

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA**

**FORMULACION Y EVALUACION DE LA ACEPTABILIDAD DE
UNA MAGDALENA PARA DIABETICOS ELABORADA CON
FRUCTOSA Y ACESULFAME-K COMO SUSTITUTOS DE
SACAROSA**

TESIS

Presentada a la honorable junta directiva de la
Facultad de Ciencias Químicas y farmacia de la
Universidad de San Carlos de Guatemala

POR

HERBERT SENN SAGASTUME

EN EL ACTO DE INVESTIDURA DE :

LICENCIADO EN NUTRICION

Guatemala, julio de 2000

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

DL
06
†(2098)

JUNTA DIRECTIVA

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

DECANO	Licda. Hada Marieta Alvarado Beteta
SECRETARIO	Lic. Oscar Federico Nave Herrera
VOCAL I	Dr. Oscar Manuel Cobar Pinto
VOCAL II	Dr. Rubén Dariel Velásquez Miranda
VOCAL III	Lic. Rodrigo Herrera San José
VOCAL IV	Br. César Alfredo Flores López
VOCAL V	Br. Manuel Anibal Leal Gómez

DEDICATORIA

Dedico el siguiente trabajo a:

A Dios que es el centro del universo, y por supuesto a todas aquellas personas que sufren de tan terrible enfermedad como es la diabetes.

AGRADECIMIENTOS

Ahora, en la culminación de tan anhelada meta, dedico éste trabajo de tesis a aquellas personas responsables de mi existencia; a mis padres Marina y Jorge. A mis compañeros de penas y alegrías, mis hermanas Elizabeth y Mónica así como a mis hermanos Jorge y Walter. A mis pequeñas consentidas, mis sobrinas Marianne y Katherine. A la gloriosa Universidad de San Carlos de Guatemala por darme un cúmulo de sabiduría y conocimientos.

Dedico también dicho trabajo de tesis a todas aquellas personas que han estado a mi lado, mis amigos; muy especialmente a Carmen, Evelyn, Raquel y tantos más que aunque no los nombre con palabras lo hago con recuerdos desde el fondo de mi corazón. A Katy y la familia Dieguez Meza; a Gabriela y su familia; gracias por su apoyo y comprensión.

Por supuesto que agradezco a aquellas personas que confiaron y creyeron en mí; aquellos que viven en los cielos pero que me enseñaron a poner los pies muy firmemente en la tierra; especialmente a Cristian, Hector y a Don Javier.

Agradezco también a tantas personas que por cuestión de tiempo y espacio me fue imposible nombrar, pero que sepan que estarán siempre presentes. Gracias al destino que me ha llevado hasta donde estoy ahora

Una vez más,

Gracias

INDICE

	Página
I. RESUMEN	1
II. INTRODUCCIÓN	3
III. ANTECEDENTES	4
A. DIABETES MELLITUS	4
1. Definición	4
2. Clasificación de Diabetes	4
a) Diabete mellitus dependiente de insulina	4
b) Diabete mellitus no dependiente de insulina	4
c) Diabete mellitus gestacional	5
d) Alteraciones de la tolerancia a la glucosa	5
3. Tratamiento de la diabetes	6
a) Tratamiento nutricional	6
i. Recomendaciones sobre la ingesta de carbohidratos	6
ii. Recomendaciones sobre la ingesta de proteínas	7
iii. Recomendaciones sobre la ingesta de grasas	8
b) Uso de los carbohidratos en pacientes diabéticos	8
c) Uso de la fructosa	10
d) Edulcorantes	11
B. ABSORCIÓN Y METABOLISMO DE LOS CARBOHIDRATOS	11
1. Absorción de carbohidratos	12
2. Regulación del metabolismo de los carbohidratos	12
3. Absorción y metabolismo de la fructosa	14
4. Efectos nocivos de la fructosa	16
C. PRODUCTOS HORNEADOS	17
1. Definición	17
2. Funciones de los ingredientes	18
a) La harina	18
i. El almidón	18
ii. Las proteínas	18
b) El azúcar	19
c) Las grasas	20
d) La leche	20
e) Los huevos	20
f) Los leudantes	20
3. Condiciones de horneo	21
4. Productos especiales de panadería y pastelería	22
5. Papel del almidón en los productos horneados	23
a) Absorción de agua	23
b) Gelatinización	23

	c)	Retrogradación del almidón	24
	6.	Pardeamiento no enzimático	24
	a)	La reacción de Maillard	25
	b)	Pardeamiento por ácido ascórbico	25
	c)	Caramelización de azúcares	26
D.		TRABAJOS REALIZADOS UTILIZANDO SUSTITUTOS DE SACAROSA	26
E.		EDULCORANTES	27
	1.	Sacarosa	28
	2.	Fructosa	29
	3.	Acesulfame-K	31
F.		ANÁLISIS SENSORIAL	33
	1.	Definición	33
	2.	Características sensoriales de los alimentos	33
	3.	Aplicación del análisis sensorial	34
	a)	Determinación de normas	34
	b)	Control de calidad	35
	c)	Desarrollo de nuevos productos	35
	d)	Correlación con medidas químicas	35
	4.	Métodos de Análisis Sensorial	35
	a)	Métodos Analíticos	35
	5.	Metodos Afectivos	36
	a)	Aceptación del producto	36
	b)	Preferencia del producto	36
	c)	Escala hedónica	36
	6.	Condiciones Mínimas Necesarias para una Análisis Sensorial con Consumidores	36
	a)	Jueces- consumidores	36
	b)	Area Física	37
	c)	Instrumentos de evaluación	38
	d)	Escala de medición	38
IV.		JUSTIFICACIÓN	39
V.		OBJETIVOS	40
VI.		MATERIALES Y METODOS	41
	A.	UNIVERSO	41
	B.	MUESTRA	41
	C.	TIPO DE ESTUDIO	41
	D.	MATERIALES	41
	1.	Materiales y Equipo	41
	2.	Ingredientes	42
	3.	Instrumentos	42
	4.	Material de oficina	42
	E.	MÉTODOS	43
	1.	Para la formulación de la "magdalena"	43
	a)	Pruebas Preliminares	43

	b) Elaboración del producto final	44
	2. Para determinar el valor nutritivo de la magdalena formulada	45
	3. Para la Evaluación de las Características Organolépticas de la Aceptabilidad	45
	4. Para la tabulación de datos	45
VII.	RESULTADOS	46
	A. PRUEBAS PRELIMINARES	46
	B. FORMULACIÓN DE LA MAGDALENA	47
	1. Formulación	47
	2. Valor nutritivo	48
	C. PRUEBAS DE ACEPTABILIDAD	49
	1. Características de la muestra	49
	2. Evaluación de características sensoriales	50
	3. Evaluación de la aceptabilidad	50
VIII.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	53
IX.	CONCLUSIONES	58
X.	RECOMENDACIONES	59
XI.	BIBLIOGRAFÍAS	60
XII.	ANEXOS	64
	Anexo No. 1 "Hoja de recolección de Datos de las Pruebas Preliminares"	65
	Anexo No. 2 "Formato para el Análisis Sensorial de los Bizcochos o Pasteles, Prueba de Nivel de Agrado o Hedónica"	66
	Anexo No. 3 "Hoja de Tabulación de Datos para las características de Sexo, Edad, Textura y Sabor"	68
	Anexo No. 4 "Fórmula de la Magdalena para Diabéticos Elaborada con Fructosa y Acesulfame-K como Sustitutos de Sacarosa"	70
	Anexo No. 5 "Gráficas"	71

I. RESUMEN

En este estudio se formuló y elaboró un pastel tipo magdalena sustituyendo completamente la sacarosa por fructosa y acesulfame-K con el objetivo de obtener una magdalena de características adecuadas para personas que desean eliminar el consumo de azúcar.

Debido a que el azúcar juega un papel importante en el desarrollo del color, la textura y el sabor de los productos de repostería, se realizaron tres pruebas preliminares variando las concentraciones de los edulcorantes para encontrar la mezcla que proporcionara una magdalena con las mejores características de color, textura y sabor, la mejor magdalena se logró con la siguiente fórmula: harina 33 - 37%, fructosa 15 - 19%, acesulfame-K 0.009 - 0.9%, huevos 42 - 46%, limón entero 0.8 - 2.8%, extracto de vainilla en alcohol al 35% 0.08 - 0.28%.

Se realizó una prueba de aceptabilidad de la magdalena con 76 pacientes diabéticos de consulta regular del Patronato para el Paciente Diabético de Guatemala (PAPADIGUA); de los cuales 16 fueron de sexo masculino y 60 de sexo femenino, 44 fueron mayores de 51 años.

El 55% de los pacientes entrevistados contestaron que la magdalena "les gustó"; el 37% contestaron "le gustó muchísimo"; solamente el 8% contestó que la magdalena "le fué indiferente". La aceptabilidad total de la magdalena fue de 92% lo cual cumple las expectativas planteadas.

Respecto a las características de la magdalena, más del 90% de los pacientes manifestaron que el color y textura eran "adecuados" y que el sabor era "delicioso".

II. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, gran parte de la industria guatemalteca de alimentos ha enfocado su atención en los productos dietéticos. Este tipo de productos se orientan a satisfacer una demanda nacional creciente, en su mayoría son extranjeros, de alto precio, y fueron elaborados para personas que desean reducir el consumo de energía.

Por otro lado, los edulcorantes ó sustitutos de azúcar han tomado mucha importancia debido a su amplio uso. A pesar de que no existe un edulcorante perfecto desde el punto de vista de la industria de alimentos, existen muchos que se pueden aplicar indistintamente según sea el producto que se desee elaborar y al proceso al que se someta.

El propósito del presente trabajo fue formular y evaluar la aceptabilidad de una magdalena para personas diabéticas, elaborada con una mezcla 50:50 % de fructosa y acesulfame-K, como sustitutos de la sacarosa, para obtener un producto de pastelería de características similares a los elaborados con azúcar de caña.

III. ANTECEDENTES

A. DIABETES MELLITUS

1. Definición

La diabetes es una enfermedad que se manifiesta por la elevación de la concentración sanguínea de glucosa (hiperglicemia), excreción de azúcar en la orina (glucosuria), disminución de la insulina ó disminución de su acción, alteraciones del metabolismo de la glucosa, los lípidos y las proteínas; además de ciertas complicaciones características tanto a corto como a largo plazo (3, 11).

2. Clasificación de la Diabetes

a) *Diabetes mellitus dependiente de la insulina.* Como su nombre lo dice, se presenta en pacientes con poca o ninguna capacidad secretora endógena de insulina; por consiguiente, depende de manera absoluta de la insulina exógena para evitar la cetoacidosis y la muerte. Este tipo de diabetes suele aparecer, antes de la edad adulta. Se conoce también como diabetes tipo I (3, 11, 20).

b) *Diabetes mellitus no dependiente de insulina.* Es la forma más frecuente de enfermedad, ya que llega a constituir 90% de los casos a nivel mundial. Ocurre en pacientes que conservan capacidad secretora

significativa de insulina endógena. Para su supervivencia no dependen de manera absoluta de la insulina exógena y no muestran tendencia a desarrollar cetoacidosis, salvo por condiciones de estrés grave, como el producido por infecciones, traumatismos o intervenciones quirúrgicas. Se le denomina también como diabetes tipo II (3, 11, 20).

c) *Diabetes mellitus gestacional.* Éste es el término utilizado para describir la intolerancia a la glucosa que comienza o que se detecta por primera vez durante el embarazo. Afecta a alrededor del 2% de las mujeres gestantes, habitualmente durante los trimestres segundo y tercero, cuando aumentan los niveles de hormonas antagonistas de la insulina y aparece una resistencia normal a ella. Después del parto debe reclasificarse a las pacientes según las determinaciones de glicemias (11).

d) *Alteraciones de la tolerancia a la glucosa.* Anteriormente los pacientes que presentaban estas alteraciones secundarias se clasificaban como especiales, ya que era muy poco frecuentes. En la actualidad el Grupo Nacional de Datos sobre Diabetes (GNDD) de los Estados Unidos y la Organización Mundial de la Salud (OMS) reconocen una prevalencia de 4.6% y 11.2% respectivamente. No existe un tratamiento específico para estos trastornos y tampoco se conocen intervenciones específicas que puedan retrasar o evitar su progreso en las poblaciones de alto riesgo. Los datos sugieren que la prevención de la obesidad y un mayor nivel de actividad física ejercen efectos protectores (10).

3. Tratamiento de la diabetes

Las metas globales del tratamiento de la diabetes mellitus consisten en lograr un metabolismo normal o casi normal de los carbohidratos, los lípidos y las proteínas, evitar las complicaciones agudas como la hipoglucemia, hiperglucemia o la cetoacidosis y prevenir las complicaciones a largo plazo, como las enfermedades microvasculares, que provocan lesiones oculares y renales; la neuropatía y la enfermedad macrovascular responsable de lesiones cardíacas y cerebrales y la insuficiencia vascular periférica (11).

a) Tratamiento nutricional. La Asociación Americana de Diabetes reúne periódicamente un panel de expertos en el tratamiento de diabetes para actualizar los conocimientos y recomendaciones al respecto, recomendando un plan nutricional con generosas cantidades de carbohidratos complejos y fibra, restricción de grasas y colesterol (3). El Cuadro No. 1 resume las recomendaciones a seguir con éstos pacientes.

i. Recomendaciones sobre la ingesta de carbohidratos. Desde el descubrimiento de la insulina las persona enfermas de diabetes mellitus dependiente de insulina (DMDI) han podido mantener de una mejor manera su peso y controlar mejor sus síntomas. Sin embargo, desde 1950 hasta mediados de los 80's se ha hablado de una dieta con porcentajes entre 20 y hasta 45% de la energía proveniente de carbohidratos; teniendo ciertas modificaciones acerca del tipo de

carbohidratos a utilizar y de su distribución energética. En la actualidad ya no se habla de una "dieta para diabético", sino de una serie de recomendaciones para ayudar a los expertos en nutrición y a los pacientes a planificar la dieta más beneficiosa para un tratamiento médico óptimo y evitar complicaciones (3, 11).

CUADRO No. 1 METAS EN EL TRATAMIENTO NUTRICIONAL DE LA DIABETES

Específicas

- Normalizar los niveles sanguíneos de glucosa
- Mantener los lípidos plasmáticos en niveles deseables
- Reducir la probabilidad de complicaciones específicas
- Retardar el desarrollo de aterosclerosis

Generales

- Proveer educación nutricional
- Alcanzar y mantener peso corporal óptimo
- Distribución diaria de requerimientos energéticos
- Individualizar la disponibilidad y preferencias alimentarias
- Metas especiales dependiendo de otra enfermedad o condición como el embarazo
- Crear necesidades terapéuticas especiales (como en pacientes con fallo renal)

FUENTE: ANDERSON, J. W. y BAZEL, P. 1994. Nutritional Management...⁽³⁾

ii. *Recomendaciones sobre la ingesta de proteínas.* La ingesta de proteínas ha de ser suficiente para asegurar el crecimiento y desarrollo normales y mantener las funciones del organismo, por tanto, la ingesta dietética recomendada para los adultos es entre 10 y 20% de la energía total diaria. Para mantener el equilibrio de nitrógeno como sucede en ciertos estadios por ejemplo la obesidad, el embarazo, la infancia y la adolescencia se puede aumentar por arriba del 20% dependiendo de la

respuesta del paciente. (11).

iii. Recomendaciones sobre la ingesta de grasas.

Tradicionalmente el consumo de grasas estaba en función de la cantidad de carbohidratos recomendados. Si la ingesta de proteína estaba entre 10 y 20% el restante 80 y 90% se dividía en partes iguales entre carbohidratos y grasas. Pero, para evitar el riesgo de aterosclerosis y problemas cardíacos suele recomendarse que la grasa no aporte más del 30% de la energía total con un máximo de 10% de grasa saturada (para personas que presenten niveles de lípidos normales y peso aceptable), lo que significa que la ingesta de carbohidratos se mantenga entre 50 y 60% de la energía. En la actualidad éstas recomendaciones varían de una persona a otra, según la valoración nutricional y los objetivos terapéuticos. El porcentaje de energía procedente de la grasa depende de los resultados obtenidos en las mediciones de glicemias, lípidos y peso corporal. El consumo de ácidos grasos omega-3 (conocidos como aceites de pescados), se ha aumentado al verse que bajan moderadamente los niveles de colesterol sérico y de una manera más significativa los triglicéridos séricos (3, 11).

b) Uso de los carbohidratos en pacientes diabéticos

Tradicionalmente los carbohidratos han sido clasificados como *simples* (azúcares) y *complejos* (almidones). Los carbohidratos simples son conocidos por elevar los niveles sanguíneos de la glucosa en mayor proporción que los carbohidratos complejos. La respuesta glicémica de 50 g de glucosa

es mucho mejor que la respuesta de 50 g de almidón. Mientras que la glucosa, maltosa y sacarosa producen ligeros aumentos en los niveles de glucosa sanguínea, la fructosa no los produce. La fructosa se caracteriza por ser metabolizada sin necesidad de insulina, su ingesta aumenta ligeramente la cantidad de insulina sérica en individuos no diabéticos, también produce elevaciones mínimas en los niveles de glucosa sanguínea en personas que son y no son diabéticas. La Asociación Americana de Diabetes (ADA), debido a estas consideraciones llegó a la conclusión que se puede incluir pequeñas cantidades de sacarosa en la dieta siempre y cuando no afecte en grandes proporciones la glicemia de los pacientes y sean pacientes controlados (3, 11, 36).

Los carbohidratos complejos provocan diferentes respuestas glicémicas; por ejemplo, el pan y las papas elevan los niveles de glucosa sanguínea en mayor cantidad que los frijoles. En realidad, son muchos los factores que influyen en la respuesta glicémica de los alimentos. Ha existido mucha controversia acerca de la utilidad del índice glicémico y de su utilidad clínica. De cualquier manera, se necesitan de mayores estudios y evaluaciones clínicas, así como índices glicémicos de muchos alimentos individuales y comidas preparadas (6, 11, 36).

Las diferencias en cantidad de fibra, tipo de fibra, grasa y proteína influyen en el tiempo de vaciamiento gástrico (y por ende en la respuesta glicémica). El método de procesamiento también influye en la respuesta glicémica de los alimentos. La fibra es solamente uno de los muchos

factores que influyen en dicho proceso. Inhibe las enzimas digestivas responsables de la hidrólisis del almidón retardando su absorción (como en el caso de los frijoles ricos en fibra soluble). La fermentación de la fibra produce algunas ácidos grasos de cadena corta que son absorbidos por las venas que inervan el colon, retardando directamente en el hígado el metabolismo de los carbohidratos (3, 6, 11).

c) Uso de la fructosa

En la actualidad se considera a la fructosa como el edulcorante ideal para los diabéticos por las pocas o casi nulas complicaciones que provoca. Sin embargo, la ingesta elevada de fructosa se asocia a diversos efectos adversos sobre los lípidos séricos aumentándolos (especialmente las lipoproteínas de baja densidad LDL). La fructosa puede producir aumentos marginales de los lípidos sanguíneos, del ácido úrico, de la insulina y de las glicemias, y alterar una tolerancia a la glucosa ya disminuída en circunstancias de potenciación de los efectos de las manipulaciones alimentarias. La ingesta es baja y se considera que no existen inconvenientes en consumir fructosa en cantidades moderadas, en relación con otros edulcorantes naturales disponibles en el mercado por ejemplo: los derivados del maíz, concentrados de jugos de frutas, miel, melazas, dextrosa, maltosa y alcoholes de azúcares. Además, el metabolismo de la fructosa de la dieta es rápido y no da lugar a acumulación en la sangre. Incluso con dietas muy ricas en fructosa, sus niveles sanguíneos solo representan 10% de los de la glucosa. (3, 6, 11, 28).

d) Edulcorantes

En la actualidad, en las dietas para diabéticos alrededor del mundo se utilizan edulcorantes de alta intensidad que proporcionan cantidades insignificantes de energía, como ocurre con el aspartame, acesulfame-K y ciclamatos. El objeto principal de estos edulcorantes consiste en proporcionar sabor dulce a los alimentos y bebidas sin aportar energía ni incrementar la glicemia. Debe tenerse especial cuidado en el uso de cada edulcorante, conocer las ventajas y desventajas que cada uno evita que interfiera con alguna otra enfermedad que esté presente (1, 3, 11)

B. ABSORCIÓN Y METABOLISMO DE LOS CARBOHIDRATOS

El metabolismo de los carbohidratos es el metabolismo de la energía en la célula. Los animales pueden sintetizar algunos carbohidratos a partir de lípidos y proteínas, pero el volumen mayor de los carbohidratos de los animales se deriva de fuentes vegetales (10).

En la dieta se ingieren los carbohidratos necesarios para el mantenimiento normal de todas las funciones de los seres humanos y por consiguiente de la vida. El carbohidrato ingerido pasa al torrente sanguíneo en forma de glucosa o es convertida en el hígado y, a partir de ella, pueden formarse los demás carbohidratos en el organismo. El carbohidrato es la principal fuente de energía de los mamíferos y un combustible universal para el feto (10).

En el organismo la glucosa es convertida en otros carbohidratos que tienen funciones especiales altamente específicas, por ejemplo, glucógeno para almacenaje; ribosa para los ácidos nucleicos, etc (10).

1. Absorción de Carbohidratos

Los azúcares (polisacáridos) que son ingeridos en la dieta no se absorben tal y como se ingieren, deben ser llevados a moléculas más pequeñas (monosacáridos) para poder entrar en la vía glicolítica. Los carbohidratos son hidrolizados por enzimas específicas localizadas en el interior del intestino delgado, a sus fracciones más simples, tal y como se muestra a continuación:



Los monosacáridos son transportados dentro de los epitelios intestinales hasta el torrente sanguíneo para ser llevados al hígado donde son posteriormente fosforilados para sus distintos usos (15).

2. Regulación del Metabolismo de los Carbohidratos

El catabolismo de los carbohidratos provee ATP (Adenosín Tri Fosfato), que es el combustible esencial para una variedad de procesos bioquímicos. Es importantísimo para una célula mantener suficiente concentración de ATP a niveles constantes; sin importar a que velocidad se

produce o se consume. Dichos cambios pueden ser aumentados al incrementar la demanda de energía como es el caso del ejercicio o el stress. El catabolismo de los carbohidratos es regulado de la misma forma en todos los organismos, pero se ha estudiado especialmente en el hígado y los músculos de animales vertebrados (15).

En el músculo se incrementa o disminuye la glucólisis debido a la baja o al exceso de ATP causado por el constante trabajo desarrollado. En el hígado, el ATP sirve para mantener constantes los niveles de glucosa en la sangre. Dependiendo de las concentraciones de ATP, se produce y exporta glucosa cuando los demás tejidos así lo deseen; se importa y se almacena glucosa cuando se tiene un exceso en la dieta (15).

Minuto a minuto, de manera constante se regulan los niveles sanguíneos de carbohidratos; proceso que involucra a tres sustancias hormonales que son la insulina, glucagón y epinefrina (adrenalina) actuando primordialmente en el hígado, músculo y tejido adiposo (15).

Las señales que se generan con la presencia de insulina significan que las concentraciones de glucosa en la sangre están más altas de lo normal; como resultado, el exceso de glucosa es introducido a las células y convertido en material de almacenamiento, glicógeno y triacilgliceroles. La presencia de glucagón indica que los niveles sanguíneos de glucosa están por debajo de los valores normales y por consiguiente los tejidos responden produciendo glucosa a través de la ruptura de glicógeno y gluconeogénesis, y

por la oxidación de grasas para reducir el gasto energético de glucosa. La epinefrina es liberada en el músculo, los pulmones y el corazón preparandolos para una arranque de actividad. Éstas hormonas (Insulina, Glucagón y Epinefrina) son las principales encargadas de la actividad metabólica del músculo, hígado y tejido adiposo (15, 16). Los efectos fisiológicos de la Epinefrina se presentan en el cuadro No. 2.

3. Absorción y Metabolismo de la Fructosa

La utilización de fructosa por los tejidos periféricos parece ser reducida por la presencia de glucosa sanguínea y por consiguiente inhibe su respectiva fosforilación por las enzimas hexoquinasas, únicamente el tejido adiposo parece ser la excepción. La fructosa es metabolizada principalmente en el hígado, riñón y en las mucosas intestinales. Dichos tejidos constan de varias enzimas las que son responsables de vías metabólicas específicas, pero la célula hepática es libremente permeable a la fructosa (12,15, 16).

La fructosa puede tomar dos vías, ambas son alternas y simultáneas. El primer paso en el metabolismo de la fructosa es la fosforilación por las hexoquinasas hepáticas. Las hexoquinasas fosforilan a la glucosa, fructosa y manosa, pero tienen 20 veces más afinidad por la glucosa que por la fructosa; por lo que su presencia inhibe la fosforilación de la fructosa (12).

CUADRO No. 2

Efectos fisiológicos y metabólicos de la epinefrina

<i>Fisiológicos</i>		
1.	↑ Frecuencia cardíaca	
2.	↑ Presión Sanguinea	Aumenta el consumo de
3.	↑ Dilatación de los pasajes respiratorios	CO ₂ en el músculo
<i>Metabólicos</i>		
1.	↑ Ruptura de glicógeno (músculo e hígado)	
2.	↓ Síntesis de glicógeno (músculo e hígado)	Aumenta producción de
3.	↑ Gluconeogénesis	glucosa como combustible
4.	↑ Glicólisis en el músculo	↑ producción de ATP
5.	↑ Movilización de Ácidos Grasos grasos	↑ disponibilidad de ácidos grasos
6.	↑ Secreción de glucagón	Refuerza efecto meta-
7.	↓ Secreción de Insulina	bólico de epinefrina

FUENTE: LEHNINGER, A. NELSON. D., et. al. Principios de Bioquímica....⁽¹⁵⁾.

Si la fructosa es fosforilada por la otra enzima llamada Fructoquinasa el resultado es la fructosa 6-fosfato. En ambas vías llegan a convertirse en gliceraldehido 3-fosfato el cual posteriormente es transformado a glucógeno. Este proceso se resume en el siguiente esquema:



Algunas veces la fructosa en los seres humanos produce hipoglucemia debido a una falla en la respuesta del glucagón (hormona antagonista de la insulina), la cual no se encuentra satisfactoriamente explicada (11).

4. Efectos nocivos de la fructosa

Al comparar la cantidad de lipoproteínas en una dieta con fructosa se incrementó la cantidad de lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL) y de baja densidad (LDL); así como una marcada resistencia a la insulina en relación directa a la cantidad de fructosa ingerida. Dichos cambios ocurren en individuos con riesgo a enfermedades coronarias y en ausencia de cualquier efecto benéfico en el metabolismo de las lipoproteínas. Comparando una dieta con fructosa y con almidón, la cantidad de glucosa plasmática, glucosa urinaria y albúmina glicosilada fueron menores en la dieta en la cual únicamente se consumió fructosa como carbohidrato (2, 6, 19, 30).

En las dietas a base de fructosa se ha observado una elevación en la presión sanguínea, en la cantidad de ácido úrico y ácido láctico; así como en las lipoproteínas VLDL y LDL. En dichos estudios el consumo de fructosa ha sido, aproximadamente el 20% del valor energético total (VET) lo que en una dieta promedio de 2000 Kcal. representa una cantidad de 100 gramos de fructosa como fuente exclusiva de carbohidratos. Además, dichos estudios en su mayoría, fueron practicados en personas sanas o que padecen, únicamente, una de las siguientes enfermedades: hipertensión, hiperinsulinemia, hipertrigliceridemia, diabéticos no insulino dependientes o post menopáusicos (2, 6, 19, 30).

La fructosa y sus derivados líquidos han sido promovidos por años como azúcares naturales "ideales" para pacientes diabéticos. La

fructosa que se vende a nivel comercial no siempre se obtiene de frutas naturales, se obtiene de azúcar altamente refinado y de almidones hidrolizados, así como de otros almidones como la harina de alcachofa (2, 6, 19, 30).

C. PRODUCTOS HORNEADOS DE HARINA DE TRIGO

1. Definición

Los productos horneados son muy difíciles de definir debido a su gran variedad y el amplio rango de formulaciones existentes. Esencialmente, son productos a base de harina de trigo que incorporan aire a su estructura a través de agentes capturadores de oxígeno como los son el polvo de hornear, el huevo y la levadura; o debido a sus propias características. Usualmente contienen azúcar, grasas, huevos, leche y saborizantes; característicamente son de sabor dulce y de una estructura suave y de aroma complaciente (23).

Los productos se pueden agrupar en dos grandes categorías que son: bases de grasas emulsificadas y bases esponjadas que dependen de sus propiedades de absorber aire durante el batido, característica proporcionada por los huevos incluidos en su formulación. Se pueden obtener muchas clasificaciones más, dependiendo de los ingredientes que contengan y del tipo de producto que resulte (23).

2. Funciones de los Ingredientes

La fórmula ideal es aquella que tiene los ingredientes en cantidades exactas para producir las características deseadas en el producto final. Los ingredientes principales o bases se pueden agrupar en 5 distintas categorías dependiendo de su función: creadores de estructura, creadores de suavidad, humectantes, secantes y saborizantes (23).

a) La harina. Es eminentemente un creador de estructura responsable de la envoltura o costra de algunos productos. Debido a que sus componentes principales, *almidón* y *proteínas*, tienen propiedades absorbentes de agua en algunas etapas de la preparación, la harina actúa también como un ingrediente secante (13, 23).

i. El almidón. Parece ser un factor determinante de la blandura de la miga. Cuanto más sólidamente empaquetados están los gránulos de almidón y mayor es la adhesión entre ellos, mayor será la solidez de la miga (13).

ii. Las proteínas. Son la fuente del gluten en la masa. Las proteínas *solubles* están formadas por albúmina, que es soluble en soluciones salinas y actúan como alimentos en el proceso de fermentación (13).

Las proteínas *insolubles* constituyen el Gluten, que se

puede separar por lavado de cualquier harina de trigo. Está compuesto por gliadina, globulina, glutenina y pequeñas cantidades de aceite, fibra o celulosa y sales minerales. La cantidad de gluten en la harina depende del tipo de trigo y del proceso que haya recibido la harina, cuanto más fina es ésta, menos cantidad de gluten presenta. Se considera que la gliadina es la responsable de la plasticidad y elasticidad, mientras que la glutenina se encarga de la estructura (13).

b) El azúcar. Es el principal saborizante y su función es proporcionar un sabor dulce al producto final. En ciertas preparaciones funciona como humectante cuando se utiliza azúcar líquida o jarabes; o puede ser también un secante al agregarse en forma cristalina, por su alta capacidad higroscópica. También funciona como un creador de estructura al diluir las proteínas de la harina. En la harina existen ciertas cantidades de azúcar natural que tiene la composición y propiedades del azúcar de caña, también hay maltosa, juntamente con productos intermedios entre el almidón y el azúcar (13, 23).

c) Las grasas. Son las principales suavizantes de los productos horneados, dan la sensación de suavidad a los productos finales, y proporciona una mayor vida al producto al inhibir la pérdida de agua y de sustancias volátiles como los saborizantes. Las nuevas mezclas de grasas disponibles en el mercado proporcionan propiedades surfactantes y de dispersibilidad a la masa. La grasa está presente en la harina generalmente en cantidades no mayores de 1%. En ellas se encuentra la sustancia colorante

"caroteno", que da color a la harina. Las harinas poco finas tienen mayor cantidad de grasa que las muy finas. Su presencia en la harina determina que ésta se rancie con facilidad (13, 23).

d) La leche. Cuando se usa leche en polvo proporciona características secantes dando también forma a la estructura. Por otra parte, la leche fluida proporciona humedad y contribuye a resaltar el sabor (23).

e) Los huevos. Proporcionan una multiplicidad de funciones. El huevo fresco blanco con 85% de humedad aproximadamente, sirve como humectante, mientras que su albúmina contribuye a la formación de la estructura. La yema de huevo contiene 49% de humedad, 32% de lípidos y 16% de proteínas, por lo que sus funciones son múltiples: proporciona humedad, forma estructura y actúa como suavizante (23).

f) Los leudantes. Como la levadura y el polvo de hornear se clasifican como creadores de textura(23).

Las enzimas son catalizadores orgánicos que aceleran los cambios químicos, sin modificarse marcadamente al producir la reacción. La harina contiene varias enzimas, de las cuales las más importantes son las amilasas (alfa y beta). La alfa amilasa convierte el almidón en dextrinas y en algo de maltosa. La beta amilasa únicamente convierte las dextrinas en maltosa (13).

En los productos horneados las grasas y azúcares son los ingredientes más difíciles de reemplazar debido a sus funciones en la formación de estructura. La reducción de sus concentraciones sin cambiar significativamente las características finales del producto, es en verdad un gran reto (4).

Las proporciones de los ingredientes dependerán del producto final que se desee obtener. Según la escuela de Panaderos Suizos ⁽²⁴⁾, existen tres tipos de bizcocho: bizcocho de masa ligera, de masa mediana y de masa pesada. Las cantidades de ingredientes para estos productos se presentan en el siguiente cuadro:

CUADRO No. 3 "Cantidad de ingredientes acorde al producto deseado"

	HUEVO	HARINA	AZÚCAR
Masa Ligera	50 g	20 g	20 g
Masa Mediana	50 g	35 g	35 g
Masa Pesada	50 g	50 g	50 g

FUENTE: *Schweizer Konditorei Fachbuch..* ⁽²⁵⁾.

3. Condiciones de horneado

Las condiciones de horneado dependen también del producto final a elaborar, si se desea obtener un producto con alto contenido de grasa (como una masa de mil hojas); la temperatura debe ser elevada para evitar que la materia grasa se separe del resto de los ingredientes. Por otra parte si el producto no lleva grasa y además es de poro muy grande, la temperatura debe ser baja para evitar que el producto se seque y se queme (25).

Otra consideración a tener en cuenta en el momento de hornear un producto debe ser la temperatura indicada y la temperatura real. La temperatura indicada es la temperatura que se regula con los instrumentos del horno y, la temperatura real es aquella que se encuentra en el interior del horno. Se conoce también como punto frío al centro del producto a hornear ya que es el punto en donde se tarda más en penetrar la temperatura. Si el producto a hornear es de gran grosor la temperatura debe ser moderada para que no se cocine la parte externa sin estar lista la parte interna. La experiencia que la persona responsable tenga con el equipo a trabajar, es sumamente importante; estar familiarizado con el horno a utilizar y el resto de la maquinaria es primordial y de gran ayuda (25).

4. Productos especiales de panadería y pastelería

Los productos especiales de panadería y pastelería son los productos elaborados con sustitutos ó modificaciones de carbohidratos. El azúcar (sucrosa) es el mayor ingrediente usado en pastelería y algunas recetas de panadería; aporta dulzor, sabor, características de calidad, textura y estructuras deseadas a los productos. También actúa como preservante controlando la actividad del agua de los productos (4).

En una fórmula balanceada, la gelatinización del almidón y la coagulación de la proteína de huevo suceden juntos, pero cuando se sustituye el azúcar por otros ingredientes, ambos suceden a diferentes temperaturas afectando la estructura. El azúcar aumenta los gases y el tiempo de

expansión produciendo una estructura más abierta y por consiguiente un producto más delicado. Esta es una característica muy importante cuando se considera sustituir el azúcar. El azúcar también reduce el punto de caramelización lo que permite que el producto horneado colorea a mas bajas temperaturas. Para crear productos libres de azúcar es necesario utilizar productos nuevos o combinaciones de estos (4).

5. Papel del almidón en los productos horneados

El almidón contribuye en la elaboración de productos horneados básicamente en tres importantes propiedades: la absorción de agua, gelatinización y retrogradación.

a) Absorción de agua. Los gránulos de almidón normalmente son insolubles en agua fría, pero en agua tibia el gránulo absorbe agua y se hincha. Este proceso es reversible a temperatura ambiente pero, a temperatura de gelatinización ($> 50^{\circ}\text{C}$) la absorción aumenta resultando en una expansión del gránulo del almidón. Si el gránulo de almidón está dañado absorbe menor cantidad de agua, pero si está intacto absorbe más. El grado en que se daña dicho gránulo puede controlarse con el proceso de mezclado, el tipo de trigo y harina, la actividad de amilasa y el proceso particular de horneado (19).

b) Gelatinización. Sucede en presencia de calor húmedo, a una temperatura entre 58 y 64°C . Su importancia radica en la interacción

entre almidón y proteínas, lo cual influye en las propiedades de la masa de pan. Mientras se gelatiniza el almidón, el agua agregada a la harina se asocia a la proteína. Durante el proceso de horneado, ocurre una gelatinización parcial como parte de la limitada disponibilidad del agua. El grano de almidón se hincha capturando gas de la célula y contribuyendo a la estructura celular y la cáscara del pan (19).

c) **Retrogradación del almidón.** Se refiere al cambio físico del almidón desde una estructura similar a la de un gel hasta una estructura más cristalina. La retrogradación sucede durante el envejecimiento y resulta en una disminución de la solubilidad del almidón y pérdida de agua, y por consiguiente formando una estructura rígida del sistema de almidón. Investigadores han encontrado que la cantidad de agua del gel de almidón influye el grado de retrogradación (19).

6. Pardeamiento no enzimático

La formación de pigmentos oscuros en los alimentos durante el proceso y el almacenamiento de los alimentos es un fenómeno muy común. Algunas veces, dichos procesos son deseables, tal es el caso de la manufactura de malta y jarabe de arce, el tostado de café y cereales para el desayuno o el horneado de pan (especialmente en la corteza), etc. A pesar de que muchos aspectos de estos fenómenos no han sido elucidados por completo, se presume que el pardeamiento no enzimático se produce a través de tres mecanismos: la reacción de Maillard, reacciones con ácido ascórbico y

caramelización de azúcares.

a) La reacción de Maillard. La formación de pigmentos oscuros fué observada por primera vez por el químico francés Louis Maillard (1912), al hornear una solución de azúcares y aminoácidos. Desde entonces, la reacción de Maillard ha sido considerada la causa principal del pardeamiento no enzimático de compuestos con grupos aminos y grupos carbonilos presentes en los alimentos (5, 19).

Las condiciones para que se de la reacción de Maillar son: pH y soluciones Buffer (se puede dar tanto en soluciones ácidas como básicas), temperatura (al aumentar la temperatura la reacción disminuye), contenido de humedad (la reacción disminuye en altas y muy bajas niveles de humedad), cantidades y tipos de azúcar (la fructosa pardea con más facilidad que la sacarosa) y presencia de compuestos metálicos (cobre y hierro la aceleran pero manganeso y el estaño la inhiben). Los productos finales de la reacción de Maillard son polímeros ó comunmente llamados "melanoidinas" (19).

b) Pardeamiento por ácido ascórbico. No se ha elucidado por completo el mecanismo del proceso de pardeamiento. En los jugos cítricos el pardeamiento ocurre cuando el ácido ascórbico ha desaparecido. En presencia de aire o bajo condiciones oxidativas se oxida a sí mismo reflejándose también en el pardeamiento. El ácido ascórbico es un reductor y podría entrar directamente en la etapa de polimerización o copolimerización con aminos para producir pigmentos pardos (5).

c) Caramelización de azúcares. A pesar que los azúcares caramelizan con bastante rapidéz a temperaturas superiores de su punto de fusión (ó 100°C), varios compuestos no aminados pueden actuar como catalizadores. Dichos compuestos son los fosfatos, álcalis, ácidos y sales de ácidos carboxílicos tales como citrato, fumarato, tartrato y malato. El mecanismo de la caramelización todavía no es muy bien conocido (5,19).

D. TRABAJOS REALIZADOS UTILIZANDO SUSTITUTOS DE SACAROSA

En latinoamerica, específicamente en Chile; se ha trabajado bastante en la formulación de productos especiales. Penna ⁽³⁰⁾ y colaboradores demostraron que era factible producir pasteles tipo queques para diabéticos de tan buena calidad como los elaborados con sacarosa. Para ello utilizaron mezclas edulcorantes de sacarina-sorbitol (0.55%-99.45%) y fructosa-sorbitol (31.62%-68.38%) en sus respectivos porcentajes. Los queques de color amarillo elaborados con la mezcla de sacarina sorbitol mostraron una alta aceptabilidad ($p \leq 0.01$) por la población diabética adulta de dicho estudio.

Al trabajar con galletas se obtuvieron dos tipos de galleta para diabético también elaboradas con mezclas similares al del estudio anterior pero con distintos porcentajes. En ambos estudios se demostró nuevamente la posibilidad de sustituir la sacarosa por mezclas de edulcorantes (31, 32).

Cordero., M.J., en 1993, elaboró y evaluó las características organolépticas de Jaleas de Piña y Naranja. Utilizando fructosa y sorbitol como sustitutos de azúcar, encontró interacción significativa ($P < 0.05$) entre los edulcorantes; el sorbitol tuvo una aceptabilidad muy baja con respecto del sabor y color comparando con la fructosa (7).

E. EDULCORANTES

Se han hecho diferentes intentos de clasificar los edulcorantes más allá de diferenciarlos según su origen en naturales y sintéticos, sub agrupandolos según su estructura en carbohidratos y otras estructuras, en nutritivos y no nutritivos, en potenciales y comerciales y en edulcorantes de alto poder endulzante. Para diseñar un producto es necesario contar con la información actualizada de las diferentes alternativas de edulcorantes que se pueden emplear (33).

Algunos edulcorantes son considerados "Generalmente Seguros" (GRAS Generally Recognized As Safe) y otros son considerados aditivos alimentarios. En Estados Unidos, desde 1958 se establece que la

Tabla No. 4 "Edulcorantes más utilizados"

Edulcorante	Dulzor relativo
Naturales	
Sacarosa (Estandard)	1.0
Fructosa	1.1
Xilitol	1.0
Lactitol	0.3
Licasin	0.8
Palatinita	0.5
Sorbitol	0.7
Manitol	0.7
Artificiales	
Sacarina	300
Ciclamato de sodio	30 - 40
Aspartame	150 - 200
Acesulfame-K	130 - 200
Dihidrochalconas	80 - 300
	80 - 290

"Administración Federal de Drogas y Medicamentos" (Federal Drug Administration FDA) debe aprobar el uso de todos los aditivos alimentarios. Los límites de aditivos alimentarios y sus condiciones de uso deben ser expresados como la cantidad estimada que una persona puede consumir por kilogramo de peso corporal y dichas cantidades varían de un país a otro (1). Existe una amplia variedad de edulcorantes, tanto naturales como artificiales. En la siguiente revisión se describirán únicamente la sacarosa, la fructosa y el acesulfame-K. En la tabla No. 4 se presentan los edulcorantes más utilizados y su respectivo grado de dulzor.

1. Sacarosa

La sacarosa o azúcar de caña (Figura No. 1) es el edulcorante por excelencia alrededor del mundo, es el mayor y principal producto de la fotosíntesis en las plantas y almacenado por lo general en las hojas de éstas. A nivel celular, se sintetiza específicamente en el citoplasma a partir de triosa-fosfato la cual es proveniente del ciclo de Calvin. De peso molecular 342.30, la sacarosa puede interconvertirse por efecto del calor en presencia de agua; propiedades que se utilizan en la industria para crear una variedad de sub productos (1, 34).

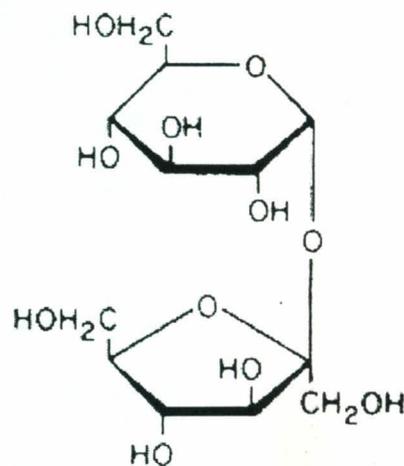


Figura No. 1 Estructura química de la sacarosa

La sacarosa es el carbohidrato más empleado en la industria de alimentos en general; representa el 60 a 80% de los edulcorantes y el 30% de los carbohidratos usados por el hombre debido a su variado espectro de atributos nutricionales, físicos, microbiológicos y químicos. Sus propiedades físicas de caramelización, su higroscopía comparativamente baja y su estabilidad en muchos procesos para alimentos le hacen ser ideal como edulcorante en muchos alimentos y productos de confitería. Su solubilidad en agua a 20°C es de 66.6 g por cada 100 g de agua (34).

2. Fructosa

La fructosa (Figura No. 2) es llamada también levulosa o azúcar de fruta. Junto con la glucosa y la xilosa es uno de los azúcares más comunes en la naturaleza.

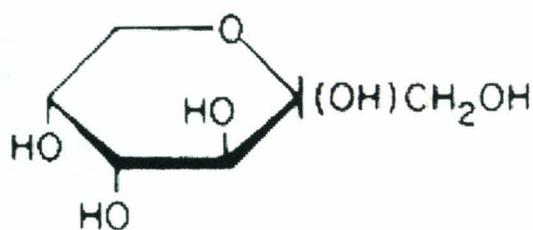


Figura No. 2. Estructura química de la fructosa.

Se encuentra en forma libre en casi todas las bayas dulces, y constituye aproximadamente el 45% del extracto seco de la miel. En la actualidad se realizan estudios para obtener fructosa de otras fuentes como por ejemplo de la alcachofa. La fructosa es un azúcar natural, más dulce que la sacarosa y los polioles. Cuando se desea una reducción de las calorías aportadas por los edulcorantes, se puede usar fructosa en su forma cristalina. Su máximo dulzor se obtiene frecuentemente en alimentos neutros o ligeramente ácidos, con un contenido de azúcar relativamente bajo y destinados a ser consumidos

fríos. Esto se debe a que cuando se calienta una solución de fructosa, su gusto dulce disminuye, pero vuelve a aumentar cuando se enfría (2, 34).

La fructosa es higroscópica, por ello se recomienda que los envases para alimentos elaborados que la contengan, ofrezcan una barrera efectiva contra la humedad. Por esto mismo la fructosa es un preservante de humedad y de la textura de productos horneados. La solubilidad de la fructosa en agua es elevada y rápida; una solución de agua saturada contiene 78.9% de fructosa, frente a un 66.6% de la sacarosa, a 20°C (33).

La fructosa se descompone a altas temperaturas más fácilmente que la sacarosa y tiene una marcada inclinación a sufrir reacciones de maillard con los grupos amino de las proteínas. Muchos de los productos de reacción entre la fructosa y las proteínas tienen sabores agradables y refuerzan los aromas. La fructosa forma fácilmente quelatos en un amplio margen de valores de pH. Realza el aroma y sabor inherente de las frutas, bayas y hortalizas en una proporción mayor que la que lo hacen otros edulcorantes. Mezclada con sacarina y sacarosa presentan sinergismo (33).

Puede utilizarse como edulcorante de bajas calorías para dulces, gomas de mascar, chocolates, helados, productos de panadería y pastelería; como realzante de aroma en conservas de carne y pescados, quesos, escabeches o en aderezos ricos en especias. También se emplea en productos congelados, jugos en polvo, bebidas instantáneas de cacao o en sustitutos de leche materna. Se recomienda especialmente su uso en alimentos

hipocalóricos y para diabéticos, donde se mezcla con sacarina para endulzar café y bebidas (33).

El consumo de grandes cantidades de fructosa se asocia a una serie de enfermedades cardiovasculares tales como: incremento de lípidos séricos, aumento de la presión sanguínea, de ácido úrico y ácido láctico. A pesar de que estos estudios muestran el riesgo de consumir fructosa, en la actualidad, se sigue consumiendo y recomendando debido a que en la vida real su consumo es muchísimo menor al de los estudios realizados (6, 12, 19, 21).

3. Acesulfame-K

El acesulfame-K (Figura No. 3) es el derivado potásico de los ácidos acetoacético (ACEsulfame) y sulfámico (ace SULFAME). Fue elaborado por primera vez en Alemania por Hoechst A.G. en 1960. En Estados Unidos se promueve comercialmente como "Sunnet"

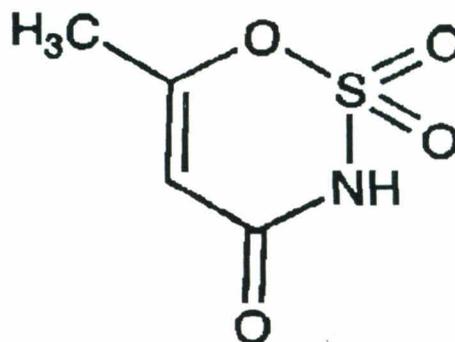


Figura No. 3 Estructura Química del Acesulfame-K

o "Sweet One" y fué aprobado por la Administración Federal de Drogas y Medicamentos -FDA, por sus siglas en inglés- en julio de 1988, actualmente aprobado en más de 70 países. Es 200 veces más dulce que la sacarosa y es de los edulcorantes más estables que se conocen hasta la fecha. No produce energía, no se metaboliza y es excretado por la orina sin ningún cambio observado; no es cariogénico y está libre de sodio. Al combinarse con otros

edulcorantes aumenta su poder y reduce el sabor amargo de los otros compuestos. La FDA ha establecido recomendaciones de ingesta diaria de 15 mg/Kg de peso (1, 8, 9, 34).

Como todo edulcorante artificial, el Acesulfame-K ha tenido sus críticas. En 1987, antes de que la FDA aprobara su uso; el Centro de Ciencia en el Interés Público (CSPI "Center of Science in the Public Interest"), le pidió a la FDA que no fuera aprobado debido a que los métodos utilizados en los estudios para justificar su aprobación eran muy pobres. Para terminar con dicha discusión, la FDA y el Comité de Expertos para Aditivos Alimentarios de la Organización Mundial de la Salud (por su siglas en inglés JECFA) aprobó la ingesta diaria de 15 mg/Kg de peso corporal como se describe en el párrafo anterior (1, 8, 14).

Muchas de las instituciones que están en contra del uso del acesulfame-K argumentan que es un factor de riesgo e incluso productor de tumores en la lengua, pecho y raras veces en otros órganos; produce también severas formas de leucemia y severos problemas respiratorios. Estimula la secreción de insulina agravando la posibilidad de hipoglucemia reactiva (8, 14).

El acesulfame-K está cobrando mucho auge debido a sus maravillosas características. En el mercado local se venden únicamente la goma de mascar marca Trident® y bebidas carbonatadas, ambos en sinergismo con aspartame. El sinergismo con otros edulcorantes aumenta las propiedades edulcorantes

de ambos, así como reduciendo costos de hasta un 40%. Además es muy estable a temperaturas cercanas a los 0°C y arriba de 100°C; permitiendo su uso en productos horneados y bebidas frías. Su poder edulcorante es estable a distintas concentraciones de pH, y a distintas condiciones y tiempos de almacenamiento. Es soluble en soluciones acuosas en concentraciones de 150 g/l a 0°C hasta 1300 g/l a 100°C, almacenado en las mismas soluciones a dichas temperaturas (9, 34).

F. ANALISIS SENSORIAL

1. Definición

La evaluación sensorial de alimentos se ocupa de la medición y cuantificación de las características de un producto, ingrediente o modelo, las cuales son percibidas por los sentidos humanos.

2. Características Sensoriales de los Alimentos

De la anterior definición las características que se pueden mencionar son:

a) *Apariencia*: color, tamaño, forma, conformación y uniformidad.

b) *Olor*: los miles de compuestos volátiles que contribuyen al aroma. *Gusto*: dulce, amargo, salado y ácido (probablemente también metálico, astringente y otros).

c) *Textura*: los propiedades físicas como dureza, viscosidad y granulosidad.

d) *Sonido*: aunque de poca aplicación en alimentos, se correlaciona con la textura: por ejemplo, crujido, tronido, efervescencia.

Algunos otros sistemas sensoriales secundarios contribuyen a la percepción, particularmente a través de los labios y la parte interior de la boca, zonas que son muy sensibles al dolor (por efecto de la pimienta, jengibre, chile, etc.) y a la temperatura (alimentos fríos o calientes).

Son complejas las pruebas sensoriales para establecer los atributos que contribuyen a la calidad de un alimento u otros productos. Consume mucho tiempo, implica trabajo, está sujeto a error debido a la variabilidad del juicio humano y, por consiguiente, es costoso. Sin embargo, no existen instrumentos mecánicos o eléctricos que puedan duplicar o sustituir el dictamen humano. Por aparte, los análisis colorimétricos, texturométricos y químicos proporcionan buenos datos (22, 26, 35).

3. Aplicaciones del análisis sensorial

a) *Determinación de normas*. La evaluación sensorial es útil para establecer los criterios de calidad y referencias a través de los cuales la materia prima, los ingredientes y el producto terminado pueden ser clasificados, calificados y evaluados; por ejemplo, normas para carne fresca, productos lácteos, café, vinos, etc.

b) *Control de calidad.* Determina pautas sensoriales de los productos, las cuales deben ser consideradas desde la manufactura, durante la manipulación y almacenamiento de los mismos, con el fin de mantener las normas comerciales, así como la aceptación por parte del consumidor.

c) *Desarrollo de nuevos productos.* Ayuda en la formulación de nuevos productos o modificación de los ya existentes, al tratar de mantener las características sensoriales deseadas: por ejemplo, productos para dietas especiales que sean bajas en sodio, en colesterol o que no contengan lactosa.

d) *Correlación con medidas químicas, físicas o instrumentales.* Permite desarrollar cálculos de propiedades sensoriales de manera más inmediata y reproducible. Ejemplos: correlación de atributos de la textura con viscosímetros y texturómetros; los atributos de la apariencia mediante colorímetros; y la correlación entre el aroma percibido a través de los sentidos y la composición química de los compuestos volátiles (22, 26, 35).

4. Métodos de Análisis Sensorial

a) *Métodos analíticos.* Son pruebas de análisis sensorial a llevar a cabo en un laboratorio con el fin puramente de medir o cuantificar matemáticamente una característica dada. Se subdividen en sensitivos, cuantitativos y cualitativos (22).

b) *Métodos afectivos.* Son los métodos más utilizados en la industria para conocer las características del consumidor, clasificándose en las tres posibles respuestas que se obtienen de un consumidor que son:

aceptación del producto, preferencia del producto y escala hedónica, dependiendo del agrado del consumidor (22).

5. Métodos Afectivos

a) *Aceptación del producto.* Dicho método consiste en rechazar o aceptar el producto. No da mayor explicación.

b) *Preferencia del producto.* Cuando se da más de una muestra, se prefiere solamente uno de entre varios.

c) *Escala hedónica.* Se da una escala en la cual la persona entrevistada marca o elige dentro de un parámetro.

La percepción humana consiste en la relación *afectiva* que el consumidor tendrá con el producto, dicha relación es influenciada por el empaque, publicidad, precio, etc. Puede comportarse también discriminativamente al rechazar o aceptar un ingrediente o una característica específica del producto. Simplemente puede medir una característica física del producto, actuando la persona de manera objetiva y simplemente describiendo la característica en cuestión (22, 24, 35).

6. Condiciones Mínimas Necesarias para un Análisis Sensorial con Consumidores

a) *Jueces- consumidores.* La importancia de contar con los consumidores correctos no puede ser subestimada, después de todo la

predicción de modelos está basado en la aceptación de dichos sujetos. Típicamente se utiliza un mínimo de 120 consumidores de cada área geográfica a evaluar según sea el caso. Para alcanzar resultados precisos consiste en pensar que el grupo de jueces-consumidores es un instrumento analítico de evaluación, por lo tanto debe ser cuidadosamente manejado y estandarizados si es posible (26, 27, 35).

La persona que evalúa las muestras, lo hace de acuerdo con su criterio personal y puramente subjetivo acerca de la muestra presentada, si es aceptada o rechazada para su consumo. Debe ser una persona que no tenga ningún entrenamiento previo, y que desee participar voluntariamente en dicha prueba. La población elegida debe corresponder a los consumidores potenciales o habituales del producto en estudio. Estas personas no deben de conocer la problemática del análisis sino que únicamente el procedimiento de la misma y responder a ella (22).

b) *Area Física.* Sin importar la característica a evaluar del alimento, la técnica a utilizar ó el producto a evaluar; el área en donde se realizará la evaluación sensorial debe de cumplir con ciertas características. Dichas características entre muchas más son: buena iluminación, ventilación adecuada, debe ser un lugar silencioso y fresco. De no contarse con un lugar que reúna dichas características, puede realizar en aquel que mejor se adapta a los requerimientos del estudio.

c) *Instrumento de evaluación.* El instrumento de evaluación debe estar elaborado de manera que sea comprensible para el evaluador. Se deben dar instrucciones escritas y orales sobre el trabajo que se le solicita al evaluador y, de ser posible, verificar la comprensión de las mismas antes de realizar la prueba.

d) *Escala de medición.* La escala de medición puede ser numérica o descriptiva, pero en cualquier caso debe contar con un punto medio de calificación con el fin de que el juez-consumidor tenga la opción de calificar el punto de indiferencia (22, 26, 35).

IV. JUSTIFICACIÓN

En las últimas décadas se han descrito tratamientos para la diabetes, basados en recomendaciones nutricionales y restricciones en algunos alimentos según el tipo de diabetes que presenta el paciente, la presencia de complicaciones, la interacción de los medicamentos con la dieta, el estilo de vida del paciente y su entorno socioeconómico.

En la mayoría de los casos, el paciente tiene una actitud poco positiva frente a la dieta, porque ésta casi siempre es de poca variabilidad y de baja aceptabilidad. En la actualidad, los productos dietéticos disponibles no son diseñados especialmente para personas diabéticas.

Se considera de mucha importancia desarrollar un producto dirigido a personas diabéticas, sustituyendo el azúcar por un agente que no agrave su enfermedad; contribuyendo de ésta manera a ampliar la variedad de productos disponibles para este tipo de pacientes.

V. OBJETIVOS

A. Generales

1. Formular una magdalena para diabéticos utilizando fructosa y acesulfame-K como sustitutos de sacarosa.
2. Evaluar la aceptabilidad de la magdalena elaborada.

B. Específicos

1. Determinar la fórmula de la magdalena.
2. Determinar el valor nutritivo de la magdalena formulada.
3. Evaluar las características organolépticas de la magdalena formulada.
4. Determinar el nivel de aceptabilidad.

VI. MATERIALES Y METODOS

A. UNIVERSO

Todas las magdalenas elaboradas con sacarosa y/o con sustitutos de sacarosa

B. MUESTRA

Las magdalenas elaboradas con sustitutos de sacarosa (fructosa y acesulfame-K).

C. TIPO DE ESTUDIO

Modelo de trabajo **profesional, transversal** para el estudio de la aceptabilidad.

D. MATERIALES

1. Materiales y Equipo

En la realización del estudio se utilizaron los siguientes materiales equipos y utensilios

- Balanza marca OHAUS modelo No. CT-1200-S, con capacidad para 1,200 g y precisión de 0.1 g
- Batidora marca Kitchen Aid modelo K5SS con capacidad máxima en el tazón de 1 l Con especificaciones de 110 Volt. 335 Watts máximo y de 60 Hz.
- Horno marca Blodgett modelo Zephaire de 220 Voltios. Monofásico y de 60 Hz.
- Mesa de madera de 190x70x180 cms.
- Espatula de plástico Marca Rubbermaid de 14 cms de largo.

2. Ingredientes

- 50 lbs de harina de trigo suave marca Molinos Modernos.
- 180 huevos frescos de tamaño mediano (promedio de 50 g).
- 25 g de Acesulfame-k marca Sunett, elaborada por Hoechst A.G. en Alemania.
- 20 Kg de fructosa marca Krystar 300, elaborada por Staley en Estados Unidos.

3. Instrumentos

- a) Material de oficina
 - i. Computadora marca Compaq Presario modelo 2200.

- ii. Impresora marca Hewlett Packard model deskjet 300.
- iii. Material de oficina como calculadora, lapiceros, lapices, portaminas, borradores, etc.

b) Boleta de Recolección de Datos. Consta de 3 partes: a) Datos generales, b) Evaluación de características sensoriales, c) Evaluación del **nivel de agrado** (anexo No. 2).

E. MÉTODOS

1. Para la formulación de la magdalena

a) *Pruebas Preliminares* - Basados en los porcentajes expresados por La Asociación de Pasteleros Suizos (21) y la capacidad de algunos edulcorantes en relación a la sacarosa (cuadro No. 5), se elaboró una magdalena utilizando la mezcla de fructosa más acesulfame-K como sustitutos de sacarosa. Los porcentajes de los demás ingredientes de la receta original no se modificaron

Durante las pruebas preliminares se monitorearon las características sensoriales de la magdalena, con el fin de obtener características similares a las elaboradas con sacarosa como edulcorante. Basados en éstas características sensoriales, se modificó la formulación de la "magdalena". Para todas las pruebas realizadas se llevó el control de cantidad

de ingredientes, temperatura y tiempo, en la hoja creada especialmente para ello (anexo No. 1).

CUADRO No. 5 Capacidad de algunos edulcorantes en relación con la sacarosa.

<i>Acesulfame-K</i>	<i>Fructosa</i>	<i>Azúcar</i>
200	0.09 - 1.1	1

FUENTE: WITTIG; E. ...⁽³³⁾ y HOECHS⁽⁹⁾

b) Elaboración del producto final - Basados en los resultados de las pruebas preliminares, se elaboró una magdalena con mezcla de fructosa más acesulfame-K, fué sometido a evaluación por un grupo de 76 pacientes que asistieron al Patronato de Diabéticos.

2. Para Determinar el valor Nutritivo de la Magdalena Formulada

Basados en la receta de la magdalena aceptada como definitiva y según los valores de la Tabla de Composición de Alimentos de Centroamerica elaborada por INCAP/OPS⁽¹⁷⁾ que se expresan para 100 g. Por regla de tres se obtuvo el valor nutritivo de cada ingrediente de la receta y al final se sumaron dichos valores resultando el valor completo de la magdalena; una vez obtenido el valor completo de la magdalena, se obtuvo el valor nutritivo teórico de la magdalena para 100 g y para una porción de 30 g.

3. Para la Evaluación de las Características Organolépticas y de la Aceptabilidad

Para evaluar las características organolépticas de la magdalena, se realizó una prueba con 76 pacientes de primera consulta que asistieron al Patronato de Diabéticos de Guatemala durante el mes de febrero de 1999, quienes expresaron su deseo voluntario para participar. La prueba se realizó en la oficina del nutricionista de la institución, evaluando diariamente un promedio de 3.8 pacientes, utilizando la boleta diseñada especialmente para el efecto y presentada en el anexo No. 2, el investigador registró los datos de edad y sexo, luego les leyó las instrucciones de la boleta, resolvió dudas y les sirvió un trozo de aproximadamente de 30g de magdalena y les dejó probar y contestar las preguntas respecto a las características de sabor, color y olor.

Para evaluar la aceptabilidad de la magdalena, en la misma boleta elaborada para evaluar las características organolépticas, se incluyó al final de la misma una pregunta sobre la aceptabilidad de la magdalena formulada.

4. Para la tabulación de datos

Se tabularon los datos de las 76 personas entrevistadas por sexo y rango de edad. Luego se tabularon las respuestas para cada característica de sabor, olor y textura; por sexo y rango de edad (anexo 3).

VII. RESULTADOS

A. PRUEBAS PRELIMINARES

Para la formulación de la magdalena se realizaron tres pruebas, en la primera se sustituyó el 100% de azúcar por fructosa. En la segunda, se sustituyó el azúcar con 50% de fructosa y 50% de acesulfame-K. En la tercera prueba se sustituyó el azúcar con 25% de fructosa y 75% de acesulfame-K. En la primera prueba se obtuvo una magdalena de características casi similares a la de una magdalena elaborada con sacarosa; pero, para fines del presente estudio se continuó con las siguientes pruebas. La tercera prueba resultó con características no deseadas de consistencia, olor, color y textura.

En la segunda prueba realizada se elaboraron dos magdalenas más, a una magdalena se agregó $\frac{1}{2}$ cucharada de extracto de vainilla y el "rayo" de la cáscara de un limón; en la segunda magdalena se agregó 1 cucharadada de extracto de vainilla y también el "rayo" de la cáscara de un limón. En esta prueba se concluyó que la magdalena con el mayor contenido de extracto de vainilla (1 cda.) tenía mejor sabor.

Para ambas pruebas se contó con un patrón de referencia, el cual fue una magdalena elaborada con sacarosa. Dicha magdalena se obtuvo en una pastelería ubicada en Ciudad San Cristóbal y fue seleccionada al azar entre las panaderías del mencionado lugar. La magdalena elaborada con sustitutos

de sacarosa que tenía la concentración mayor de extracto de vainilla, obtuvo las mejores características en relación al patrón de referencia.

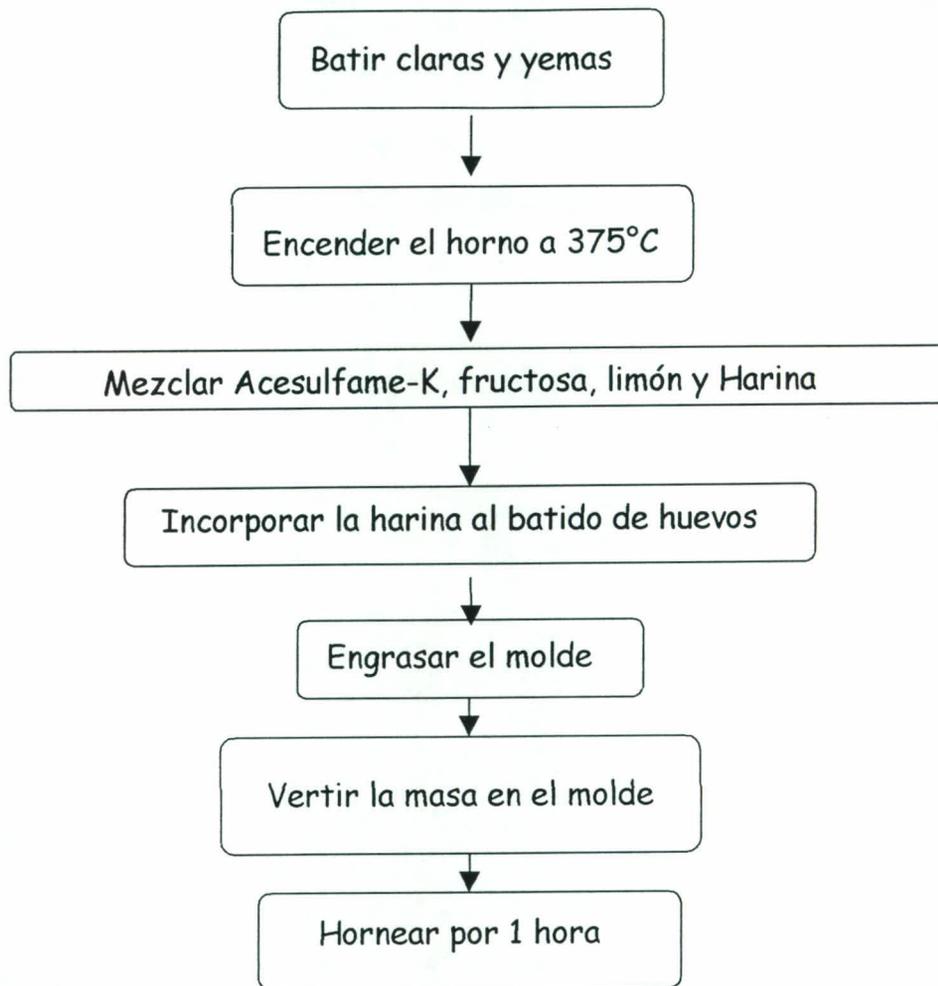
B. FORMULACIÓN DE LA MAGDALENA

1. Formulación

Los ingredientes y diagrama de flujo para la elaboración de la magdalena se presentan a continuación:

INGREDIENTES	%
Harina de trigo suave	33 - 37
Huevos Frescos Medianos	42 - 46
Fructosa	15 - 19
Acesulfame-K	0.009 - 0.9
Limón Entero	0.08 - 0.28
Extracto de Vainilla en alcohol al 35%	0.8 - 2.8

Flujograma



2. Valor Nutritivo

En el cuadro No. 1 se presenta el valor nutritivo para 100 g de magdalena y para una porción de 30 g

CUADRO No. 1

Valor Nutritivo de la Magdalena Elaborada con Sustitutos de Sacarosa por
100 g y por Porción de 30 g
Guatemala, Febrero de 1,999.

	Por 100 g.	por 30 g.
Energía (Kcal)	250	75.05
Carbohidratos (g)	40.9	12.27
Proteína (g)	8.6	2.58
Grasa (g)	5.6	1.67

C. PRUEBAS DE ACEPTABILIDAD**1. Características de la Muestra**

La distribución de personas por edad y sexo que participaron en la prueba de aceptabilidad, se presentan en el Cuadro No. 2.

CUADRO No. 2

Características de los Pacientes que Evaluaron la Magdalena Elaborada con Sustitutos de Sacarosa
Guatemala, Febrero de 1,999.

RANGO DE EDAD EN AÑOS	MASCULINO	FEMENINO	TOTAL	%
18 - 25	1	1	2	2.63
26 - 30	1	2	3	3.95
31 - 35	2	3	5	6.58
36 - 40	0	3	3	3.95
41 - 45	1	6	7	9.21
46 - 50	3	9	12	15.79
51 +	8	36	44	57.89
TOTAL	16	60	76	100
%	21.5	78.95	100	

2. Evaluación de las Características Sensoriales

Los resultados de la evaluación de las características sensoriales de la magdalena, se presentan en el cuadro No. 3. En relación a la evaluación del **color**, los resultados mostraron que casi un 90% de las personas les pareció adecuado. Las respuestas "pálido" y "dorado" las dieron el 9 y 1% de los entrevistados, respectivamente. Respecto a la evaluación de la **textura**, los resultados fueron satisfactorios, ya que al 78% le pareció que la magdalena tenía una textura "adecuada"; 12% contestaron que lo encontraban "duro" y 10% que les parecía "suave". (Gráficas No. 1 y 2 anexo No 5).

Con respecto a la evaluación del **sabor**, un 60% contestó que era "adecuado" y un 33% que era "delicioso". Una paciente se negó a evaluar la magdalena, argumentando que en ocasiones anteriores había sido engañada.

3. Evaluación de la Aceptabilidad

Respecta a la evaluación de la **aceptabilidad** del producto, los datos del cuadro No. 4 muestran que a un 55% les gustó la magdalena y a un 37% le gustó muchísimo. A un 8% la magdalena les fué indiferente. La aceptabilidad total de la magdalena fué de 92% (Gráfica No. 4 anexo No 5).

CUADRO No. 3
 Evaluación de las Características Sensoriales de la Magdalena
 elaborada con Sustitutos de Sacarosa
 Guatemala, Febrero de 1,999.

	CARACTERÍSTICA	FRECUENCIA	%
COLOR	Muy Palido	0	0
	Palido	7	9
	Adecuado	68	90
	Dorado	1	1
	Quemado	0	0
TEXTURA	Muy Duro	0	0
	Duro	9	12
	Adecuado	59	78
	Suave	8	10.53
	Muy Suave	0	0
SABOR	Muy Feo	0	0
	Feo	1	1
	Adecuado	45	60
	Delicioso	25	33
	Muy Delicioso	4	6

CUADRO No. 4
 Evaluación de la Aceptabilidad de la Magdalena Elaborada con Sustitutos de
 Sacarosa
 Guatemala, Febrero de 1,999.

ESCALA	No. DE CASOS	%
Le disgusta muchísimo	0	0
No le gusta	0	0
Le es indiferente	6	7.89
Le gusta	42	55.26
Le gusta muchísimo	28	36.84
TOTAL	76 ¹	100

¹ La persona que se negó a probarlo contestó que la magdalena le gustaba en las características que ella evaluó, pero que no se refería al sabor sino que unicamente al color, olor y textura.

VIII. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Con el propósito de determinar las proporciones convenientes de fructosa, acesulfame-K y del resto de ingredientes para la magdalena, se realizaron tres pruebas preliminares. La primera y segunda prueba resultaron satisfactorias pero la tercera no. La magdalena obtenida en la segunda prueba fue la que presentó las mejores características sensoriales, por lo que se aceptó como formulación definitiva.

Se realizaron dos pruebas preliminares para evaluar la aceptabilidad con un grupo de personas que laboran en la Secretaría de Bienestar Social. La primera se realizó con la receta original pero sin haber agregado el extracto de vainilla y el raso de de la cáscara de un limón. En esta prueba se concluyó que las características de textura, olor y color no necesitaban modificaciones pero; el sabor necesitaba corregirse un poco ya que sabía dulce pero sin sabor característico. De aquí que se decidió corregir el sabor, agregando el extracto de vainilla y el raso de la cáscara de un limón, y realizar una segunda prueba, cuyos resultados fueron satisfactorios.

Las características de la magdalena elaborada con fructosa y acesulfame-K son casi idénticas a las de una magdalena elaborada con sacarosa. Respecto al color, es un poco más oscuro de la parte externa y no tan amarillo ni tan brillante en el interior como la magdalena de referencia. Al hornearse, se torna de color más oscuro.

PYLER, E.J.⁽²³⁾, menciona que al sustituir el azúcar por jarabes de maíz ricos en fructosa, el color de dicha magdalena se pardea con mayor rapidez dando una falsa percepción de "quemado". Este fenómeno sucedió en la elaboración de la magdalena que contenía fructosa y acesulfame-K. A pesar de que dicho autor no explica la causa de tal fenómeno, posiblemente se deba a que la fructosa es un monosacárido y tiene puntos de caramelización más bajos que la sacarosa que es un disacárido. Este autor recomienda reducir la cantidad de fructosa a menos del 50% para evitar este efecto indeseable pero, debido a los objetivos de éste estudio no se tomó en cuenta dicha sugerencia.

El azúcar al agregarse en forma líquida o jarabe actúa como humectante; en la magdalena experimental no fué así, debido a que la fructosa y el Acesulfame-K se agregaron ambos en forma cristalina. Se puede agragar de ambas formas, al agregarse de forma líquida debe tenerse presente la cantidad de agua que dichos jarabes contienen y especial cuidado de agregar menor cantidad de líquido. El azúcar también crea estructura al diluir las proteínas de la harina, además aumenta los gases producidos durante la fermentación de la masa con los demás ingredientes. La cantidad de fructosa utilizada fué la mínima para formar la estructura rígida de la magdalena y el acesulfame-K utilizado fué para cumplir con la función edulcorante.

BARKER, P. y CANVAIN, S.⁽⁴⁾ observaron que al sustituir el azúcar, la gelatinización del almidón y la coagulación de las proteínas ocurren a

distintas temperaturas, y no a la misma como ocurre normalmente en una receta bien balanceada. El proceso de gelatinización se desarrolla en presencia de calor húmedo, en productos como el elaborado; en donde se reemplaza el azúcar, se pierde la característica absorbente de la misma teniendo en la formulación más agua para la gelatinización y por consiguiente se aumenta la temperatura y tiempo del proceso. Con respecto a la magdalena experimental, no se observó dicho efecto ya que no se modificó el tiempo ni la temperatura de horneado.

Al agregar la vainilla se observó que la mezcla sufrió algún tipo de cambio debido a que se tornó de color oscuro y perdió ligeramente su consistencia, como se dice comunmente, "se cortó". Se asume que dichos cambios ocurrieron por la desnaturalización de las proteínas en medio ácido, causado por el "rayo" de la cáscara de limón y el alcohol presente en la esencia de vainilla. Además, al agregarle el rayo de limón, también se modificó el color y el olor. El olor ligeramente a limón es una característica deseable en el producto final.

Se observó que el tipo de molde interfirió en las características del color de la magdalena. Al utilizar un molde diferente al utilizado en las pruebas preliminares, el color se tornó más oscuro y la orilla fue mucho más seca y dura. La reacción de pardeamiento no enzimático que se manifestó en mayor proporción en la magdalena elaborada, fué la reacción de Maillard, la cual se acelera en presencia de cobre y hierro, dichos elementos metálicos son catalizadores de dicha reacción aumentando su velocidad. Por dicha razón

debe tenerse especial cuidado con el material del molde a utilizar.

Respecto a la aceptabilidad de la magdalena, la diferencia entre la proporción de respuestas "Le Gusta" (55.26%) y "Le Gusta Muchísimo" (36.84%), se pudo deber a que una buena cantidad de personas comentaron que por su enfermedad se habían acostumbrado a no comer cosas dulces y que precisamente por eso les parecía muy buena. Sin embargo, la aceptabilidad de la magdalena fué buena debido a sus características sensoriales. Otra razón para este alto porcentaje de aceptabilidad pudo haber sido que la magdalena formulada les gustó más que la magdalena con sacarosa. La ausencia de valores en las categorías de "le disgusta muchísimo" y "no le gusta" se podría interpretar como otra razón más para considerar la buena aceptabilidad de la magdalena. La categoría de "le es indiferente" se podría interpretar como que le parece igual a una magdalena con sacarosa.

Respecto de la característica de color, textura y sabor se muestra que la respuesta "adecuado" obtuvo el mayor porcentaje (90%, 78% y 60% respectivamente). Algunas de las personas que contestaron "Le es Indiferente", coincidieron que habían perdido el gusto por lo dulce y que no les importaba si el producto fuera dulce o no.

El producto también tuvo buena aceptabilidad en los pacientes diabéticos, en el grupo de personas allegadas al estudio como lo fueron nutricionistas y médicos del Patronato, así como también el grupo de personas que lo probaron durante las pruebas preliminares.

Teóricamente la fructosa no debe modificar la glicemia de los pacientes diabéticos. A pesar de que se ha reportado que eleva ligeramente los lípidos sanguíneos, el ácido úrico, el ácido láctico, la presión sanguínea, las lipoproteínas VLDL y LDL, se considera que no existe peligro en consumirla en pocas concentraciones en relación con otros edulcorantes (3, 6, 11, 28). Sin embargo sería interesante investigar en un estudio posterior si realmente afecta o no.

A pesar que aún es discutida la inocuidad del acesulfame-K, el Comité de Expertos para Aditivos Alimentarios de la Organización Mundial de la Salud, ha propuesto que una ingesta diaria de 15mg/Kg de peso es segura para personas. En el caso de la magdalena, la ingesta de éste edulcorante sería de 0.0312 g por porción; para que una persona promedio de 60 Kg de peso llegue al límite de ingesta seguro tendría que consumir 28.8 porciones de magdalena.

Con respecto a la cantidad de energía de la magdalena en relación a una magdalena elaborada con sacarosa; no se considera significativamente baja, ya que cada porción de 30 g de la magdalena elaborada con fructosa y acesulfame-K tiene únicamente 2.28 Kcal menos que aquella elaborada con sacarosa.

IX. CONCLUSIONES

1. Fue factible producir una magdalena de buena calidad como las elaboradas con sacarosa, sustituyendo este disacárido por una mezcla en proporciones iguales de fructosa y acesulfame-K.
2. El valor nutritivo de la magdalena formulada en este estudio tuvo 2.88 Kcal (por porción de 30 g) menos que la magdalena elaborada con sacarosa.
3. La magdalena elaborada con fructosa y acesulfame-K como sustitutos de sacarosa, tuvo el 92% de aceptabilidad, en una muestra de 76 pacientes diabéticos del PAPADIGUA.
4. La estandarización de la materia prima y del proceso de elaboración, permitió obtener un magdalena sin sacarosa de muy buena calidad sensorial con respecto al color, olor, sabor y textura.

X. RECOMENDACIONES

1. Realizar pruebas de índices glicémicos para evaluar el efecto de la magdalena sobre la glicemia de los pacientes diabéticos, así como VLDL, LDL, lípidos sanguíneos, ácido úrico y presión sanguínea.
2. Realizar pruebas de vida útil a la magdalena bajo diferentes condiciones de almacenamiento como temperatura, humedad, tiempo y tipo de empaque.
3. Formular y evaluar una mayor gama de de productos para personas diabéticas, sustituyendo la sacarosa.

XI. BIBLIOGRAFÍAS

1. **ADA REPORTS.** 1988. Position of the American Dietetic Association: Use of nutritive and non-nutritive sweeteners. Journal of American Dietetic Association. USA. 98(5). Pp. 580-586.
2. **AMZILE, J., BEN CHEKROUN, M. et. al.** 1996. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science. New Zealand. Vol. 24. Pp. 115-120. <http://www.rsnz.govt.nz/publ/nzjchs/1996/145.html>
3. **ANDERSON, J.W. y BAZEL, P.** 1994. Nutritional Management of Diabetes Mellitus. In. Modern Nutrition in Health and Disease. 8va Edición por Maurice Shils, James Olson y Moshe Shike. USA. Lea & Febiger. Pp. 1259-1285.
4. **BARKER, P. y CANVAIN, S.** 1994. Fat and Calorie-Modified Bakery Products.. Food Ingredientes: Magazine of Food Ingredients and Additives. NL. No. 1-2. Pp. 19-24.
5. **BRAVERMAN., J.B.S.** 1993. Bioquímica de los Alimentos. Nueva Edición por Z. Berk. México. Editorial Manual Moderno, S.A. de C.V. pp. 360.
6. **CHALLEM, J.** 1996. Fructose. Maybe Not So Natural.. and Not So Safe. The Nutrition Reporter. Pp. 1-5. http://www.jrthorns.com/Challem/fructose_dangers.html
7. **CORDERO, M.J.** 1993. Elaboración y evaluación de características organolépticas de las jaleas de piña y naranja. Tesis (Licenciado-Nutricionista) Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Escuela de Nutrición. Pp
8. **DALLAS MORNING NEWS,** 1991. New Artificial Sweetners Rekindle Debate. Julio 06. Pp. 8. <http://www.trutax.org/research/f17.html>
9. **HOECHST.** 1996 Bebidas Refrescantes. A dúo con Sunett. Pp. 15. (Sunett Brand Sweetener).

10. **HORTON, R., MORAN, L. et. al.** 1993. Bioquímica. Metabolismo del Glucógeno, Gluconeogénesis y Vía de las Pentosa Fosfatos. Editorial Prentice-Hall. México. Pp. 33.
11. **HORTON, E.S. y NAPOLI, R.** Diabetes Mellitus. In. Ziegler, E. Y Filer. L.J. Conocimientos Actuales sobre Nutrición. 7ª Edición. OPS/OMS. USA. ILSI Press. Pp. 476-484.
12. **HUE, L.** 1974. The Metabolism and Toxic Effects of Fructose. In. Sugars in Nutrition. USA. Academic Press Inc. Pp. 357-369.
13. **INTECAP.** 1996. Manual del Panadero. Guatemala. Pp. 1.
14. **JACOBSON, M.F., LEFFERTS, L & GARLAND, A.** 1991. Safe Food. Center of Science in the Public Interest. Pp. 15.
<http://junior.csk.net/~kend/aspartame/acesulf.htm>
15. **LEHNINGER, A. NELSON, D. et. al.** 1997. Principios de Bioquímica. 2da Edición. Estados Unidos. Worth Publishers. Pp. 423-761.
16. **MAYES, P.A.** 1988. Metabolismo del Glucógeno in. MURRAY, R.K. et. al. Bioquímica de Harper. 11a Edición. México. El Manual Moderno S.A. de C.V. Pp. 164-196.
17. **MENCHÚ. M.T, MÉNDEZ. H, BARRERA. M.A. ORTEGA. L.** 1996. "Tabla de Composición de Alimentos de Centroamérica" INCAP/OPS. Pp. 100.
18. **MICHAEL ESKIN., N. A.** 1990. Biochemistry of Foods. 2th Edition. USA. Academic Press, Inc. Pp. 555.
19. **MIRKIN. G.** 1994. Fructose Supplements: No Health Benefits. Report #6199 Pp. 1. <http://www.wdn.com/mirkin>
20. **OLEFSKY, J.M.** 1991. Diabetes Sacarina in. WYNGAARDEN, J.B. & SMITH, L.H. Tratado de Medicina Interna de Cecil. 18a Edición. México. Interamericana de McGraw Hill.. Pp. 2655.

21. **OXFORD MEDICAL INFORMATICS.** 1998. Reino Unido.
<http://oxmedinfo.jr2.ox.ac.uk>
22. **PEDRERO, D.L. & PANGBORN, R.M.** 1989. Evaluación Sensorial de los Alimentos, Métodos Analíticos. México. Editorial Alhambra, S.A. Pp. 250.
23. **PYLER., E.J.** 1988. Cake Baking Technology. *In.* Baking Science Technology 3ra Edición. Sosland Publishing Company. Pp. 979-989
24. **REYES, H.** 1997. Evaluación Sensorial y la Investigación y Desarrollo de Nuevos Productos en la Industria Alimentaria. Costa Rica. Boletín RIEPSA. 3(4). Pp. 1-5.
25. **SCHWEIZER KONDITOREI FACHBUCH.** 1998. Schweizer Konditorei. Fachschule Richemont. Switzerland. Pp.260.
26. **SETSER. C.S.** 1994. "Descriptive Methods: Knowing your Product's Profile" Cereal Foods World. U.S.A. 39(11). p.815-821
27. **SIDEL.J.L., STONE.H. & THOMAS.H.A.** 1994. "Hitting the Target: Sensory and Product Optimization" Cereal Foods World. U.S.A. 39(11). p.826-829
28. **SZEPESI, B.** 1997. Carbohidratos. *In.* Ziegler, E. y Filer,L.J. Conocimientos Actuales sobre Nutrición. 7a Edición. OPS/OMS. USA. ILSI Press. Pp. 37-47.
29. **VETTER, J.L.** 1992. "Impact of New Regulations on Development and Marketing of Nutritionally Modified Bakery Foods" Cereal Foods World. U.S.A. 37(6). p.433-437
30. **WEAVER., J.D.** 1997. One more thing - fructose. Zone Talk 8. Pp. 5.
<http://www.zonehome.com/zt8/disc/00000150.htm>
31. **WITTIG. E.** 1985 "Formulación, evaluación de calidad y preferencias de dos tipos de bizcocho (queques) para Diabéticos" Revista Agroquímica, Tecnología de Alimentos. Chile. 25(4). p.565-571

32. ----- 1987 "Desarrollo de Productos para Diabeticos, Elaboracion y Control de una Galleta de Masa corta Moldeada" Revision Chilena de Nutricion. Chile. 15(3). p.153-162
33. ----- 1987 "*Formulacion, elaboracion, evaluacion de la calidad y preferencias de galletas para Diabeticos*" Revista Agroquimica, Tecnologia de Alimentos. Chile. 27(3). p.417-423
34. **WITTIG, E. & WEINSCKER, B.** 1990. Aspectos Técnicos de los Edulcorantes. Alimentos. 2(15). Pp. 49-58
35. **WITTIG, E.** Evaluación Sensorial. Una Metodología Actual para Tecnología de Alimentos. Chile. Talleres Gráficos USACH. Pp. 200.
36. **WOLEVER, T.M.S. et. al.** 1993. Glycaemic index of Fruits and Fruit Products in patients with diabetes. International Journal of Food Science and Nutrition. UK: 43(4). Pp. 205-212.

XII. ANEXOS

Anexo No. 1

HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE LAS PRUEBAS PRELIMINARES

INGREDIENTES	%	g

Preparación: _____

Comentarios: _____

El sabor le pareció:

- | | |
|---------------|--------------------------|
| Muy Feo | <input type="checkbox"/> |
| Feo | <input type="checkbox"/> |
| Aceptable | <input type="checkbox"/> |
| Delicioso | <input type="checkbox"/> |
| Muy Delicioso | <input type="checkbox"/> |

En general, la muestra:

- | | | |
|-----------------------|--------------------------|-----|
| Le Gusta Muchísimo | <input type="checkbox"/> | (5) |
| Le Gusta | <input type="checkbox"/> | (4) |
| Le es Indiferente | <input type="checkbox"/> | (3) |
| No le Gusta | <input type="checkbox"/> | (2) |
| Le Disgusta Muchísimo | <input type="checkbox"/> | (1) |

Comentarios:

Anexo No.3

**Hoja de Tabulación de Datos para las Características de Sexo, Edad,
Color, Textura y Sabor**

RANGO DE EDAD	MASCULINO	FEMENINO	TOTAL
18 - 25 años			
26 - 30 años			
31 - 35 años			
36 - 40 años			
41 - 45 años			
46 - 50 años			
Más de 51 años			
TOTAL			

Característica de **COLOR**

CARACTERÍSTICA	FRECUENCIA
Muy Palido	
Palido	
Indiferente	
Dorado	
Quemado	

Característica de **TEXTURA**

CARACTERÍSTICA	FRECUENCIA
Muy Duro	
Duro	
Aceptable	
Suave	
Muy Suave	

Característica de **SABOR**

CARACTERÍSTICA	FRECUENCIA
Muy Feo	
Feo	
Aceptable	
Delicioso	
Muy Delicioso	

Tabulación de **ACEPTABILIDAD**

	FRECUENCIA	VALOR ASIGNADO	TOTAL
Le disgusta muchísimo		1	
No le gusta		2	
Le es indiferente		3	
Le gusta		4	
Le gusta muchísimo		5	
TOTAL			

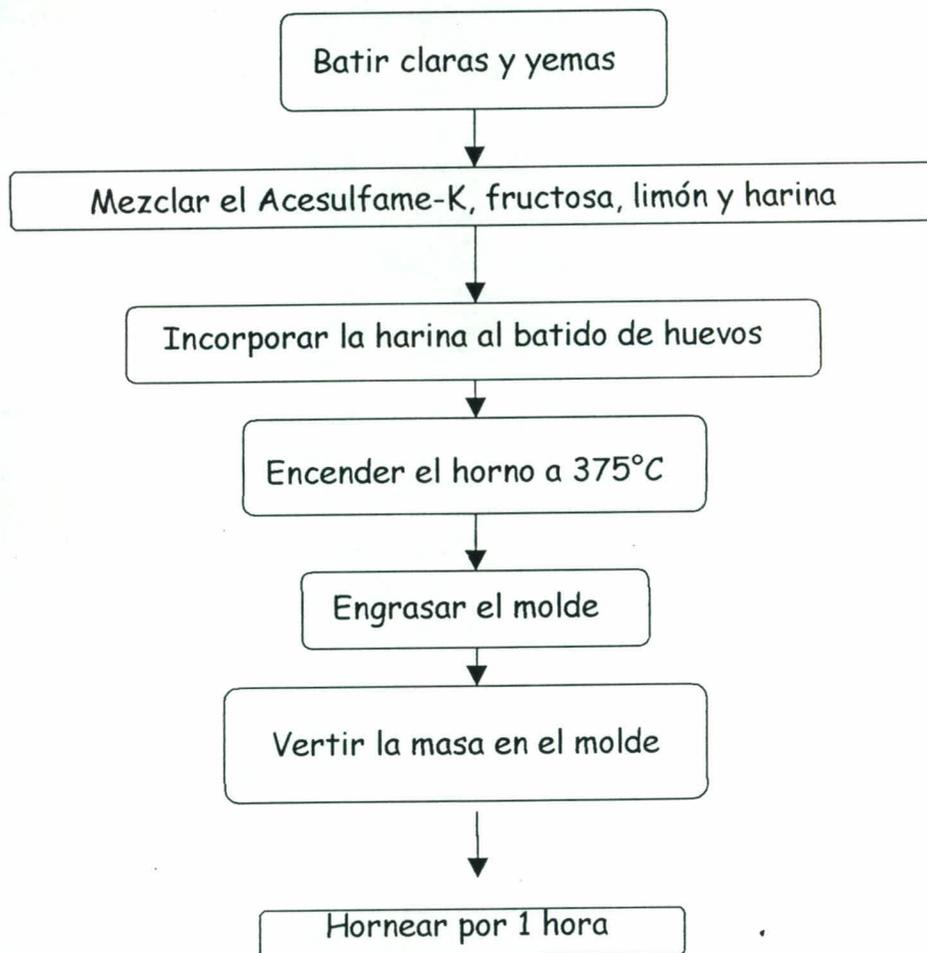
Anexo No. 4

Fórmula de la "Magdalena" para Diabeticos Elaborada con Fructosa y Acesulfame-K como Sustitutos de Sacarosa

INGREDIENTES	%
Harina Suave de trigo	33 - 37
Huevos frescos medianos	42 - 46
Fructosa	15 - 19
Acesulfame-K	0.009 - 0.9
Limón Entero	0.08 - 0.28
Extracto de Vainilla en alcohol al 35%	0.8 - 2.8

UTENSILIOS
• 1 Molde de Magdalena para 16 personas perfectamente engrasado
• 1 Colador Fino
• 1 Paleta Plástica
• 2 batidoras Kitchen Aid
• 1 Balanza con capacidad mayor a 200 g y una sensibilidad de 0.1 g

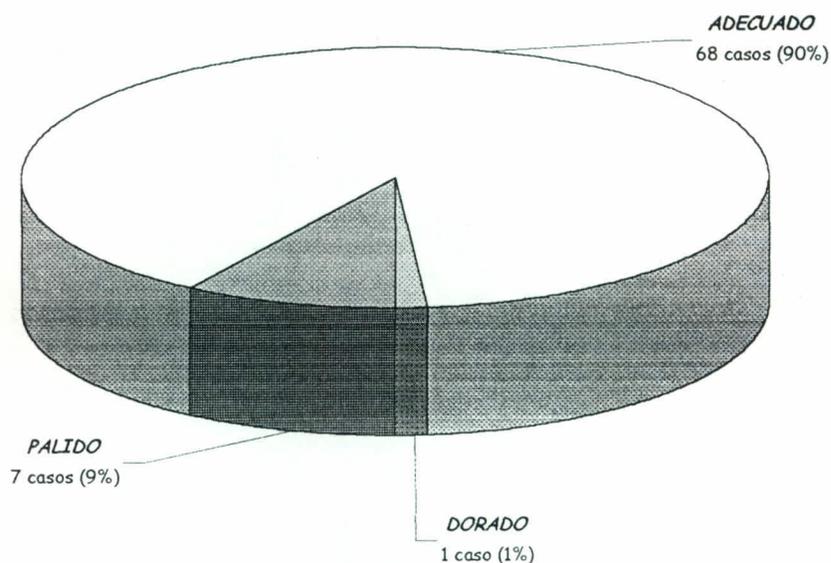
Preparación:



Anexo No. 5 Graficas

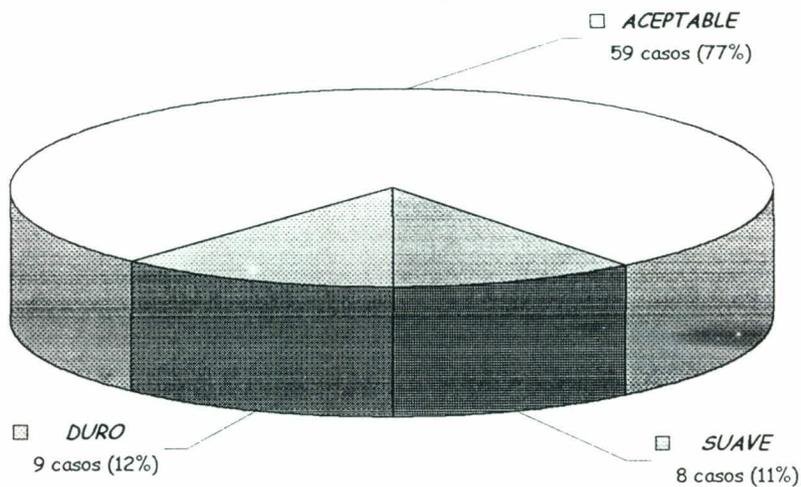
GRÁFICA No.1

Evaluación de Datos sobre Característica de Color

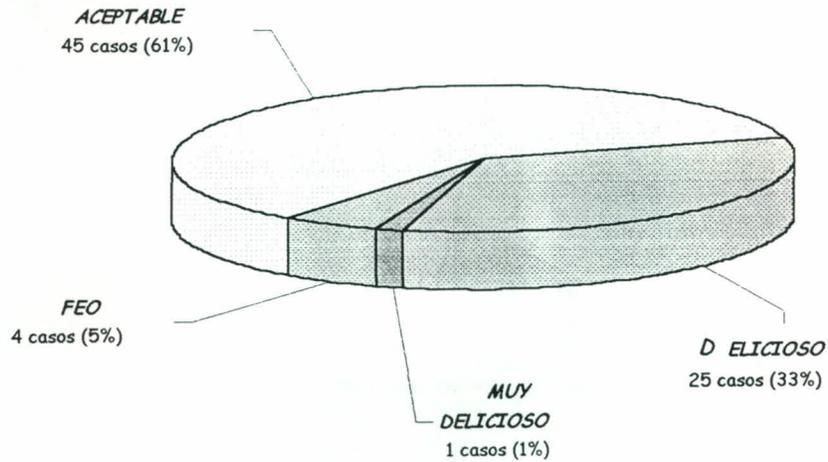


Gráfica No. 2

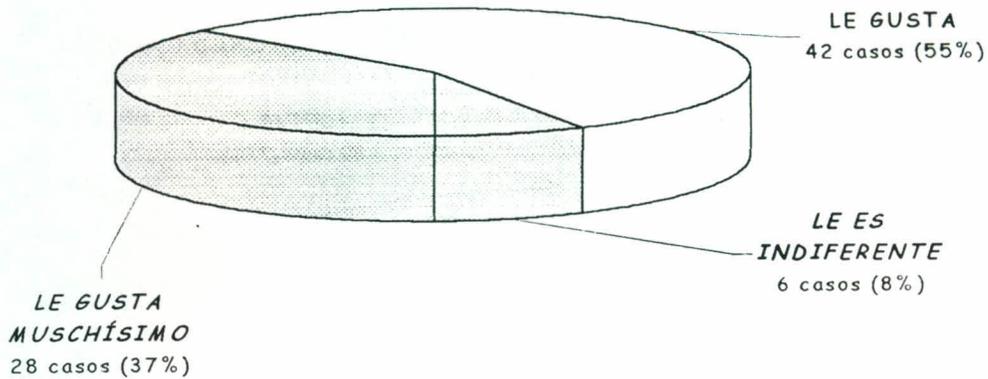
EVALUACIÓN DE DATOS SOBRE LA CARACTERÍSTICA DE TEXTURA



Gráfica No. 3
EVALUACIÓN DE DATOS SOBRE LA
CARACTERÍSTICA DE SABOR



Gráfica No. 4
EVALUACIÓN DE ACEPTABILIDAD





Herberth Senn Sagastume
AUTOR



Lic. Roberto Mendoza
ASESOR



Licda. María Antonieta González
DIRECTORA



Licda. Hada Marieta Alvarado Beteta
DECANA