERFIL DE TEXTURA (APT) INSTRUMENTAL

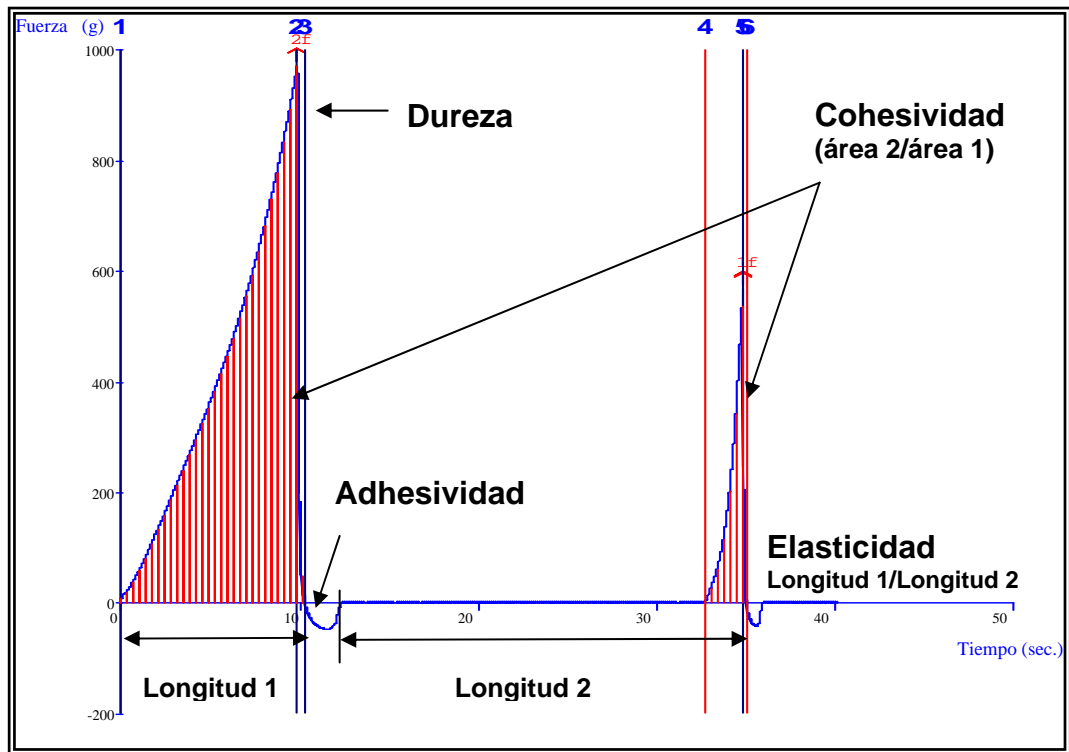
El APT refleja en datos numéricos si verdaderamente la pasta de la fórmula optimizada es significativamente diferente a la pasta de la fórmula Wilton, en cuando a la dureza, cohesión, adhesividad y elasticidad. En la figura 6 se muestran las curvas obtenidas para las dos fórmulas, tanto de la marca comercial Wilton (a) y la fórmula optimizada (b), con las pastas experimentales de un día de almacenamiento.

De estas curvas (figura 6) se puede observar que la pasta de la fórmula desarrollada mostró una menor dureza, ya que la fuerza máxima se obtuvo al aplicar 975.12 g en comparación con la fórmula comercial en donde la fuerza máxima se obtuvo al aplicar 1801.34 g, demostrando así que la adición del almidón pregelatinizado mejoró notablemente la textura al disminuir significativamente la dureza (sig: 0.000, F: 740.449). En ninguna de las dos curvas se presenta fractura durante el primer ciclo de comprensión (ver figura 2).

La pasta desarrollada mostró una cohesividad superior (0.103) que la pasta comercial (0.071), e inferior respecto a las masas para panes fortificados con lactosuero reportada por Güemes y col. (2004), en donde los valores fueron cercanos a la unidad y mantuvieron una mayor cohesividad debido a los enlaces proteicos. Sin embargo, en el caso de la pasta laminada es deseable que la cohesividad sea relativamente pequeña, ya que este atributo se refiere a la fuerza que los enlaces internos ejercen sobre el alimento (Rosenthal, 2001), y está relacionada con el grado de deformación de un producto antes de romperse (AENOR, 1997). En la práctica se requiere que al introducir un objeto (cuchillo o cuchara) en la pasta, ésta se rompa fácilmente, lo que indica que los niveles de cohesividad obtenidos son adecuados. Por otra parte, si la pasta laminada tiene una cohesividad cercana al cero, como en el caso de la pasta comercial, al paso del tiempo la dureza aumentará y si los enlaces internos son débiles, se favorecerá la fractura de la misma.



a) APT de la fórmula comercial



b) APT de la fórmula desarrollada

Figura 6. Curva del APT para las pastas analizadas

En la figura 7 se puede observar una mayor adhesividad para la pasta de la fórmula optimizada, lo cual se denota por la presencia de un área negativa mayor en dicha pasta. Mediante el ANOVA, se confirmó que las áreas negativas de las muestras difieren significativamente (sig: 0.000, F: 52969.848).

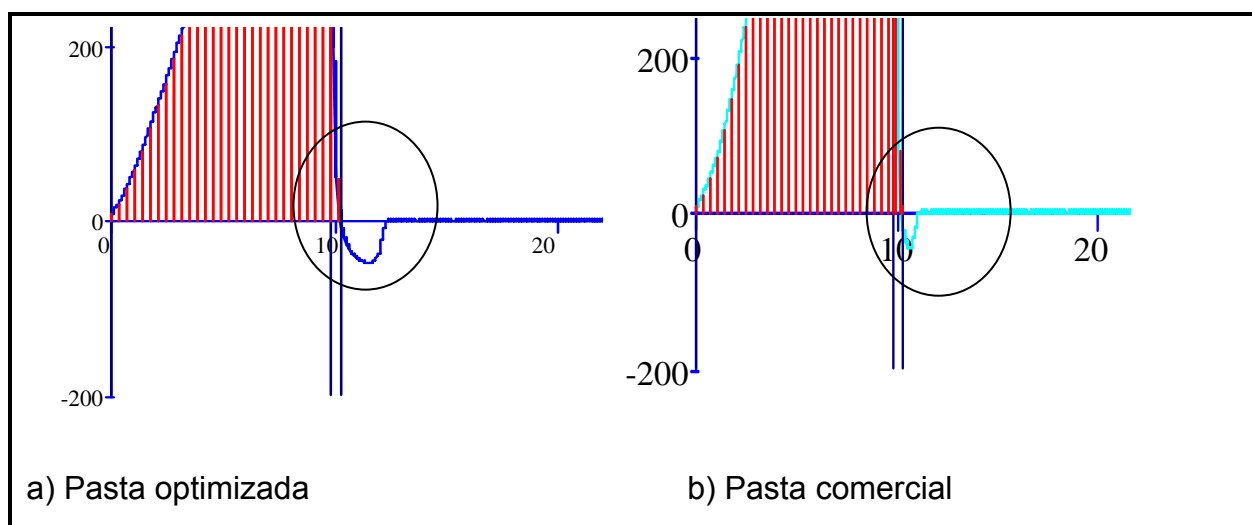


Figura 7. Adhesividad a partir del APT de las pastas analizadas

En cuanto a la elasticidad, no se observó diferencia significativa en los valores obtenidos para ambas pastas (sig: 0.909, F: 0.015). Los valores de elasticidad dependen de la fuerza que se aplique y por lo tanto, son relativos. Sería muy incómodo trabajar con una pasta muy elástica que se extendiera demasiado al pasar el rodillo y que en poco tiempo regresara a su tamaño original.

5.10. ETIQUETADO

La etiqueta es un requisito que debe cumplir cualquier producto con fines de comercialización. Así pues, considerando que se pretende comercializar la pasta laminada desarrollada, se diseñó una etiqueta con los requerimientos especificados en la norma NOM-051-SCFI-1994 (tabla 15).

Tabla 15. Requerimientos que cumple la etiqueta de la pasta laminada según la NOM-051-SCFI-1994

Requisito de la NOM-051-SCFI-1994	Etiqueta
1. Nombre o denominación del alimento	Pasta tipo Fondant para extender Marca: KRISSAR
2. Lista de ingredientes	Azúcar, almidón de maíz, miel de maíz, grasa vegetal, glicerina, grenetina y sorbato potásico como conservador.
3. Contenido neto	500 gramos
4. Nombre y domicilio fiscal	© Grupo KRISSAR. Arrayán # 24 Col. Piracantos 1 ^{era} sección. Pachuca, Hgo.
5. País de origen	México
6. Identificación del lote	L0107
7. Información nutrimental	Tamaño de la porción: 100 g Porciones por paquete: 5 Contenido energético 325 Kcal Grasas (lípidos) (g) 5 g Carbohidratos totales (hidratos de carbono) 87 g Fibra dietética total 0 g Proteínas 0 g
8. Fecha de caducidad	Consúmase preferentemente antes del: mes, año.
9. Instrucciones para el uso	1. Extienda la pasta con un rodillo sobre la mesa 2. Ponga una ligera capa de mermelada sobre el pastel, de manera uniforme, para que la pasta se adhiera perfectamente 3. Coloque la pasta sobre su pastel y moldeé con movimiento de manos circulares hasta quedar cubierto en su totalidad 4. Corte los excedentes de pasta y decore a su gusto
10. Instrucciones de conservación	Una vez abierto consérvese en refrigeración

5.11. DETERMINACIÓN DEL COSTO UNITARIO

El establecimiento del costo es de suma importancia, pues influye en la decisión de compra del consumidor hacia el producto (SECOFI, 2000).

Se realizó un estudio de costos del producto final para determinar el precio de venta unitario y compararlo con el precio del producto comercial de la marca “Wilton” cuya presentación en caja con 500 g tiene un costo de \$89.50.

En la Tabla 16 se presenta el costo de la materia prima para la elaboración de la pasta laminada

Tabla 16. Costo de la materia prima utilizada en la elaboración de la pasta laminada			
Materia prima	Unidad de medida	Cantidad del ingrediente para elaborar 2 kg de producto	Costo unitario*
Azúcar glass	G	1530	\$ 22.10
Grenetina	G	30	\$ 3.60
Glicerina	mL	50	\$ 5.50
Agua	mL	210	\$ 1.68
Almidón de maíz	g	270	\$4.50
Manteca Vegetal	g	90	\$2.88
Miel de maíz	mL	250	\$ 11.40
Sorbato potásico	G	5	\$5.72
Envase primario	1 Bolsa aluminizada	-	\$9.0
Envase secundario	1 Caja de cartón	-	\$ 5.80
Costo total de materias primas para preparar 2 kg de pasta laminada			\$ 72.18

* El costo por unidad de los productos son precios al consumidor

En la Tabla 17 se muestran los cargos indirectos para el producto, los cuales solo están dados por la electricidad.

Tabla 17. Cargos indirectos			
Concepto		Unidad de medida	Precio por hora
Luz	Batidora*	Kw/h	\$ 2.87
	Microondas*	Kw/h	\$ 2.87

* Tanto la batidora como el microondas son utilizados durante 2 horas en todo el día.

El costo de la mano de obra se calculó para dos empleados en una jornada de 8 horas para una producción de 32 Kg de pasta al día. Tomando en cuenta que el salario mínimo en el DF es de \$50.00, la mano de obra por hora sería equivalente a \$6.25 por empleado.

En tabla 18 se presenta el costo estimado de la línea de producción.

Tabla 18. Costos de la línea de producción	
Equipo	Precio (Pesos Mexicanos)
Mesa de trabajo de acero inoxidable	\$ 2252.50
Batidora con capacidad para 5 Kg	\$ 5890
Horno de microondas con plato giratorio	\$ 1050.90
Balanza analítica digital	\$ 3535.9
4 cucharas de acero inoxidable grandes	\$ 320
4 contenedores de plástico de 1 Kg especiales para su uso en microondas	\$286
2 probetas graduadas de 10 ml	\$ 196.50
2 espátulas de acero inoxidable	\$98
Selladora térmica	\$357

Anaqueles de almacén de acero inoxidable (2)	\$ 3694
Cucharas medidoras de acero inoxidable (4)	\$136
Tazas medidoras ($\frac{1}{4}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$)	\$ 53.40
Costo total de la línea de producción	\$ 17870.2

En la tabla 19 se presentan los costos fijos, que son aquellos que permanecen constantes sin modificar su monto durante todo el proceso de producción y los costos variables, que como su nombre lo indica, su monto varía en función al volumen de producción (Mina, 2004).

Tabla 19. Costos fijos y variables de la producción				
Costos Fijos	Precio \$		Costos Variables	Precio \$
Salarios	\$ 1200 por semana		Materia Prima utilizada durante 30 días	\$ 34646.40
Línea de producción	\$17870.2		Electricidad (en 30 días)	\$ 389.50
Renta del local	\$ 1200 mensuales		Agua (30 días)	\$ 156.80

Para determinar el costo estimado del producto (tabla 20) se consideró una producción de 62 unidades de 500 g (ya que se producen 2 kg por hora por persona), el salario de 2 trabajadores en una jornada de 8 horas y el 1% del costo de la línea de producción.

Tabla 20. Costo estimado por unidad de 500 g				
Concepto	Importe total	Unidades de producción	% del costo	Costo unitario
Materia prima	\$ 1154.88	64	79.29	\$ 9.02
Electricidad	\$12 .98	64	0.8912	\$ 0.1014
Agua	\$ 5.22	64	0.3584	\$ 0.040
Salarios	\$200	64	13.73	\$ 1.5625
Renta	\$ 40	64	2.74	\$ 0.3125
Línea de Producción	\$ 595.67	64	2.97	\$ 4.6536
Costo total	\$2008.75	64	100	\$ 15.6933
Costo estimado por unidad	\$31.3866 por caja	64		

Finalmente, se calculó el costo estimado por unidad, al cual se le incrementó un 100% de utilidad para obtener el precio de venta por unidad (tabla 21), ya que no se consideraron algunos factores como los costos de mercadotecnia, venta, comercialización, publicidad y derechos de propiedad industrial.

Tabla 21. Precio de venta de la pasta laminada desarrollada	
Costo estimado	\$ 31.38
100% utilidad	\$ 31.38
Precio de venta	\$ 62.77

El producto desarrollado, representa una buena opción para ser comercializado, ya que cumple con buenas características microbiológicas, fisicoquímicas y sensoriales a un bajo costo, debido a que el precio de venta de la pasta laminada desarrollada (\$62.77) es inferior al comercial (\$89.50).

CONFERENCIAS



6. CONCLUSIONES

Se desarrolló una pasta laminada, menos dulce y con una mejor textura, formulada a partir de un producto de importación.

Se determinó una formulación final ideal, seleccionando las variables determinantes del proceso, concluyéndose que la sustitución de la goma acacia, xantana y glucosa de la formulación base por el almidón pregelatinizado y el jarabe de maíz, le confirieron mejores propiedades de sabor y textura, al producto desarrollado.

El ingrediente que mostró mayor influencia en la textura del fondant extendido fue el almidón pregelatinizado.

La pasta laminada desarrollada presentó una excelente calidad microbiológica, ya que en ningún caso excedió los límites establecidos en el proyecto de norma PROY-NOM-217-SSA1-2002 en cuanto a bacterias mesofílicas aerobias, coliformes totales y mohos y levaduras.

La estabilidad fisicoquímica de la pasta desarrollada fue adecuada durante su vida útil y los valores de humedad, cenizas y lípidos se consideran apropiados para este tipo de productos.

La preferencia y aceptación por parte de los consumidores potenciales y jueces semientrenados se inclinó significativamente hacia la pasta laminada desarrollada.

Perspectivas



7. PERSPECTIVAS

Sería recomendable caracterizar sensorialmente la textura del producto, mediante un panel entrenado y establecer una correlación con los resultados instrumentales.

Sería interesante diversificar la presentación final del producto, mediante la utilización de colorantes y saborizantes, que sean estables a las condiciones de almacenamiento estipuladas.

Resultaría conveniente realizar un estudio mercadotécnico con mayor profundidad.

Bibliografía



8. BIBLIOGRAFÍA

- Academia del Área de Plantas Piloto de Alimentos.* 1999. Introducción a la Tecnología de Alimentos. 2ª edición. Editorial Limusa. México, D.F.
- Adrian, J.; Dauvillier, P.; Poiffait, A.; Potus, J.* 2000. Análisis nutricional de los alimentos. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
- AENOR.* 1997. Análisis Sensorial. Recopilación de Normas UNE. Editorial Aenor. España.
- Alvarado, M.* 1998. Arte Mexicano del Azúcar. Pasteles sorpresa 2. Editorial Continental. México, D.F.
- Anzaldúa, M. A.* 1994. Evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
- AOAC.* 1990. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. published by AOAC. Inc. Helrich K (editor), 15th Edition, Arlington, Vol. I y II, 17-18, 40-62, 69-83, 1012.
- Artículos para repostería.* Coberturas para tartas y postres (en línea). [Consulta: 5 de Noviedel2006]. <http://www.elplacerdeinvitar.com.ar/01_cocina/011301_coberturas.html>
- Badui, S.* 1999. Química de los Alimentos. Editorial Alambra Mexicana. 3ª Edición. México, D.F.
- Barcina, V.; Ibáñez, F.* 2001. Análisis Sensorial de Alimentos. Métodos y aplicaciones. Editorial Springer. Pamplona, España.
- Belitz, H.; Grosch, W.* 1997. Química de los alimentos. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
- .
- Bell, L.; Labuza, T.* 1998. Moisture Sorption. Practical aspects of isotherm measurement and use. Desrasier. 2nd edition. Minesota, USA.
- Bourne, M.* 2002. Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement. 2nd edition. Academic Press. New York.
- Cárdenas, P.N.* 2003. Factores que influyen en la vida de anaquel de producto de confitería de chocolate. Tesis para obtener el grado de Licenciatura. Facultad de Química. UNAM. México, D.F.

- Casp, A.; Abril J.* 1999. Elementos de Tecnología de Alimentos. Proceso de conservación de los alimentos. Editorial Mundi-Prensa. 1ª edición. Zaragoza, España.
- Charley, H.* 2001. Tecnología de alimentos. Procesos químicos y físicos en la preparación de alimentos. Editorial Limusa. México, D.F.
- Cheftel, H.; Cheftel, J.; Pierre, B.* 1998. Introducción a la Bioquímica y a la tecnología de los alimentos. Editorial Acribia. Zaragoza España.
- Clyne, E.; Hill, D.; Surbitor, S.*1968. A course in confectionery. Ching Ford. Vol. I, II. London.
- CONAGUA. 2007. Comisión Nacional del Agua. Disponible en: <http://www.cna.gob.mx/SINA/>.
- Díaz, M. T.* 2005. Desarrollo de un dulce de leche de vaca con nuez y amaranto. Tesis para obtener el grado de Licenciatura. Facultad de Química. UNAM. México, D.F.
- Di Gioia, M.A.* 1995. Envases y embalajes como herramientas de la exportación. Editorial Macchi. Buenos Aires, Argentina.
- Edwards, W.* 2002. La ciencia de las golosinas. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
- Fennema, O. R.* 2000. Química de los Alimentos. Editorial Acribia. 2ª edición. Zaragoza, España.
- Fernández, E. E.* 2000. Microbiología e inocuidad de los alimentos. Editorial UAQ Ediciones. Querétaro, México.
- Fox, B.; Cameron, A.* 2006. Ciencia de los alimentos. Nutrición y salud. Editorial Limusa, Noriega Editores. México, D.F.
- Frazier, W.; Westhoff, D.* 1993. Microbiología de los alimentos. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
- García, V. A.* 2004. Envase y embalaje de alimentos. Propuesta de un envase flexible para aderezo de queso que prolongue su vida de anaquel. Tesis para obtener el grado de Licenciatura. Facultad de Química. UNAM. México, D.F.
- Güemes, V. N.; Maldonado, E.; Semental S.; Santamarina, M.* 2004. Análisis de Perfil de Textura en Masas y Panes Dulces de Harina de Trigo Fortificados con lactosuero. Tesis de Licenciatura de la UAEH. Hidalgo, México.

- Guías empresariales*. 2000. Pastelería y repostería de la SECOFI. Editorial Limusa. 2ª reimpresión.
- Ibarz, A.; Naves, J.* 1995. Efecto de la temperatura y contenido en sólidos solubles sobre la cinética de pardeamiento no enzimático de zumos clarificados de manzana. *Food Science and Technology International*. pp. 29-34.
- Jay, J. M.* 2002. *Modern food Microbiology*. Van Nostrand Reinhold Company 3rd edition. New York.
- Jonhson, R., Kuby P.* 2004. *Estadística elemental*. 3ª Edición. Editorial Tompson.
- Labuza, T.* 1982. *Shelf Life Dating Foods*. Food and Nutrition. Westport. Connecticut, U.S.A .
- Lara N, Lescano G.* 2004. *Textura de Alimentos. Medida instrumental y aplicaciones*. Plegable No. 223, Departamento de Nutrición y Calidad, Estación Experimental Santa Catalina, INIAP, Quito, Ecuador.
- Lardmond, E.* (1977). *Laboratory methods for sensory evaluation of foods*. Can. Dept. Agr. Publ. 1637.
- Lewis, M.* 1993. *Propiedades físicas de los alimentos y de los sistemas de procesado*. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
- Luck, E.; Pager, M.* 1997. *Conservación química de los alimentos. Características, usos y efectos*. Editorial Acribia. 2ª Edición. Zaragoza, España. pp. 51, 66-67.
- Madrid, A.; Cenzano, I.; Madrid, J.; Madrid, A.* 1994. *Manual de pastelería y confitería*. Editorial Mundi-Prensa. 1ª Edición. Madrid, España.
- Man, D.* 2004. *La caducidad de los alimentos*. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
- Millar, D.* 2001. *Química de Alimentos*. Editorial Limusa–Wiley. 1ª edición. Nueva York.
- Mina, C. A.* 2004. *Desarrollo de un alimento para adultos mayores a partir de avena y caseinatos de calcio*. Tesis para obtener el grado de Licenciatura. Facultad de Química. UNAM. México, D.F.
- NOM-002-SCSI*. *Productos preenvasados-contenido neto, tolerancias y métodos de verificación*.
- NOM-008-SCSI*. *Sistema General de Unidades de Medida*.

- NOM-030-SCSI*. Información comercial, declaración de cantidad en la etiqueta y especificaciones.
- NOM-051-SCSI-1994*. Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados.
- NOM-086-SSA1-1994*. Bienes y servicios. Alimentos y bebidas no alcohólicas con modificaciones en su composición. Especificaciones nutrimentales.
- NOM-092-SSA1-1994*. Bienes y servicios. Método para la determinación de bacterias mesofílicas aerobias.
- NOM-110-SSA1-1994*. Bienes y servicios. Preparación y dilución de muestras de alimentos para su análisis microbiológico.
- NOM-111-SSA1-1994*. Bienes y servicios. Método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos.
- NOM-113-SSA1-1994*. Bienes y servicios. Método para la determinación de coliformes totales en placa.
- NOM-120-SSA1-1994*. Bienes y servicios. Prácticas de higiene y sanidad para el proceso de alimentos, bebidas no alcohólicas y alcohólicas.
- Pangborn, R.; Pedrero, F.* 1989. Evaluación sensorial de los Alimentos. Métodos analíticos. Editorial Alambra Mexicana .1ª edición.
- Piggott, J.* 1998. Sensory Analysis of foods. Elsevier. 2nd edition. London and New York.
- PROY-NOM-217-SSA1-2002*. Productos y servicios. Productos de confitería. Especificaciones sanitarias. Métodos de prueba.
- Real decreto Español 244/1978*. Real decreto para la elaboración, circulación y comercio de productos de confitería, pastelería, bollería y repostería. 1978. Zaragoza, España.
- Rosenthal, A.* 2001. Textura de los Alimentos. Medida y percepción. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
- Ruiz, J.* 2005. Textura de músculos de cerdo y de jamón curado con distintos niveles de NaCl, pH y contenido de agua. Tesis para obtener el grado de Doctor. Facultad de Veterinaria. Universidad Autónoma de Barcelona. Bellaterra, España.

- Sastre, G. A.* 1999. Tratado de nutrición. Editorial Díaz de Santos. Brasil.
- Toroky, T.; King, A.* 1991. Thermal Inactivation Kinetics of Food Borne Yeasts. *Journal of Food Science.* pp. 6-9.
- Vidales, M. D.* 2005. El mundo del envase. Editorial G. G. México, D.F. Págs. 16-27
- Wittig, E.; Avendaño P.; Soto, D.; Bunger, A.* 2003. Caracterización química y sensorial de biscochuelos enriquecidos con fibra dietética y micronutrientes para el anciano. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas. Universidad de Santiago, Chile.
- Wong, D.* 1995. Química de los Alimentos. Mecanismos y teoría. Editorial Acribia. 1ª Edición. Zaragoza, España.
- Woodman, H.* 1968. Home – made sweets. How to make them. Pocket Library. London.

ANEXOS

ANEXO I: Aplicaciones de la pasta fondant en los productos de repostería

La pasta tiene su mayor aplicación dentro de la pastelería, al recubrir los pasteles dándoles una apariencia más fina. Su uso es muy flexible por su capacidad de amoldarse y formar figuras de diferentes colores que atraen al consumidor.



Pasteles decorados con pasta Fondant



La pasta tiene la ventaja que puede ser pintada a mano



La pasta puede moldearse y crear figuras comestibles

Anexo II: Prueba de sustitución de ingredientes

A) Medición de textura con rodillo



B) Apariencia típica



C) Extensibilidad



Anexo III: Proceso gráfico de elaboración de la pasta



Hidratación de la Grentina en relación 1:3 p/v



Adición del jarabe a la mezcla



Adición de la grasa vegetal



Cocción en horno de microonda 1min P=6



Homogenizado



Adición del glicerol



Adición de Almidón pregelatinizado



Homogenizado 5 min

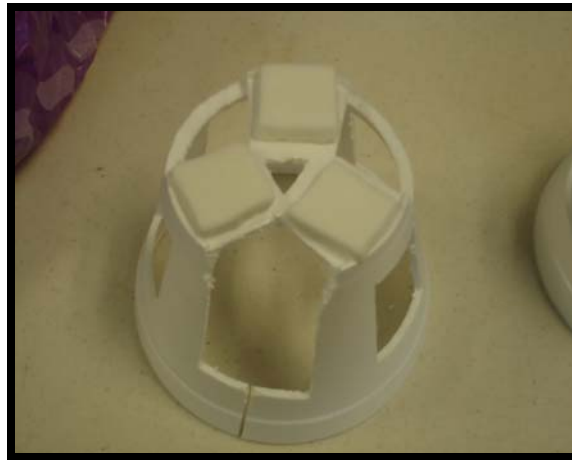


Incorporación de azúcar glass a la mezcla

Pasta laminada



Anexo IV: Condiciones de prueba para la determinación de la vida útil



Recipientes contenedores de las muestras. Hechos a base de unicel y perforados de manera que se obtenga la mayor permeabilidad posible.



Frascos acondicionados para obtener la humedad relativa a determinada temperatura por medio del glicerol.

Anexo V: Condiciones de pruebas sensoriales

V1. Fichas de Cata

a) Prueba de Preferencia

Fecha: _____

Edad: _____

Ocupación: _____

Pruebe las muestras que se le presentan, empezando por la izquierda, y señale con una X cual prefiere. Si lo desea, puede volver a probar las muestras.

597

266

Comentarios:

¡Gracias por su participación !

b) Prueba de preferencia con jueces semientrenados

PRODUCTO: PASTA LAMINADA PARA RECUBRIR PASTELES

FECHA: _____

Instrucciones: Pruebe las muestras que tiene frente a usted de izquierda a derecha.

De acuerdo a su sabor (dulzor) indique cual de las 2 muestras prefiere: _____

Comentarios: _____

¡Gracias por su participación!

PRODUCTO: PASTA LAMINADA PARA RECUBRIR PASTELES

FECHA: _____

Instrucciones: Pruebe las muestras que tiene frente a usted de izquierda a derecha.

De acuerdo a su textura indique cual de las 2 muestras prefiere: _____

Comentarios: _____

¡Gracias por su participación!

c) Prueba de nivel de agrado

1. ¿Qué tanto le gustó la pasta?



MUCHÍSIMO



MUCHO



NI MUCHO NI POCO



POCO



NADA

2. ¿Cuál sería tu intención de comprar la pasta?



DEFINITIVAMENTE
SI LA COMPRARÍA



SI LA COMPRARÍA



TAL VEZ
SI LA COMPRARÍA
TAL VEZ NO
LA COMPRARÍA



NO LA COMPRARIA



DEFINITIVAMENTE
NO LA COMPRARÍA

d) Datos socioeconómicos

La información solicitada será considerada confidencial. Por favor, conteste el siguiente cuestionario si está de acuerdo.

Datos socioeconómicos

Edad: Menos de 20 años De 21 a 35 años De 36 a 50 años
 De 51 a 65 años Más de 65 años

Estado civil Soltero Casado Divorciado

Hijos 0 1 2 3 4 o más

Ingresos Mensuales

Menos de \$ 3,000 Entre \$ 3,000 y \$ 6,000
Entre \$ 6,000 y \$ 10,000 Más de \$ 10,000

¿Se encarga usted de la compra de productos alimenticios?

Diariamente Una vez por semana Una vez por mes
Nunca Acompañó a otra persona

¿En donde suele realizar la compra de productos alimenticios?

Mercado En tiendas Mini supers Supermercados

¿Usted cocina?

Habitualmente Ocasionalmente Nunca

e) Prueba de Aceptación

Frente a usted tiene una rebanada de pastel, el cual esta recubierto de una pasta. Conteste cada pregunta en cuanto a la pasta

1. ¿Compraría usted la pasta para decorar sus propios pasteles, panqués o galletas?

Si No

2. ¿Compraría el producto si costara \$80 los 500 g? Tome en cuenta que los 500 gramos le pueden servir para 2 pasteles para 15 personas y puede almacenar el resto que no utilice hasta 2 meses.

Si No

3. ¿Cambiaría algo en el producto?

Si _____ No

4. ¿Qué presentación le parece más práctica?

250 gr 500 g 750 g 1 kg

V2. TABLA DE SIGNIFICANCIA PARA PRUEBAS DE DOS MUESTRAS

NUMERO DE JUICIO	PRUEBAS DE DOS DOS COLAS*			PRUEBAS DE UNA COLA**		
	Nivel de probabilidad			Nivel de probabilidad		
	5%	1%	0,1%	5%	1%	0,1%
5	—	—	—	5	—	—
6	—	—	—	6	—	—
7	—	—	—	7	—	—
8	8	8	—	7	8	—
9	8	9	—	8	9	—
10	9	10	—	9	10	10
11	10	11	11	9	10	11
12	10	11	12	10	11	12
13	11	12	13	10	12	13
14	12	13	14	11	12	13
15	12	13	14	12	13	14
16	13	14	15	12	14	15
17	13	15	16	13	14	16
18	14	15	17	13	15	16
19	15	16	17	14	15	17
20	15	17	18	15	16	18
21	16	17	19	15	17	18
22	17	18	19	16	17	19
23	17	19	20	16	18	20
24	18	19	21	17	19	20
25	18	20	21	18	19	21
26	19	20	22	18	20	22
27	20	21	23	19	20	22
28	20	22	23	19	21	23
29	21	22	24	20	22	24
30	21	23	25	20	22	24
31	22	24	25	21	23	25
32	23	24	26	22	24	26
33	23	25	27	22	24	26
34	24	25	27	23	25	27
35	24	26	28	23	25	27
36	25	27	29	24	26	28
37	25	27	29	24	27	29
38	26	28	30	25	27	29
39	27	28	31	26	28	30
40	27	29	31	26	28	31
41	28	30	32	27	29	31
42	28	30	32	27	29	32
43	29	31	33	28	30	32
44	29	31	34	28	31	33
45	30	32	34	29	31	34
46	31	33	35	30	32	34
47	31	33	36	30	32	35
48	32	34	36	31	33	36
49	32	34	37	31	34	36
50	33	35	37	32	34	37
60	29	41	44	37	40	43
70	44	47	50	43	46	49
80	50	52	56	48	51	55

* Número mínimo de juicios coincidentes necesario para establecer diferencia significativa.

** Número mínimo de respuestas correctas necesario para establecer diferencia significativa.

Fuente: Roessler y col. (1956), obtenida de Anzaldúa-Morales, 1994.

ADAPTACIÓN PARA MÁS DE 80 JUECES (n). PRUEBAS DE UNA COLA. (Dra. Delil Gómez Portugal)

Utilizando una muestra de tamaño n , cada individuo sólo puede “elegir” entre si prefiere un atributo (= éxito), o no lo prefiere (= fracaso).

Interés: Decidir si estadísticamente puede decirse que la población prefiere el atributo en cuestión (o bien, cuando puede decirse eso).

En términos estadísticos:

Sea p la proporción de la población que prefiere cierto atributo

$$H_0: p \leq \frac{1}{2} \quad \text{vs} \quad H_1: p \geq \frac{1}{2}$$

Este planteamiento de hipótesis corresponde al problema de interés:

$$x_i \sim \text{Bernoulli}(p)$$

$$y = \sum_{i=1}^n x_i \sim \text{Binomial}(n, p)$$

$$E(y) = np$$

$$\text{Var}(y) = np(1 - p)$$

Para “ n ” suficientemente grande, podemos usar una aproximación normal

Buscamos

$$P(y > K) \approx \alpha \quad \alpha = \text{nivel de significancia de la prueba}$$

Usando aproximación normal (cada corrección por continuidad):

$$P \left[Z > \frac{k - 0.5 - np}{\sqrt{np(1-p)}} \right] \approx \alpha$$

Entonces, dependiendo del nivel α , el número mínimo de respuestas favorables necesarias para declarar que determinado atributo a prueba sí es mayoritariamente preferido en la población, está dado por:

$$Y > k_1 \text{ donde } k = \xi \frac{1 - \alpha}{2} \sqrt{n + \frac{(n+1)}{2}}$$

Donde : $\xi 1 - \alpha$ es el percentil de la distribución normal estándar .

α	k^*
0.05	$0.8225 \sqrt{n + \frac{(n+1)}{2}}$
0.01	$1.165 \sqrt{n + \frac{(n+1)}{2}}$

* tratándose de enteros, hay que redondear hacia arriba el valor obtenido de k .

Anexo VI: Condiciones de Prueba para la determinación el perfil de textura



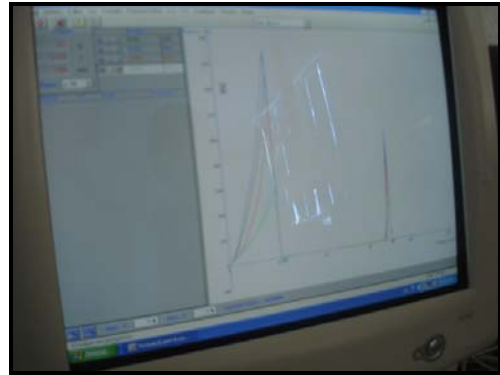
Texturómetro TA-XT2 para el APT



Sonda cilíndrica



Penetración de a muestra



Monitor de registro

ANEXO VII: ANOVA DE UN FACTOR PARA LAS PRUEBAS DE TEXTURA

Cohesividad

H_0 = Cohesividad de la pasta desarrollada = cohesividad de la pasta comercial

H_a = Cohesividad de la pasta desarrollada > cohesividad de la pasta comercial

Descriptivos

N	Media	Desviación típica	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
	Límite inferior	Límite superior	Límite inferior	Límite superior	Límite inferior	Límite superior
3	.102895	.0005355	.101565	.104225	.1023	.1033
3	.071489	.0003780	.070550	.072428	.0712	.0719
6	.087192	.0172071	.069134	.105250	.0712	.1033

ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	.001	1	.001	6887.456	.000
Intra-grupos	.000	4	.000		
Total	.001	5			

Dureza

H_0 = Dureza de la pasta desarrollada = dureza de la pasta comercial

H_a = Dureza de la pasta desarrollada < dureza de la pasta comercial

Descriptivos

N	Media	Desviación típica	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
Límite inferior	Límite superior	Límite inferior	Límite inferior	Límite superior	Límite inferior	Límite superior
3	982.32333 3	9.4619307	958.818594	1005.828072	971.4100	988.2300
3	1747.2000 00	47.7577334	1628.563213	1865.836787	1711.050	1801.340
6	1364.7616 67	420.0702635	923.924961	1805.598372	971.4100	1801.340

ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	877554.473	1	877554.473	740.449	.000
Intra-grupos	4740.658	4	1185.165		
Total	882295.131	5			

Adhesividad

H_0 = Adhesividad de la pasta desarrollada = adhesividad de la pasta comercial

H_a = Adhesividad de la pasta desarrollada > adhesividad de la pasta comercial

Descriptivos

N	Media	Desviación estandar	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
Límite inferior	Límite superior	Límite inferior	Límite inferior	Límite superior	Límite inferior	Límite superior
3	72.863333 -	.3403430	-73.708792	72.017875 -	-73.1300	-72.4800
3	25.033333 -	.1171893	-25.324448	24.742219 -	-25.1200	-24.9000
6	48.948333 -	26.1985591	-76.442035	21.454632 -	-73.1300	-24.9000

ANOVA

	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	3431.563	1	3431.563	52969.848	.000
Intra-grupos	.259	4	.065		
Total	3431.822	5			

Elasticidad

H_0 = Elasticidad de la pasta desarrollada = elasticidad de la pasta comercial

H_a = Elasticidad de la pasta desarrollada > elasticidad de la pasta comercial

Descriptivos

N	Media	Desviación típica	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
Límite inferior	Límite superior	Límite inferior	Límite inferior	Límite superior	Límite inferior	Límite superior
3	4.547728	.1198928	4.249898	4.845558	4.4115	4.6372
3	4.556688	.0450801	4.444703	4.668674	4.5068	4.5945
6	4.552208	.0811584	4.467038	4.637379	4.4115	4.6372

ANOVA

	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	.000	1	.000	.015	.909
Intra-grupos	.033	4	.008		
Total	.033	5			