

DESARROLLO DE UNA TABLETA DE CHOCOLATE DE LECHE,
CON CALORÍAS Y GRASA REDUCIDAS, PARA SER
CONSUMIDA POR PERSONAS DIABÉTICAS



UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ciencias y Humanidades

BIBLIOTECA
DE LA
UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

DESARROLLO DE UNA TABLETA DE CHOCOLATE DE LECHE,
CON CALORÍAS Y GRASA REDUCIDAS, PARA SER
CONSUMIDA POR PERSONAS DIABÉTICAS

CLAUDIA MARÍA HIGUEROS LORENESI

Trabajo de graduación presentado para optar
al grado académico de

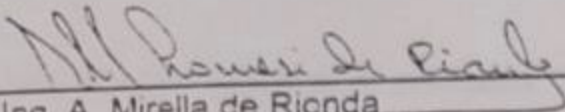
Licenciado en Ingeniería y Ciencia de Alimentos

Guatemala
1996

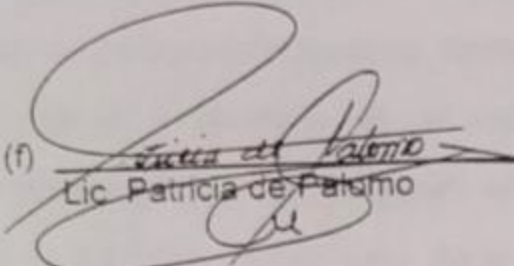


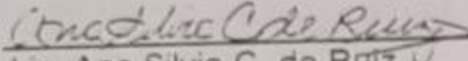
A mi familia,

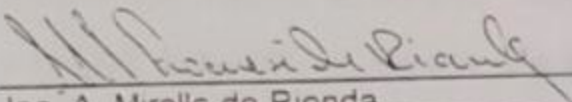


(f) 
Ing. A. Mirella de Rionda
Asesor

Tribunal:

(f) 
Lic. Patricia de Palomo

(f) 
Lic. Ana Silvia C. de Ruiz

(f) 
Ing. A. Mirella de Rionda

Fecha de aprobación: 20 de Marzo, 1996



PREFACIO

Actualmente existe una gran demanda de productos "lite" (sin azúcar, con bajas calorías, baja grasa, o combinación de éstos) a nivel mundial. Sobre todo hay gran interés por consumir chocolates de este tipo.

En Guatemala no existe una planta o empresa que manufacture tabletas de chocolate para personas con problemas médicos-- como diabetes o salud dental--, o para personas que sufran de condiciones temporales, como la hipoglicemia. Por medio de este trabajo se propone el desarrollo de un chocolate de leche que no sea significativamente diferente a un producto "regular", en lo que se refiere a sabor, color, textura, apariencia y sensación bucal. Ésto daría alternativa para consumidores diabéticos o interesados en su salud general.

La fabricación de este tipo de productos en una empresa guatemalteca les daría a los consumidores potenciales la posibilidad de adquirir los chocolates a un precio razonable y, debido a la cobertura de distribución con la que ya cuenta la empresa con la cual se trabajó, sería disponible para todo sector del país. Además, al ser el producto desarrollado de grasa y calorías reducidas, se lograría una expansión del mercado potencial de la empresa, lo cual redundaría en un aumento en la factibilidad de que el desarrollo y venta de la tableta de chocolate sin azúcar, sean exitosos. Para el consumidor, ésto resulta en una mayor facilidad de adquisición y un consumo a nivel popular.

RESUMEN

En este trabajo de investigación se elaboró una tableta de chocolate de leche sin azúcar, con calorías y grasa reducidas. Esto se logró utilizando sustitutos de azúcar de "cuerpo" o "volumen", como el maltitol y la polidextrosa. Además, se utilizó como edulcorantes intensos al acesulfame K y al aspartame. Debido a las propiedades de estos sustitutos, particularmente la polidextrosa, se puede eliminar una parte de la manteca utilizada, para lograr un producto con menor cantidad de grasa. Además, todos estos sustitutos de azúcar, en las proporciones utilizadas, contribuyen con un menor contenido calórico que el azúcar. Uniendo estos dos elementos, se logra una reducción marcada en las calorías de la tableta de chocolate de leche.

Para el efecto, se recopiló información acerca de los sustitutos de azúcar a utilizarse y los cambios al proceso regular de chocolate que involucraba el uso de éstos. Luego de hacerse pequeños ajustes al proceso y a la maquinaria, y de pedir la materia prima a los proveedores norteamericanos, se llevó a cabo la manufactura del producto. La tableta de chocolate de leche elaborada se evaluó por medio de pruebas sensoriales (prueba de aceptabilidad y prueba hedónica). El panel examinador de la muestra fue formado por personal de la empresa en donde se trabajó, y por consumidores elegidos al azar. Por medio de estas pruebas se midió la aceptabilidad del producto.

Se encontró que no hay una diferencia significativa entre las características de color, sabor, y textura del chocolate desarrollado con un producto regular manufacturado

en Guatemala, y con un producto de azúcar fabricado en los Estados Unidos. La única diferencia significativa que se encontró fue entre el sabor del chocolate elaborado para este trabajo, y el del chocolate sin azúcar norteamericano.

Además, la prueba hedónica demostró una marcada tendencia hacia la aceptación del producto en lo que respecta su sabor, su color y su textura.

INDICE

	Páginas
PREFACIO	ix
RESUMEN	xi
I INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LA LITERATURA	3
A. Producción de Chocolate: Variables en ingredientes y procesos.....	3
B. La Diabetes y la Hipoglicemia	5
1. La hipoglicemia	5
a. Hipoglicemia orgánica	5
b. Hipoglicemia funcional	6
2. La diabetes	7
a. Tipos de diabetes	7
b. Incidencia de diabetes	8
c. Papel de los azúcares en la dieta del diabbético	8
C. Confitería sin azúcar	9
1. Ingredientes para la confitería sin azúcar	9
a. Polioles	9
1). Disacáridos hidrogenados	10
b. Sustitutos poliméricos de la sacarosa	12
c. Edulcorantes de alta intensidad	15
1) Acesulfame-K	15

INDICE

	Páginas
2) Aspartame	16
d. Funcionalidad y estado regulatorio	17
e. Tolerancia y seguridad	17
f. Aspectos de salud dental	18
2. Estadísticas del mercado para la confitería "lite"	19
a. El sabor es clave para vender confitería "lite" (baja en calorías, baja en grasa, sin azúcar, o combinación de éstas)	19
b. Mercado mundial	20
c. Mercado mexicano	21
d. Mercado guatemalteco	23
III. OBJETIVOS E HIPÓTESIS	25
A. Objetivos Generales	25
B. Objetivos Específicos	25
C. Hipótesis	26
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	27
A. Equipo	27
B. Materia Prima	27
C. Metodología	27
D. Diseño Experimental	28
E. Análisis Estadístico	29

INDICE

	Páginas
1. Prueba de aceptabilidad	29
2. Prueba hedónica	30
F. Diagrama de Flujo	32
V. RESULTADOS	33
A. Valor energético y Porcentaje de Grasa del Producto Final	33
B. Resultados del Análisis Sensorial	35
1. Prueba de aceptabilidad	35
2. Prueba hedónica	35
VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	37
VII. CONCLUSIONES	41
VIII. RECOMENDACIONES	43
IX. BIBLIOGRAFÍA	45
APÉNDICES	
A. Formulario de la encuesta realizada para determinar las características del mercado guatemalteco con respecto a una barra de chocolate de leche sin azúcar, con calorías y grasa reducidas	47
B.	49
Tablas auxiliares	49
C. Figuras auxiliares	55
D. Muestras de los cuestionarios utilizados para la evaluación sensorial ..	63

E. Tablas y gráficas de resultados	67
F. Tabla usada para el análisis de datos de la prueba de aceptabilidad....	73

LISTA DE TABLAS

Tabla	Página
B.1 Índice glicémico de los carbohidratos	50
B.2 Comparación de maltitol de alta pureza con la sacarosa	50
B.3 Comparación de las características de la sacarosa vs los sustitutos de azúcar (agentes de volumen)	51
B.4 Estado regulatorio, cariogenicidad y umbral de laxante de la sacarosa y los sustitutos de azúcar	52
B.5 Estabilidad en seco del acesulfame-K a temperatura ambiente	52
B.6 Estabilidad del ACK en varios procesos térmicos	53
B.7 Demanda de productos "lite": 5 categorías más mencionadas	53
E.1 Resultados de la prueba de aceptabilidad: totales y valores asignados a cada característica de cada muestra	67
E.3 Resultados de la prueba de aceptabilidad: diferencias entre los posibles pares de muestras	67
E.4 Resultados de la prueba hedónica: número de respuestas para cada característica del producto final desarrollado	68
F.1 Diferencias críticas absolutas de la suma de rangos para las comparaciones de todos los tratamientos, a un nivel de significancia de 5%	72

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
C.1 Hidrogenación de la maltosa para obtener maltitol	56
C.2 Metabolismo del maltitol	56
C.3 Estructura química de la polidextrosa	56
C.4 Análisis organoléptico cuantitativo de polidextrosa	57
C.5 Análisis organoléptico cuantitativo de productos mejorados de polidextrosa	57
C.6 Estructura molecular del acesulfame-K	58
C.7 Solubilidad del acesulfame-K (entre 0 y 100 grados C)	58
C.8 Interés en la confitería "lite" (por sexo del consumidor)	59
C.9 Interés en la confitería "lite" (frecuencia de consumo)	59
C.10 Tendencia a consumir productos "lite" a nivel mundial	60
C.11 Demanda de productos "lite" a nivel mundial	60
C.12 Uso de alimentos "lite" (mundialmente)	61
C.13 Consumo de chocolates por sexo y edad, en Guatemala	61
C.14 Interés en comprar chocolates "lite" en Guatemala	62
E.5 Respuestas para la prueba hedónica	71

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, no existe en Guatemala una fábrica o empresa que manufacture tabletas de chocolate tolerables por personas diabéticas. Si el consumidor decide adquirir este producto tiene que comprar un producto importado, a altos precios y disponible sólo en tiendas especializadas en ciertas zonas de la capital.

La importancia de este trabajo radica en desarrollar, y hacer disponible a nivel popular y nacional, una tableta de chocolate de leche a base de sustitutos de azúcar, con características físicas, químicas y organolépticas lo más parecidas posible a un producto "regular", manufacturado con azúcar y cantidades normales de grasa.

Los sustitutos de azúcar que se utilizarán en la manufactura de las tabletas en cuestión son povidexrosa y maltitol, como agentes de volumen/masa ("bulk agents"). Además, se usarán como edulcorantes intensos aspartame y acesulfame K. Usando estos ingredientes, se puede usar el mismo equipo que se utiliza en la manufactura de chocolate "regular", haciendo pequeños ajustes de parámetros como temperatura y tiempo. (Bunting, 1994)

Todos estos han sido aprobados por la FDA o regulados como GRAS (Generalmente considerados seguros), en los Estados Unidos; y todos han sido aprobados también en Guatemala. (Bunting, 1994)

Todos los edulcorantes alternativos no son cariogénicos y no promueven caries. Con la excepción de la povidexrosa, cada agente de volumen provee un sabor dulce que depende del tipo de compuesto. La mayoría de los edulcorantes alternativos, exhiben perfiles de solubilidad similares a los de la sacarosa. La viscosidad y la higroscopicidad de los sustitutos de azúcar varían grandemente comparados al azúcar, por lo que se

deben hacer cambios a las formulaciones de chocolates según el sustituto que se use. Muchos de los edulcorantes de volumen/masa exhiben un efecto refrescante en la confitería, debido a sus calores de solución negativos. Además, cada edulcorante alternativo ha demostrado causar efectos laxantes cuando se consumen en exceso (más de 50g/día) (Olinger, 1992).

El objetivo principal de este trabajo es que, elaborando estas tabletas de chocolate, se pueda dar una nueva alternativa a personas con problemas médicos, como diabetes, o interesadas en su salud general. Además, es también un objetivo principal lograr que esta tableta sea un producto de grasa y calorías reducidas, para ampliar el mercado del producto, y asimismo, el de la empresa manufacturadora. Esta ampliación de mercado potencial se debe a la incrementada demanda de chocolates "lite" (sin azúcar, bajos en calorías, bajos en grasa, o combinación de éstos), a nivel mundial, y a la influencia de estos mercados sobre el de Guatemala. Son especialmente importantes los mercados como el de los Estados Unidos y México como influencia en el mercado guatemalteco. (Hall, 1995; 1994). Ésto es confirmado por el estudio realizado en marzo de 1995, en Guatemala.

El producto final no tenía absolutamente nada de azúcar, y contenía un 33.4% menos de calorías y un 37% menos de grasa, en comparación a un chocolate de leche manufacturado con cantidades regulares de grasa, calorías y azúcar.

El producto elaborado fue sometido a un panel de miembros de la empresa manufacturadora y a consumidores elegidos al azar, para ser evaluado con pruebas sensoriales, como la de aceptabilidad y la prueba hedónica. Así se comprobó, debido a los resultados positivos y a la gran aceptabilidad del producto, la factibilidad de éxito del proyecto a nivel industrial.

II. REVISIÓN DE LA LITERATURA

A. Producción de Chocolate: Variables en Ingredientes y Procesos

Los pasos en la manufactura del chocolate a partir de granos de cacao son los siguientes: primero, se limpian los granos de cacao de tierra u otras partículas extrañas. Luego se tuesta y se elimina la cáscara del grano; y después se pasa al molino, del cual se obtiene el licor de cacao. El licor de cacao se puede usar como ingrediente, o se lleva a una prensa, donde se obtiene la manteca de cacao y la cocoa (en forma de torta). La cocoa, la manteca de cacao y el licor, se mezclan con el resto de ingredientes y luego se refina la pasta resultante. Después del refinamiento, se pasa a la concha, y de allí a una templadora. A continuación se explican los procesos y sus variables a más profundidad (Mastering the Mystique of Chocolate Production, 1991).

Las variables en la manufactura de la cobertura final de chocolate influyen tanto el sabor final como el comportamiento en sus otras características: brillo, viscosidad, punto de fusión, etc. Tales variables están divididas en dos categorías principales: ingredientes y proceso. Todas las recetas de chocolate, utilizan básicamente los mismos ingredientes principales: licor de chocolate--ingrediente principal a partir de los granos de cacao--, leche--para el chocolate de leche--, manteca de cacao, azúcar, lecitina y saborizantes (Mastering the Mystique of Chocolate Production, 1991).

Debido a que los granos de cacao tienen sus propias características de sabor dependiendo del lugar en donde se cultiva, el fabricante de chocolate puede mezclar los diferentes tipos de granos para producir un sabor específico. Es necesario que el cacao

tenga cierto grado de maduración, que sea apropiadamente fermentado y secado, sin importar el lugar de origen del grano. Ésto es, para evitar la astringencia y los sabores ahumado, mohoso, y otros no deseados en el producto final (Mastering the Mystique of Chocolate Production, 1991).

Particularmente en el chocolate de leche, la manteca de cacao debe estar deodorizada, o libre de sabores fuertes, para evitar exceso de sabor. Algunas mantecas, particularmente cuando se usan junto con altos niveles de grasa láctica en una formulación, crean una cobertura final más suave (Beckett, 1988).

Entre las variables de procesamiento, según lo explicado por Edgell Communications (1991), están: el método de tostado del cacao (la etapa más crítica en el sabor final), grado de tostado, refinado y conchado. Existen dos métodos de tostado: de grano entero y del cotiledón (que permite un tostado más uniforme). El tostado del cotiledón tiene la ventaja de reducir efectivamente el nivel microbiológico del licor de chocolate final, debido al efecto de esterilización del calor húmedo.

Entre otras variables del tostado están: la adición de soluciones alcalinas, para la obtención de un color más oscuro y un sabor más suave; el grado de tostado, único para cada tipo de grano (Mastering the Mystique of Chocolate Production, 1991).

Los pasos siguientes son aquellos que serán tratados en éste trabajo de investigación. Los anteriores (hasta la obtención de la cocoa, y del licor y manteca de cacao), son unas constantes. Aunque se lleven a cabo en la empresa donde se realizará el trabajo, no son el objeto de estudio.

En la siguiente parte del proceso, el licor de chocolate se mezcla con azúcar y los ingredientes lácteos (si se va a fabricar chocolate de leche), y el tamaño de partícula es reducido para obtener la fineza deseada. Para ello existen dos posibilidades: un

refinamiento sencillo, y uno doble. El primero consiste en una pasta de refinadora, la cual incluye azúcar glass, la cual se alimenta al molino de 5 rodillos. El refinado doble usa azúcar granulada en vez de azúcar glass (Beckett, 1988).

Una vez el producto ha sido refinado, entra al proceso de conchado, en donde el producto se mezcla para cubrir las partículas no grasas con manteca de cacao, y reducir la humedad y los sabores volátiles no deseados. Existen 3 clases de conchas: longitudinales (que requieren más tiempo de proceso), rotatorias (equipadas con controles de temperatura) y continuas (que requieren un corto periodo y una cantidad más pequeña de chocolate) (Beckett, 1988).

Por último, se tiene el proceso de templado, el cual involucra un enfriamiento lento del chocolate, agitando para obtener una adecuada cristalización de la manteca de cacao, y así obtener la sensación bucal y la distribución de partículas adecuadas en el producto final (Edgell Communications Inc., 1991).

B. La Diabetes y la Hipoglicemia

1. La Hipoglicemia

Hipoglicemia es una condición en la cual la concentración de glucosa (azúcar) en la sangre baja a niveles anormales. Ocurre en asociación con un número de enfermedades, más notablemente una sobredosis de insulina en personas con diabetes .

a. Hipoglicemia orgánica.

La glucosa es producida por la descomposición de glicogeno o por procesos

metabólicos que lo manufacturan de amino ácidos. La glucosa entra al cuerpo en varias formas, incluyendo la absorción del tracto digestivo y la difusión de fluidos del tejido y del hígado. Deja la sangre por difusión hacia los tejidos, por conversión metabólica a glicógeno o grasa, o por la oxidación en los tejidos para producir energía. Bajo condiciones normales, la concentración de la glucosa en la sangre se mantiene a un nivel estable y parejo, regulado por los sistemas nervioso y endocrino. El páncreas previene que la glucosa en la sangre se eleve demasiado por medio de la secreción de insulina, una hormona de captación de la glucosa a los tejidos. Con la ausencia de ésta, no se puede absorber la glucosa. Cualquier malfunción endocrina en el páncreas y glándulas adrenales, así como las glándulas pituitaria, tiroides, o sexuales, pueden resultar en hipoglicemia orgánica (Light, 1983).

b. Hipoglicemia Funcional

La hipoglicemia funcional es una condición temporal de niveles de azúcar en la sangre marcadamente bajos. Ocurre más comunmente de 2 a 3 horas después de una comida alta en carbohidratos. Se observa más a menudo que la hipoglicemia orgánica, pero no es una condición común. La mayoría de los ataques de hipoglicemia funcional pasan rápidamente. Los síntomas pueden ser temporalmente eliminados ingiriendo un poco de azúcar, pero esto puede causar un ataque más tarde. Aquellas personas que son predisponibles a hipoglicemia pueden adoptar una dieta que sea baja en carbohidratos, o baja en Índice Glicémico (ver **Papel de los azúcares en la dieta del diabético**, más adelante), similar a la de los diabéticos (Light, 1983).

2. La diabetes

Diabetes es el nombre de dos diferentes enfermedades endocrinas, ambas caracterizadas por una producción excesiva de orina. La *diabetes mellitus* afecta el metabolismo de carbohidratos, proteínas y lípidos. La *diabetes insipidus* es causada por la inhabilidad del riñón de conservar agua, debido a la falta de una hormona antidiurética (American Diabetes Association, 1988).

La diabetes mellitus tiene como síntoma principal, la eliminación de la glucosa por la orina (Glucosuria), lo cual indica un nivel superior a lo normal (70 a 110 mg por 100 ml de sangre) de glucosa en la sangre (Hiperglucemia). Ocurre cuando el páncreas es incapaz de segregar suficiente insulina para mantener una concentración normal de glucosa en la sangre (Biermann y Toohey, 1990).

a. Tipos de diabetes

Existen dos tipos de diabetes: Tipo I (dependiente de insulina), y Tipo II (no-dependiente de insulina). Con el Tipo I, el cuerpo no produce insulina, porque las células beta (células del páncreas que producen insulina) han sido totalmente destruidas y no producen la hormona. Este tipo de diabetes generalmente empieza en la niñez. El aumento de glucosa en la sangre que se observa, se debe a la insuficiencia de insulina secretada por el páncreas o bien una pancreatoclonía (Biermann y Toohey, 1990).

La diabetes no-dependiente de insulina, generalmente ocurre en personas mayores de 40 años. Personas con diabetes del Tipo II con frecuencia manifiestan intolerancia a la glucosa y resistencia a la insulina a pesar de tener una concentración plasmática elevada de la hormona. Estos individuos tienen escasos receptores de insulina ("regulación en baja") en las células, como los adipocitos, hepatocitos y células

musculares. Con una reducción de peso, la concentración plasmática de insulina disminuye, el número de receptores aumenta, la sensibilidad a la insulina mejora y la intolerancia a la glucosa se reduce (Murray, et.al., 1988).

b. Incidencia de diabetes.

La diabetes afecta mas de 10 millones de personas sólo en los Estados Unidos, y causa aproximadamente 300,000 muertes cada año. Su prevalencia aumenta con la edad, de aproximadamente 0.2 % en las personas menores de 17 años a aproximadamente 10% en personas de 65 años y mayores, y es mayor en mujeres (American Diabetes Association, 1988).

c. Papel de los azúcares en la dieta del diabético.

Los carbohidratos en los alimentos, son directamente convertidos a glucosa y pueden afectar la cantidad de azúcar en la sangre. Aunque la proteína también se convierte en un 65% a glucosa, el cuerpo lo metaboliza en 6 a 8 horas, por lo que tiene un efecto estabilizador. Sin embargo, no todos los carbohidratos se metabolizan de la misma forma. En 1993, el Dr. David Jenkins de la Universidad de Toronto publicó el Índice Glicémico de los Carbohidratos (Tabla B.1). Esta es una clasificación de qué tan alto y rápido ciertos alimentos causan un aumento de azúcar en la sangre. Se ha recomendado ingerir alimentos con un índice de 50 o menor (Biermann y Toohey, 1990).

C. Confitería sin Azúcar

1. Ingredientes para la confitería sin azúcar

Según el análisis presentado en la Sesión Técnica de Tecnólogos de Dulces de la Asociación Americana Nacional de los Estados Unidos, por Christine Bunting (1994), el azúcar hace más que sólo agregar dulzura al producto de confitería. Provee masa y volumen, disminuye la actividad del agua, modifica la textura y a menudo promueve el pardeamiento de Maillard. Los edulcorantes de alta intensidad proveen el sabor dulce que se pierde cuando el azúcar se elimina. Sin embargo, no pueden lograr las funciones físicas del azúcar. Por esta razón, se usan agentes que hagan "bulk", o volumen, como los polioles y/o agentes poliméricos, para producir confites sin azúcar. Los edulcorantes de alta intensidad se usan a menudo para aumentar la dulzura del sustituto de sacarosa que se haya escogido (Bunting, 1994).

Los ingredientes utilizados para sustituir el azúcar en la manufactura de la barra de chocolate de leche sin azúcar, y con grasa y calorías reducidas fueron: polidextrosa, maltitol, acesulfame K y aspartame.

a. Polioles

Los alcoholes polihídricos, o polioles, se producen catalizando la hidrogenación de sacáridos bajo presión a altas temperaturas. Esta reacción sustituye su grupo aldehído o cetona con un grupo hidroxilo. (Roquete America, 1992) Debido a que no tienen grupos carbonilos activos, los polioles, también conocidos como alcoholes de azúcares, no participan en las reacciones de pardeamiento. Esto hace difícil duplicar el sabor de los productos endulzados con sacarosa en ciertas aplicaciones. Los polioles

solos o/y polioles combinados con otros agentes edulcorantes aumentadores de volumen, sí permiten a los confiteros producir productos no cariogénicos (no producen caries) que son seguros para diabéticos.

Respecto a las consideraciones dentales, se han llevado a cabo varios experimentos sobre el efecto de los edulcorantes sustitutos del azúcar, y se ha concluido en que los polioles se pueden definir como no-cariogénicos. Pueden ser considerados como estimulantes salivares, favoreciendo así la remineralización de las lesiones de caries insipientes (Roquette America, 1992).

Estos sustitutos de sacarosa son física, química y microbiológicamente estables. Muestran rangos de fusión definitivos, mientras que el azúcar se descompone antes de derretirse. Puesto que difieren en alguna forma en propiedades fisicoquímicas, los polioles individuales no pueden ser directamente intercambiados con otros en fórmulas de confitería (Frye & Setser, 1993).

1). Disacáridos hidrogenados

Debido a sus mayores pesos moleculares, los disacáridos hidrogenados exhiben una mayor viscosidad en solución que los monosacáridos. Tienen un perfil de sabor más limpio, bajos valores negativos de calor de solución, y son, por lo tanto, más similares a la sacarosa (Bunting, 1994).

El maltitol se produce de la hidrólisis de almidón e hidrogenación de la maltosa resultante (Figura C.1). Tiene una dulzura que es 90% la dulzura de la sacarosa. También es aproximadamente igual a la sacarosa en solubilidad. Porque no es

refrescante y tiene muchas similitudes funcionales con la sacarosa, el maltitol se usa a menudo en la sustitución directa de sacarosa en productos de chocolate de alta calidad sin azúcar. El alto punto de fusión de este edulcorante, también aumenta su uso en este tipo de productos, los cuales se conchean a temperaturas relativamente altas. El maltitol tiene un comportamiento higroscópico que actúa directamente en las condiciones de manufactura y almacenamiento del chocolate. A 20 grados Celsius, los cristales de maltitol absorben agua del ambiente cuando ésta es mayor a 89% (Moskowitz, 1991).

La reología y el contenido de grasa del chocolate dependen directamente en la forma de los cristales del edulcorante utilizado. Se prefiere un poliol como el maltitol, que tiene cristales redondos, y que tiende a romperse durante el refinamiento y volverse cristales con una superficie específica pequeña.

El contenido calórico del maltitol se debe a dos caminos metabólicos:

Primero, la asimilación intestinal. El maltitol, que es una molécula muy grande, no puede cruzar la pared intestinal y requiere una hidrólisis preliminar para poder hacerlo. La hidrólisis es muy lenta y resulta en la formación de monosacáridos (glucosa y sorbitol). La glucosa es completamente absorbida a través de transporte activo (valor calórico = 4.0 kcal/g), mientras que la absorción del sorbitol ocurre por medio de transporte pasivo. En el metabolismo del sorbitol, la enzima sorbitol dehidrogenasa hace posible que el D-sorbitol entre al camino normal metabólico para azúcares al nivel de la D-fructasa. La oxidación del D-sorbitol y de la subsecuente oxidación de la D-fructosa se llevan a cabo por enzimas no dependientes de la insulina. Por esto no afecta al diabético. Además, debido a la velocidad lenta de la hidrólisis del maltitol, el índice glicémico de éste es bajo, y hay una respuesta muy baja de insulina (Roquette Technical Brochure, 1995).

Segundo, se tiene la fermentación en el colon. La parte de maltitol que no fue hidrolisada, y los monosacáridos producidos que no fueron absorbidos (sorbitol), llegan al intestino grueso (colon), donde la microflora los fermenta a ácidos grasos volátiles. Esta fermentación resulta en un valor calórico de 2 kcal/g (Roquette Technical Brochure, 1995).

Las contribuciones relativas de ambas rutas resultan en el valor calórico de 2.4 kcal/g. En la Figura C.2. se puede ver una ilustración de éste metabolismo (Roquette Technical Brochure, 1995).

Las similitudes físicas y químicas del maltitol con el azúcar (sacarosa) permiten una sustitución de sacarosa con ningún cambio en el proceso (Tabla B. 2). Así, se permite una producción de un confite sin azúcar que es tan parecido al producto con azúcar, que los consumidores no advertirán la diferencia fácilmente (Wilson, 1994).

b. Sustitutos poliméricos de sacarosa

Además de los polioles, existen varios sustitutos poliméricos, que incluyen: maltodextrinas, polidextrosa e hidrolisato de almidón hidrogenado (HSH).

La polidextrosa es un polímero de dextrosa enlazado al azar. Teóricamente, es infinitamente soluble, puesto que no se cristaliza. No es factible trabajar con soluciones que contengan más de 70% sólidos a temperatura ambiente, pues la viscosidad evita un manejo normal. El proceso de manufactura crea algunos azúcares residuales y ácidos en el producto. Mejoramientos recientes han producido compuestos con menor astringencia y menor acidez titulable que la polidextrosa original (Moppet, 1991).

Las ventajas de estos nuevos compuestos es que tienen un perfil de sabor blando y por lo tanto, no van a cubrir los sabores delicados usados en la confitería.

La más reciente adición de povidextrosa mejorada, aprobada en Japón es una solución producida por la hidrogenación catalítica de povidextrosa. Contiene menos azúcares residuales que otros productos de povidextrosa, por lo que se puede incorporar un porcentaje mayor a productos de calorías reducidas, antes de llegar a 0.5 cal/g que prevendrían un título de "sugar-free", o "libre de azúcar". (Technical Brochure, 1995)

La povidextrosa contiene sólo una caloría por gramo, porque las enzimas humanas no "reconocen" la mayoría de los polímeros complejos. La povidextrosa es una molécula compleja, altamente ramificada, que presenta uniones glicosídicas múltiples (ver Figura C.3). Es esta unión al azar la responsable primaria de la resistencia del polisacárido al ataque enzimático, con la consecuente disminución de la disponibilidad calórica. Numerosos trabajos científicos han demostrado que la povidextrosa ingerida oralmente no es absorbida y la mayor parte, un 75%, es excretada inalterada a través de las heces. Una fracción menor de la povidextrosa, 25%, es fermentada por los microorganismos del intestino grueso con la producción de ácidos grasos de cadena corta y dióxido de carbono. Dichos ácidos grasos son absorbidos y utilizados calóricamente, no así el dióxido de carbono (Technical Brochure, 1995).

La povidextrosa no es dulce, pero provee muchas de las características físicas que se ven en la sacarosa (Bunting, 1994).

El uso de los productos de povidextrosa mejorados, es que contienen sólo una caloría por gramo para reemplazar azúcares o grasas en productos alimenticios, hace posible una reducción significativa en calorías. Sin embargo, el consumidor come dulce solamente por disfrutar, y no tolera cualquier disminución de calidad (Kopchik, 1993).

La povidextrosa es más soluble que la sacarosa, haciendo fácil su incorporación

en muchos de los confites. Por el hecho de que pueden usarse en tan altas concentraciones, es un agente de "cuerpo" excelente. A diferencia de los polioles, la povidextrosa participa en la reacción de pardeamiento de Maillard. Los sabores caramelizados producidos como resultado, son muy deseables en chocolate, toffee y caramelo. La povidextrosa no se cristaliza, lo cual la hace un estabilizador excelente. Su higroscopía la ofrece como un humectante excelente, evitando cambios no deseados en la humedad del producto, ayudando a preservar la frescura y a aumentar la vida de anaquel de los chocolates. En los productos que no se benefician de retención de humedad, se debe tener un empaque adecuado (Bunting, 1994).

En lo que refiere a la viscosidad, las soluciones de povidextrosa tienen viscosidades más altas que la sacarosa o el sorbitol a concentraciones equivalentes. Esta característica permite que la povidextrosa provea la sensación bucal y las cualidades de textura deseadas y tan importantes cuando se sustituyen carbohidratos y grasas o mantecas (Technical Brochure, 1995). Con respecto a diferencias sensoriales entre la povidextrosa y productos mejorados, se generó un Análisis Descriptivo Cualitativo (QDA) por una evaluación sensorial independiente, usando soluciones al 20% (peso/peso) de povidextrosa y productos mejorados. Se observó una disminución significativa en las notas ácidas y amargura. Ver Figura C. 4 (Kopchik, 1993).

El segundo QDA generado usando 20% (peso/peso) de soluciones de productos mejorados I y II (ver Figura C.5) gráficamente muestra la reducción de acidez y un aumento en los sabores dulces percibidos. Mientras que el producto II no contribuye significativamente a la dulzura de los productos donde se usa, se ha encontrado que permite una mayor percepción de la dulzura (Kopchik, 1993).

c. Edulcorantes de alta intensidad

Los edulcorantes de alta intensidad pueden usarse con agentes de volumen o "bulk" que son mucho menos dulces que la sacarosa. Hay varios disponibles, pero su uso está limitado a menudo debido a su estado regulatorio y/o propiedades físicas.

1) Acesulfame K.

El acesulfame potasio (Acesulfame-K ó ACK), es un edulcorante no-nutritivo con 200 veces la dulzura de la sacarosa.

En forma seca, es casi indefinidamente estable a temperatura ambiente, por lo que no requiere almacenamiento especial (Tabla No. 5) (Staniec, 1994).

En la Figura C. 6 se puede ver la estructura molecular del ACK (Johnson & López, 1993).

Además, es estable bajo condiciones ácidas y alcalinas comunes a los productos de confitería. No es calórico, ni cariogénico, y no requiere una información o advertencia de salud en la etiqueta (Staniec, 1994).

La estabilidad térmica es otra característica deseada para un edulcorante, si se va a usar en la manufactura de confites. Cuando se sometió el ACK a una variedad de tratamientos térmicos, (Tabla B. 6), se observó que no hubo mayor pérdida del producto.

La solubilidad es otra propiedad importante, porque ésta determina la facilidad de su uso. El ACK es altamente soluble en agua (Figura C. 7), aproximadamente 25% a temperatura ambiente.

Tiene sinergia con otros edulcorantes y reduce algo de sus efectos no deseados. Estas propiedades lo harían muy útil en la confitería. En los Estados Unidos muchos fabricantes han aprovechado la sinergia entre Aspartame y Acesulfame-K, así

como entre Alitame y Acesulfame-K. Los mejores sabores se han obtenido por una mezcla de 20:80- 30:70 Alitame:AceK (Peck, 1994).

En lo que respecta a la manufactura de chocolate, el ACK se puede usar como único edulcorante en sistemas con agentes de volumen/masa ("bulk"). Se puede incorporar fácilmente en el chocolate antes del refinamiento, pues soporta todo el procesamiento térmico, y no tiene efecto sobre las características de almacenamiento o fundición del chocolate (Johnson y Lopez, 1993).

2) Aspartame.

El Aspartame, un edulcorante dipéptido nutritivo, es de 180 a 200 veces más dulce que la sacarosa. A niveles normales de uso no contribuye calóricamente. Aunque tiene un contenido calórico de 4 kcal/g, se usa en cantidades tan pequeñas, que la contribución calórica es despreciable. No es estable a altas temperaturas, lo que hace difícil su uso en muchas aplicaciones de confitería. La compañía NutraSweet ha desarrollado una versión encapsulada de Aspartame, que muestra una estabilidad a la temperatura mejorada (Bunting, 1994).

Las limitaciones de usar el aspartame en un proceso donde se requieran altas temperaturas se puede superar. Se puede agregar el aspartame durante el enfriamiento de la mezcla. Otra opción es agregarlo durante las últimas etapas de procesamiento. Además, según las pruebas realizadas por la compañía NutraSweet, se ha logrado procesar dulces duros con aspartame. En dicho producto, se llega a temperaturas de hasta 198 grados F por hasta 20 minutos, y sólo se ha tenido degradación de aspartame de un 5 a un 8% (Jeffery, 1991).

Otro hecho interesante de los edulcorantes intensos es que a medida que la

concentración disminuye, la potencia edulcorante aumenta. El efecto es tal , que se ha visto hasta una disminución en concentración del 30% antes de que un panel entrenado pudiera detectar la pérdida de dulzura en una solución (Jeffery, 1991).

d. Funcionalidad/estado regulatorio

La povidexrosa es aditivo de alimentos aprobado. Las peticiones GRAS ("Generally Regarded As Safe" ó Generalmente Considerado Seguro) se han aceptado (no aprobado) para el maltitol. (Bunting, 1994)

El ACK fue aprobado en enero de 1993 por la FDA, después de que revisó la Guía de Políticas para permitir el uso de edulcorantes no-nutritivos en dulces. (Johnson y Lopez, 1993) Además, el acesulfame K está aprobado para su uso en Guatemala.

El aspartame también es un aditivo de alimentos aprobado por la FDA en los Estados Unidos, y por la COGUANOR en Guatemala.

e. Tolerancia y seguridad

Los polioles y la povidexrosa son completamente seguros para su uso en alimentos. La ingestión diaria aceptable para éstos está establecida como "no especificada" por la JECFA (Comité Experto Unido de la FAO/WHO para Aditivos de Alimentos). Esto significa que el comité opina, en base a la información disponible (química, bioquímica y toxicológica), que la ingesta total diaria de la sustancia proveniente de su uso a los niveles necesarios para lograr el efecto deseado en

alimentos, no representa un peligro para la salud. El mismo caso se da para el acesulfame-K y el aspartame (Roquette Technical Brochure, 1995).

El maltitol y la polidextrosa pueden inducir un ligero efecto laxante. Sin embargo, es importante recordar que este efecto no está limitado a dichos compuestos, sino que es característico de muchos otros ingredientes y alimentos naturales, como: frutas, vegetales, y otras fuentes de fibra dietética. Diferentes individuos tienen diferentes grados de tolerancia. En los Estados Unidos, se necesita una advertencia de posible efecto laxante sólo si es factible que se consuma más de 50 g de maltitol por día o más de 90 g de polidextrosa por día (Roquette Technical Brochure, 1995).

f. Aspectos de salud dental

En el mecanismo de la caries dental, la frecuencia de ingestión de azúcares es la que influye en el deterioro de los dientes, más que la cantidad total. El consumo de todo tipo de meriendas fuera de las comidas principales, no sólo dulces, contribuyen al problema. El complejo fenómeno de la caries dental depende de los factores: los dientes, los azúcares, la placa dental y el tiempo de exposición de los dientes al ataque bacteriano. Cuando estos factores se combinan, ocurre la caries. Si alguno no está presente, no se da el problema (Roquette Technical Brochure, 1995).

En la boca, los azúcares son fermentados por las bacterias en la placa dental, para producir ácidos. Estos ácidos llevan a una caída en el pH de la superficie del diente. Los azúcares fermentables, son consecuentemente descritos como acidogénicos, y son potencialmente cariogénicos. En el esmalte del diente, ocurre una descalcificación cuando el pH es menor a 5.7. Este es el primer paso en el deterioro de los dientes. La recalcificación puede ocurrir cuando se eleva el pH (la saliva ayuda en este respecto).

Una repetida disminución del pH, sin embargo, resulta eventualmente en la eliminación permanente del calcio de los dientes (Roquette Technical Brochure, 1995).

Los polioles, la povidexrosa y el acesulfame-K no son metabolizados por bacterias orales, y por lo tanto no son acidogénicos o cariogénicos. La sustitución de azúcares fermentables por los polioles, povidexrosa, acesulfame-K es una opción saludable, especialmente en la confitería. Algunos de los productos de hidrólisis del maltitol son fermentables, pero en la práctica, la hidrólisis ocurre demasiado lentamente en la boca para producir cantidades significativas de materiales fermentables (Roquette Technical Brochure, 1995).

2. Estadísticas del mercado para la confitería "lite"

a. El sabor es la clave para vender confitería "lite" (baja en calorías, baja en grasa, sin azúcar, o combinación de éstas)

Respecto al mercado estadounidense, el público comprará cada vez más variedades de dulces "lite" (bajos en calorías, en grasa, o sin azúcar). James Kappas, el gerente de ventas y mercadeo de Ingredientes Alimenticios "Lite", Grupo de Ciencia de Alimentos Pfizer, llegó a ésta conclusión, después de analizar 500 entrevistas por teléfono en 1993 de la Encuesta de Consumidores de E.E.U.U. para Confitería "Lite" (Hall, 1995).

Se entrevistó a 200 hombres adultos, a 200 mujeres adultas, y a 100 mujeres adolescentes, escogidos al azar. El estudio descubrió que:

- ⇒ Existe un gran interés en confitería que sea baja en calorías y/o en grasa;
- ⇒ El sabor es un ingrediente clave para aumentar ventas;

- ⇒ El título de "bajo en calorías y en grasa" tiene mejor aceptación que cualquiera de los títulos solos.
- ⇒ Muchos consumidores esperan pagar más por confitería baja en calorías y grasa, o ambas.
- ☺ El total de respuesta positiva se muestra en las Figura C. 8 y C.9.

Muchas de estas personas ya consumen regularmente chocolate o dulces. "El segmento de la población que definitivamente probará un producto reducido en calorías o grasa, corresponde al más alto porcentaje de entrevistados que consumen todo tipo de dulce de los que se usó en la entrevista", dice Kappas. Él especula que la oportunidad del mercado es motivar a los consumidores poco frecuentes para que consuman más seguido, y para los consumidores frecuentes, que prueben otros tipos (Hall, 1995).

b. Mercado mundial

La tendencia global mundial acerca de los productos "lite" es bastante favorable, como se puede ver en la Figura C. 10 . Según la encuesta realizada por el Grupo Pfizer, en Inglaterra, un total de 74% de la población entrevistada, usa productos bajos en grasa, bajos en calorías, o ambos. La población francesa, por otro lado, consumen un 48% productos de los mencionados anteriormente. Alemania y los Estados Unidos reportaron en un 69% y 76% respectivamente, usar productos "lite". Este mercado consume productos sin azúcar, bajos en calorías o bajos en grasa, en su mayoría por salud total y razones médicas, que por razones de pérdida de peso, aunque ésta también es una razón de consumo (Pearce, 1995).

Además, la demanda de productos "lite" a nivel mundial también es bastante alta.

En Inglaterra se reportó una demanda de 58% y 54% de productos bajos en calorías y bajos en grasa, respectivamente. En Francia, el 51% de las personas querían productos con cada una de las anteriores características. Un 48% de las personas entrevistadas en Alemania querían productos bajos en calorías, mientras que un 38% de éstas querían productos bajos en grasa. Finalmente, en los Estados Unidos, el 60% de las personas entrevistadas demandaban productos bajos en calorías y el 67% bajos en grasa (Ver Figura C. 11) (Pearce, 1995).

Dentro de las cinco mayores categorías de productos que querían ver las personas entrevistadas estuvieron los chocolates y la confitería para Inglaterra, Alemania, y los Estados Unidos (Pearce, 1995) . Ver Tabla B.7.

c. Mercado mexicano

Es importante el estudio del mercado mexicano respecto a los chocolates "lite", sin azúcar, bajos en calorías o bajos en grasa, por la similitud entre éste y el mercado guatemalteco. Son similares especialmente en cuanto a las influencias del mercado estadounidense sobre éstos. En México "muchas personas tienen la tendencia de copiar ciertas modas y tendencias de los Estados Unidos, y es por ésto que se interesan en este tipo de productos", explica Eduardo Molina, administrador para el Grupo de Ciencia de Alimentos de Pfizer en México. En la actualidad, la mayoría de productos "lite " que se venden en México, "son importados de los Estados Unidos", dice Molina, y añade que ésto no debería ser muy sorprendente, ya que los consumidores mexicanos obtienen mucha de su información y educación acerca de estos alimentos, a través de la televisión y cable (Hall, 1994).

Los consumidores mexicanos comprarán más chocolates y dulces bajos en calorías a medida que se hagan disponibles, según un estudio reciente conducido por A.C. Nielsen, de Pfizer Food Science Group. Comprarán estos productos, no porque desean perder peso, sino porque quieren reducir su consumo de azúcar, y porque el chocolate o dulce sabe bien, o por razones médicas (diabetes, por ejemplo), muestra el estudio (Hall, 1994).

Se entrevistó a 1,130 personas en la ciudad de México, de Guadalajara y Monterrey, cuyos mercados combinados son la mitad de la población urbana de México y consumen un 85% de los productos empacados (Hall, 1994).

El estudio sugirió un nivel de uso de productos "lite" o bajos en calorías o grasa, similar al de los Estados Unidos, Canadá y otros (ver Figura C.12)

Aproximadamente 36% de los consumidores afirman usar productos de bajo contenido calórico varias veces a la semana, y 31% usan un producto bajo en calorías diariamente. Los productos más populares, en orden descendente son: bebidas gaseosas de dieta, sustitutos de azúcar, helados y yogurt, pasteles, chocolate y dulces (Hall, 1994).

Pero cuando se les preguntó a los consumidores qué nuevos productos bajos en calorías querían, el chocolate fue el segundo producto más mencionado. El primero fue pastel. En el caso de alimentos bajos en grasa, el producto que querían ver en el mercado fue carne, y en quinto lugar, el chocolate (Hall, 1994).

Según la encuesta, los consumidores mexicanos escogen productos bajos en calorías y bajos en grasa para (en orden): reducir ingesta de azúcar (55%), mantener el peso actual (55%), mantenerse en mejor salud general (53%), mantener una buena apariencia (35%). El hacer dieta estaba en el noveno lugar (Hall, 1994).

El sabor parece ser una consideración importante al decidir si se usa un producto bajo en calorías o bajo en grasa. Fue la razón más frecuentemente mencionada por usuarios y no usuarios, aproximadamente el 20% de los entrevistados. Los consumidores necesitan creer que estos productos más saludables van a saber mejor o igual que los productos "regulares" (Hall, 1994).

d. Mercado guatemalteco

En Guatemala, al igual que en México, las personas tienden a copiar las modas de los Estados Unidos, la mayoría de productos "lite " que se venden son importados de los Estados Unidos, y los consumidores se informan y educan en gran parte a través de la televisión y cable.

Para comprobar la aceptación del mercado guatemalteco por chocolates sin azúcar y bajo en calorías y grasa, se realizó una encuesta en marzo de 1995. Se entrevistó a 300 personas de distintos niveles económicos y de edades comprendidas entre los 12 y los 70 años, de la ciudad de Guatemala, ya que este mercado constituye el principal centro de consumo para confitería y chocolates. Se escogieron las personas al azar en colegios, universidades y entre los clientes de una fábrica de chocolates, y se les presentó la hoja de encuesta que se encuentra en el Apéndice A (A.1).

Según la encuesta, respecto al consumo actual de chocolate, un 45% de hombres adolescentes y un 29% de las mujeres adolescentes consumen chocolate más de 1 vez a la semana; mientras que el 36% de los hombres adultos y el 35% de las mujeres adultas consumen chocolate con la misma frecuencia. (Ver Figura C.13). Además, se encontró que el 27% de los hombres adolescentes y el 41% de las mujeres adolescentes consumen chocolate 1 vez a la semana. El 24% de hombres adultos y el

16% de mujeres adultas consumen chocolate con esta misma frecuencia.

Por otro lado, el estudio reveló que existe un gran interés en tabletas de chocolate sin azúcar, bajas en calorías y bajas en grasa, de parte de ambos hombres y mujeres (Ver Figura C. 14). Otro resultado favorable de la encuesta es el hecho de que un 36% de las personas entrevistadas tenían familiares diabéticos.

Se demostró en resumen, que si la persona no estaba interesada en un chocolate para diabéticos, estaba interesada en una tableta baja en calorías, baja en grasa, o baja en ambas. Sin embargo, el sabor del chocolate "lite" sí es determinante para que las personas lo compren.

El precio de la tableta de chocolate, también era un factor determinante según muchas personas. Mientras que el promedio de aumento de precio que pagaría el consumidor fue de Q.2.20, hubo personas que comentaron que el precio que pagaran dependería de la calidad y el sabor del producto. Otras personas afirmaron que pagarían lo necesario para consumir un chocolate con las características del producto objeto de este estudio.

III. OBJETIVOS E HIPÓTESIS

A. Objetivos Generales

✓ Desarrollar una tableta de chocolate de leche con sustitutos de azúcar y de grasa, de tal forma que se obtenga un producto de calorías y grasa reducidas, con características físicas, químicas y organolépticas lo más similar posible a las de un chocolate fabricado con ingredientes tradicionales (azúcar, más manteca, etc.).

✓ Además, al desarrollar este chocolate, se tendrá como principal objetivo el que sea tolerado por personas diabéticas.

B. Objetivos Específicos

✓ Lograr por medio de las formulaciones, eliminar el azúcar de la receta, disminuir la cantidad de calorías y de grasa del chocolate con respecto a un chocolate "regular" de control.

✓ Determinar por medio de la práctica los tiempos y temperaturas de los procesos más adecuados, para cada formulación.

✓ Exponer el producto terminado vs un producto "control" o "normal", para una evaluación sensorial por un panel integrado por personas miembros de la fábrica de chocolate donde se realizarán las tabletas, y de consumidores elegidos al azar.

✓ Determinar por medio de las evaluaciones sensoriales de aceptabilidad y de la escala hedónica, si el producto es adecuado para su distribución y venta en el país.

C. Hipótesis

Utilizando sustitutos de azúcar (como polioles, polidextrosa, etc.) y de manteca (polidextrosa), se puede llegar a desarrollar tabletas de chocolate de leche tolerables por personas diabéticas, con calorías y grasa reducidos, que tengan características físicas, químicas y organolépticas muy similares a las de una tableta elaborada con cantidades regulares de azúcar y manteca.

IV. Materiales y Métodos

A. Equipo:

- 1 Mezcladora melangeur (M22/RC) Carle & Montanari.
- 1 Refinadora de pasta de chocolate de 5 rodillos, hidrostática, modelo VSN. Carle & Montanari.
- 1 Marmita con enchaquetado de vapor, termostato y agitador (construida en la empresa)
- 1 juego de moldes y 1 cubeta para verter el chocolate dentro éstos

B. Materia Prima

Licor de cacao	Edulcorante intenso: Acesulfame K
Polidextrosa	Edulcorante intenso: Aspartame
Maltitol	Base de Mantequilla
Vainillina	Manteca de cacao
Leche descremada en polvo	Lecitina

C. Metodología

1. En la mezcladora, agregar lentamente los sustitutos de azúcar (agentes de volumen/masa) a todos los demás ingredientes, excepto lecitina, aspartame, vainillina y un 40% de la manteca de cacao) para proveer una consistencia adecuada para el refinamiento.

28

2. Introducir la mezcla o masa a la refinadora, obteniendo un tamaño de partícula adecuado (20 micrones aproximadamente).

3. Pasar la masa refinada a la marmita , donde la temperatura no debe exceder los 60°C , por 20 horas.

4. Agregar el resto de la manteca de cacao.

5. En la marmita, derretir el chocolate hasta 50°C, enfriar (templar) el chocolate a 30°C, en un lapso de tiempo de 30 minutos .

6. Vertir el chocolate, a 30°C, a los moldes, pasar éstos por el túnel de enfriamiento y empacar.

D. Diseño Experimental

La prueba se llevó a cabo utilizando las siguientes ingredientes:

Materia Prima

Licor de cacao
Sustituto(s) de azúcar (Agente de volumen/masa)
Manteca de cacao
Leche descremada en polvo
Lecitina
Edulcorante intenso ... Aspartame:Acesulfame K
Vainillina

(Para un total de 51.116 Lb)

E. Análisis Estadístico del Producto Terminado

La tableta de chocolate se analizó por medio de una evaluación sensorial, que fue llevada a cabo por un grupo de personas miembros de la empresa donde se manufacturó el producto, además de un grupo de consumidores elegidos al azar. Se llevaron a cabo dos pruebas: una prueba hedónica y una prueba de aceptabilidad por ordenamiento, ya que ambas son tipos de pruebas orientadas hacia el consumidor y no necesitan un panel entrenado.

1. Prueba de aceptabilidad.

La prueba de aceptabilidad se empleó para determinar el grado de aceptación del chocolate con sustitutos de azúcar por parte de los consumidores. Se les pidió a los panelistas que ordenaran las tres muestras presentadas en empaques idénticos, codificadas con números aleatorios, desde la menos aceptada hasta la más aceptada.

La composición de cada una de las muestras fue la siguiente:

- muestra A (código = 628) : chocolate de leche con cantidades normales de azúcar, grasa y calorías, producido en Guatemala.
- muestra B (código = 513) : chocolate de leche sin azúcar, con cantidades normales de manteca y calorías, producido en los Estados Unidos.
- muestra C (código = 479): chocolate de leche sin azúcar, con grasa y calorías reducidas, producido experimentalmente en Guatemala.

Las características evaluadas fueron el sabor, la textura y el color de cada una de las muestras. Además, no se les permitió a los evaluadores asignarle el mismo valor a

más de una de las muestras.

Las muestras se presentaron en un empaque idéntico de papel aluminio con 3 códigos diferentes de 3 dígitos cada uno, dentro de una bolsa plástica. En la papeleta de la prueba sensorial, se colocaron las muestras de tal forma que se evaluara en un mismo número de veces cada posibilidad de ordenamiento: ABC, ACB, BCA, BAC, CAB, CBA.

Para el análisis de los datos, se sumó el total de los valores de posición asignados a cada muestra, y se determinaron las diferencias significativas entre muestras. Esto se hizo comparando los totales de los valores asignados de todos los posibles pares de muestras utilizando la prueba de Friedman. Según ésta, se obtiene la diferencia entre los 3 pares posibles de muestras (A-B, A-C, B-C). En la Tabla F.1 del apéndice F se presenta la tabla para esta prueba. Las diferencias entre todos los posibles pares se compararon con el valor crítico de dicha tabla (= 26), en base a un nivel de significancia de 5% y al número de panelistas (= 60) y muestras (= 3) empleados en la prueba. Si la diferencia entre los pares totales de valores de posición era superior al valor crítico de la tabla, se concluía que el par de muestras es significativamente diferente al nivel de significancia seleccionado. (Watts, 1988)

2. Prueba hedónica.

La prueba hedónica se hizo con el objeto de medir cuánto agradaba o desagradaba el producto sin azúcar, con calorías y grasa reducidas.

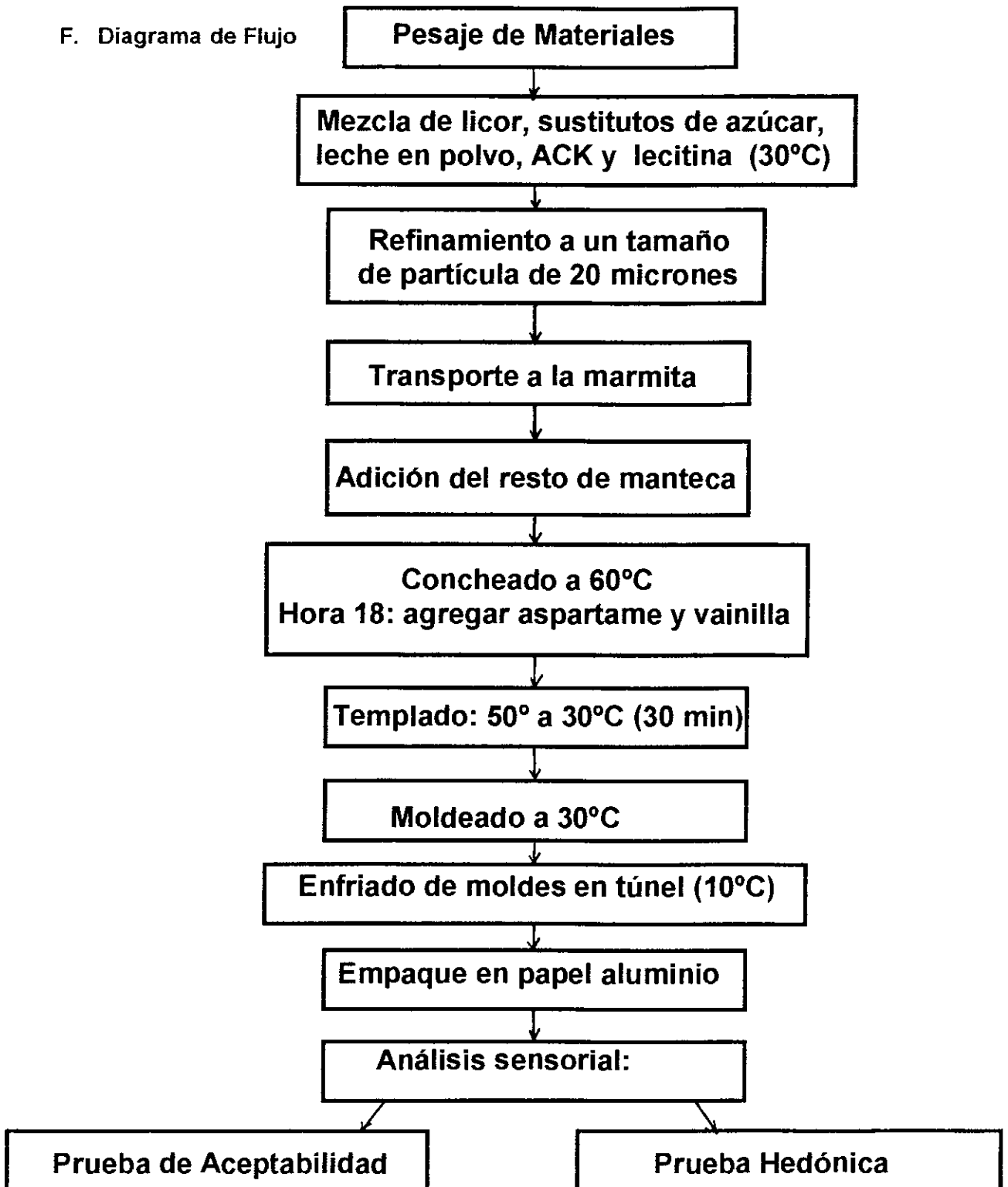
Para esta prueba, a los panelistas se les pidió evaluar las características de sabor, textura y color de la muestra que se les entregó, indicando cuánto les agradaba cada muestra, en una escala de 9 puntos. Para ello, los panelistas marcaron una categoría en la escala, que incluía desde una respuesta de "me gusta extremadamente",

pasando por "no me gusta ni me disgusta", hasta "me disgusta muchísimo" (la escala utilizada en dicha prueba se puede ver en el Apéndice D). En esta escala se les permitió asignar la misma categoría a más de una de las características evaluadas.

Las muestras se presentaron en un empaque de papel de aluminio, sin ningún dígito marcado en dicho papel, en la bolsa plástica donde se colocaron las muestras para la primera prueba. Junto con la bolsa plástica, se entregó un formulario con instrucciones claras respecto del manejo de las muestras, y con los formularios para la prueba de aceptabilidad y la prueba hedónica (ver Apéndice D).

Para la obtención de resultados, simplemente se sumó el total de evaluaciones global, y el total de evaluaciones para cada categoría de la escala, y de aquí se obtuvieron los porcentajes de respuesta a cada uno de los puntos de la escala.

F. Diagrama de Flujo



V. RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados obtenidos por medio de la fabricación de la barra de chocolate sin azúcar, con grasa y calorías reducidos; incluyendo los resultados de los análisis sensoriales mencionados en la sección IV. E.

A. Valor calórico y porcentaje de grasa en el producto final

Valor energético del producto final:

Para datos de ingredientes de la receta, su proporción y su contenido de grasa y calórico, ver Tabla E.1 (Apéndice E).

$$\text{Kcal/kg} = \frac{\text{total de Kcal}}{\text{total de libras de producto final}} = \frac{194,917.46}{51.116} = 3,813.24 \text{ Kcal/kg}$$

$$\text{Kcal/100 g} = 3,813.24 \text{ Kcal/kg} \times \frac{\text{kg}}{(10)(100 \text{ g})} = 381.3 \text{ Kcal/100 g}$$

Valor energético de referencia = 572.5 Kcal/100 g

(Valor energético de un producto manufacturado con la cantidad regular de azúcar y grasa en la misma empresa)

Calorías reducidas por - 33.4%

Contenido de grasa del producto final:

Total de libras de grasa = $(6.28 \times 54\%) + 6.28 + 1.93 + 0.24 = 11.8412$ lb

Porcentaje de grasa del producto = total de libras de grasa/total de libras de producto final

$$= (11.8412/51.116) \times 100 = 23.2\%$$

Valor de grasa de referencia = 37%

(Contenido de grasa de un producto manufacturado con la cantidad regular de azúcar y grasa en la misma empresa)

Contenido de Grasa reducido por - 37%

B. Resultados del Análisis Sensorial

1. Prueba de aceptabilidad

Descripción de los códigos de las muestras:

479 = tableta de chocolate de leche sin azúcar, con calorías y grasa reducidas, producida en Guatemala (objeto del trabajo)

513 = tableta de chocolate de leche sin azúcar, con cantidades regulares de calorías y grasa, producida en los Estados Unidos.

628 = tableta de chocolate de leche "regular", con cantidades regulares de azúcar, calorías y grasa, producida en Guatemala (la utilizada para los valores de referencia).

Debido a que el valor crítico, a un nivel de significancia de 5%, para 60 personas y 3 muestras es igual a 26 (ver Tabla F.1., en Apéndice F), no se encontró una diferencia significativa entre las muestras, para ninguna característica organoléptica, excepto entre las muestras: 479 y 513, para la característica de sabor. En este caso el sabor de la muestra 513 (tableta de chocolate sin azúcar, con cantidades de grasa y calorías normales, manufacturada en los Estados Unidos) tenía un sabor ligeramente mejor al de la muestra 479 (chocolate de leche sin azúcar, con calorías y grasa reducidas, manufacturado en Guatemala).

2. Prueba hedónica.

Los resultados tabulados y la gráfica de resultados de esta prueba se encuentran en el Apéndice E (Tabla E.4 y Figura E. 5).

La respuesta sensorial general hacia el producto "lite" producido en Guatemala fue positiva. Un 2.7% de los entrevistados mostró gustar extremadamente del color y textura del producto, mientras que a un 12.0% le gustó extremadamente el sabor. A un 21.3% le gustó mucho el color del chocolate sin azúcar, a un 20.0 % le gustó mucho la textura de éste, y a un 32.0% de los encuestados le gustó mucho el sabor. El color gustó moderadamente a un 28.0 % de las personas, mientras que la textura y el sabor gustaron en la misma intensidad en un 24.0 y 30.7 % respectivamente. Además, a un 13.3% de los entrevistados les gustó un poco el color de la muestra; a un 22.7% les gustó un poco la textura; y a un 8.0% les gustó un poco el sabor. Al 25.3% de las personas no les gustó ni les disgustó el color, al 17.3% no les gustó ni les disgustó la textura, y un 12.0% tuvo la misma reacción con respecto al sabor de la muestra. Se obtuvo un bajo porcentaje de respuestas negativas: a un 6.7% de los panelistas les disgustó un poco el color, a un 13.3% la textura; y a un 2.7% el sabor. Les disgustó moderadamente el color y el sabor sólo a un 2.7% .

Como se puede ver en la Figura E.5, la tendencia de las respuestas de la prueba hedónica es hacia la aceptación del producto, o resultados positivos (números del 1 al 5 de la escala).

VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Se encontró que el chocolate desarrollado contenía un 33.4% menos de calorías y un 37% menos de grasa que el chocolate de leche regular. Esto se debió a la utilización de maltitol (el cual ofrece un contenido calórico de 2.4 kcal/g) y de povidexrosa (la cual tiene 1.0kcal/g), en lugar de azúcar, la cual tiene 4 kcal/g. Además, se utilizó leche descremada, la cual, junto con la povidexrosa--que permite eliminar un poco de grasa--, redujo la cantidad de grasa, y también la cantidad de calorías.

Según los resultados observados, no existe una diferencia significativa entre las características de color y textura de las tres tabletas examinadas. Tampoco hubo una diferencia significativa entre el sabor de la tableta de chocolate de leche regular y la de chocolate de leche elaborada para diabéticos, con calorías y grasa reducidas. Sólo hubo diferencia significativa entre el sabor de la tableta norteamericana y la desarrollada para personas diabéticas. Esto indica que en cuanto a la textura y el color, el producto desarrollado en este trabajo de investigación es tan bueno como el producto importado de Estados Unidos. Además, estos resultados implican que se puede fabricar un chocolate sin azúcar, con calorías y grasa reducidas, con características organolépticas tales que lo ofrezcan como aceptado igualmente que un producto regular.

La prueba hedónica también sugirió una alta aceptación de parte de la población entrevistada. Esto indica que el producto logró agradar a los consumidores cuando se evaluó la tableta por sí sola.

Los resultados se vieron afectados por varios factores. Entre ellos está, primero, el hecho de que los proveedores de los sustitutos de azúcar sólo proporcionaron una

poca cantidad de material como muestra. Por ésto, sólo se pudo procesar una tanda pequeña de producto. Esto afecta, ya que no se pudo utilizar la maquinaria normalmente usada para procesar el chocolate de leche regular. Se pudo utilizar la mezcladora y la refinadora de chocolate, pero debido a que están construidas para manejar hasta 7 veces más la cantidad usada en la prueba, los resultados del procesamiento no serán idénticos a los de una tanda tamaño regular. Además, también debido al tamaño de la tanda, no se pudo utilizar ninguna de las conchas existentes en la empresa, ya que todas estas se usan para manejar hasta 2,200 lb de mezcla de chocolate. El mismo caso se dió para la templadora. Debido a ésto, se debió improvisar y utilizar una mezcladora con chaqueta de vapor, con aspas horizontales, termostato y con una capacidad de 50 libras. Sin embargo, en una concha regular, se encuentran aspas que mueven la mezcla de chocolate de una forma más violenta, y con mucha más fuerza. Se observa también, que el control de la temperatura es mucho mejor controlado en este caso. Este procedimiento es crucial para las características resultantes del chocolate, pues es aquí donde se cubren todas las partículas no grasas con la manteca de cacao para obtenerse la sensación bucal característica de un buen chocolate. Además, durante esta etapa, se libera humedad y sabores volátiles no deseados, disminuyendo la viscosidad y contribuyendo a la calidad en general del chocolate final.

El último paso de procesamiento del chocolate, el templado, tampoco se logró hacer de una manera adecuada. Esto es, debido a la aumentada viscosidad de la mezcla (provocada por los sustitutos de volumen de la sacarosa), y a la chiclosidad de la misma (debida al aceite de mantequilla). La viscosidad se ve aumentada por las propiedades higroscópicas del maltitol y la polidextrosa, y a la alta humedad en el ambiente, al momento de manufactura. Mientras más humedad se absorba, más viscosa

resulta la mezcla. Estas características especiales de la mezcla, implican que se tuvo que mantener ésta a una temperatura más alta de la normal para templar el chocolate, de tal manera que se pudiera manejar en pasos posteriores. Además, la medida de la temperatura no se midió eficientemente, puesto que el termostato no medía la temperatura del centro de la mezcla, sino la superficie. También se tiene que el sistema de enfriamiento utilizado no bajó la temperatura suficientemente para obtener un buen templado del chocolate.

Este paso de templado es importante, para obtener una adecuada cristalización de la manteca de cacao, y así obtener la sensación bucal y la distribución de partículas adecuadas en el producto final. Al no efectuarse adecuadamente, se obtiene "bloom": la manteca se cristaliza de tal forma que se obtienen cristales de ésta muy grandes. Debido a la diferencia de tamaño de cristales y a la diferencia entre las densidades de ésta y los otros componentes de la mezcla, se separa al enfriarse el chocolate, y se observa en la tableta manchas claras en su superficie. En adición al "bloom" de manteca, existe también el "bloom" de azúcar. El fenómeno es el mismo: se obtienen cristales demasiado grandes de azúcar (o en este caso de sustitutos de azúcar), y éstos se pueden percibir cuando se muerde la tableta. Ambos efectos influyen notoriamente sobre la percepción de la tableta de chocolate, tanto visual como de sensación bucal, aunque el producto en sí no está descompuesto.

Por otro lado, el chocolate se moldeó a mano, lo cual afecta el aspecto final de la tableta. Estas tabletas luego se pasaron al túnel de enfriamiento, donde el tiempo de residencia fue de 30 minutos. Este alto tiempo se debió una vez más a la alta temperatura de la mezcla cuando salió de la templadora, y a las propiedades de viscosidad y chiclosidad de la misma. Aquí afecta bastante el hecho de que no haya sido

bien templado el chocolate, puesto que la solidificación de éste es lenta y se pueden producir cristales grandes de manteca y sustitutos de azúcar.

Otro factor relacionado a los anteriores es el hecho de que las pruebas sensoriales se llevaron a cabo 3 meses después de la manufactura de las tabletas; y ya que el "bloom" es progresivo, la textura, sensación bucal y apariencia del chocolate pudo haber empeorado para entonces.

Finalmente, otro factor que pudo haber afectado los resultados se debe a que las personas entrevistadas, puesto que no eran un panel entrenado, muchas veces no siguieron las instrucciones y siguieron mal los pasos. Hubo ocasiones en que las personas no leyeron las instrucciones--aunque eran lo suficientemente claras--, sino esperaban a que la persona evaluadora explicara el procedimiento. Sin embargo, aún así se confundieron varios entrevistados. Por esto, se tuvo que anular varias boletas, lo cual influye en los resultados totales de la evaluación.

VII. CONCLUSIONES

Se puede desarrollar una tableta de chocolate de leche usando sustitutos de azúcar (maltitol, polidextrosa, acesulfame-K y aspartame) y sustitutos de grasa (polidextrosa), tal que se obtenga un producto con calorías y grasa reducidas, que pueda ser consumido por personas diabéticas.

El chocolate de leche hecho con los sustitutos de azúcar--maltitol, polidextrosa, acesulfame-K y aspartame--, puede ser procesado en la misma manera, con el mismo equipo y bajo las mismas condiciones que un chocolate que contiene azúcar. Solamente es necesario hacer pequeños ajustes de temperatura y controlar la humedad en el ambiente donde se manufactura el producto.

Este producto desarrollado es de calidad comparable a una tableta de chocolate de leche regular, y a una tableta de chocolate de leche sin azúcar importada. No existen diferencias significativas entre las características organolépticas de las tres muestras, excepto en la característica de sabor entre la tableta desarrollada y la tableta importada.

El procesamiento de los ingredientes en máquinas adecuadas es esencial para obtener un producto final adecuado. Esto implica la utilización de una tanda de tamaño adecuado para el proceso de manufactura normal y adecuado en mezcladoras, refinadores, y más importante, en conchas y templadoras.

Las características de la mezcla de chocolate (exceso de viscosidad y chiclosidad) se deben a los ingredientes usados y las proporciones en que se mezclaron, principalmente la povidexrosa, el maltitol y el aceite de mantequilla.

La textura, la sensación bucal y el color de la tableta de chocolate final se vieron afectadas por un mal concheado, un mal templado, un tiempo de residencia muy alto en el túnel de enfriamiento, y el "bloom" de manteca y de azúcar que se produjo como consecuencia de estos malos procesamientos.

La tableta de chocolate de leche sin azúcar, con calorías y grasa reducidas, cuenta con gran aceptación del público consumidor, y es de la calidad adecuada para ser producido y distribuido por la empresa en donde se trabaj

VIII. RECOMENDACIONES

Se recomienda la utilización de maltitol, polidextrosa, acesulfame-K y aspartame como sustitutos de azúcar en el chocolate de leche, para obtener un producto sin azúcar, no cariogénico, con calorías y grasa reducidas, apto para el consumo de personas diabéticas.

Es necesario, cuando sea posible, pedir una cantidad de materia prima a los proveedores, de modo que se pueda procesar una tanda de tamaño regular . Ésto es, para poder utilizar la maquinaria y las condiciones de proceso tal como se usaría en la producción real del chocolate. Así, se obtendría una muestra de producto tal y como saldría al mercado. Ésto ayudaría a que las pruebas sensoriales fueran más eficientes en predecir la aceptabilidad del producto.

Se deben controlar con extremo cuidado y precisión las temperaturas y tiempos de los procesos de concheado y templado. También, es importante que éstos pasos se lleven a cabo en maquinaria adecuada. Ésto es, para evitar la aparición del "bloom" de manteca y de azúcar (o sustitutos de azúcar en este caso).

Debido a los ingredientes usados (los sustitutos de azúcar), se debe controlar la humedad en el área de trabajo. Ésto se debe a que, mientras más humedad absorba la mezcla, más alta será la viscosidad de ésta, y el manejo y procesamiento serán más

difíciles.

Debido a las características físicas del chocolate de leche hecho con sustitutos de azúcar, se debe aplicar un mayor cuidado en cuanto al manejo de éste, pues no soporta altas temperaturas de la misma manera que un producto regular. Si se derrite el chocolate y se vuelve a enfriar, aún ya empacado, puede surgir el problema de "bloom" de manteca, afectando la apariencia, textura y sensación bucal del mismo.

IX. BIBLIOGRAFIA

1. American Diabetes Association. 1988. Diabetes A to Z. McGraw-Hill, Estados Unidos. pp 276.
2. Anónimo. 1991. Mastering the Mystique of Chocolate Production. Candy Industry. Estados Unidos, 156(4): 3638.
3. Anónimo. 1992. Polyols: Technical Brochure. Roquette America. Estados Unidos, 1-13.
4. Anónimo. 1995. Technical Brochure. Pfizer, Inc. Estados Unidos, 1-8.
5. Beckett, S. 1988. Industrial Chocolate Manufacture and Use. AVI Publishing Company, Estados Unidos. pp 378.
6. Biermann & Toohey. 1990. The Complete Diabetics Book. McGraw-Hill, Estados Unidos. pp 254.
7. Bunting, C. 1994. Sugar-Free Ingredient Review. The Manufacturing Confectioner. Estados Unidos, 74(10): 5558.
8. Dwivedi, B. 1991. Sorbitol and Mannitol. Alternative Sweeteners. Estados Unidos, 333-348.
9. Frye y Setser. 1993. Bulking Agents & Fat Substitutes. Low Calorie Food Handbook. Estados Unidos, 211-251.
10. Hall, Ron. 1994. Mexican Market Ripens For "Healthy" Products. Candy Industry. Estados Unidos, 159(6). 74-76.
11. Hall, Ron. 1995. Taste is Key to Selling "Lite" Confections. Candy Industry. Estados Unidos, 160(1). 48 - 50.

12. Jeffery, Maurice. 1991. Suppliers Probe Growth of Sugar-free Market. Candy Industry. Estados Unidos, 156(7):50-56.
13. Johnson, D. y N. Lopez. 1993. Acesulfame K Sweetens Every Sweet. Candy Industry. Estados Unidos, 158(7): 5054.
14. Kopchik, F. 1993. Enhanced Polydextrose Sheds "lite" on Sweets. Candy Industry. Estados Unidos, 158(10):3638.
15. Light, M. 1983. Hypoglycemia Rodale Press, Inc. Estados Unidos, pp 237.
16. Moppet, F. 1991. Polydextrose. Alternative Sweeteners. Estados Unidos, 401421.
17. Moskowitz, A. 1991. Maltitol and Hydrogenated Starch Hydrolysate Alternative Sweeteners. Estados Unidos, 401421.
18. Murray, et. al. 1988. Bioquímica de Harper. Editorial El Manual Moderno, S.A. de C.V. México, pp 681.
19. Peck, A. 1994. Intense Sweeteners for Bakery Products. AIB Research Department Technical Bulletin. Estados Unidos, 16(2).
20. Staniec, N. 1994. Acesulfame K Guarantees Solubility, Stability of Sweets. Candy Industry. Estados Unidos, 159(6):8385.
21. van Velthuijen, J. 1991. Lactitol: A New Reduced Calorie Sweetner. Alternative Sweeteners. Estados Unidos. 283298.
22. Watt, B.M. et al. Basic Sensory Methods For Food Evaluation. 1988. Ottawa. The International Development Research Center. 141pp.
23. Wilson, L. 1994. Maltitol: A New Choice for Sugar-Free Candies. Candy Industry. 159(4): 46-48.

APÉNDICE A

Formulario de la encuesta realizada para determinar las características del mercado guatemalteco con respecto a una barra de chocolate de leche sin azúcar, con calorías y grasa reducidos.

A.1. Muestra de la encuesta que se realizó para muestreo de mercado en Guatemala.

ENCUESTA

1. Sexo M _____ F _____

2. Edad _____ años

3. ¿Qué tan a menudo come chocolate?(marque con una X UNA casilla)

a. más de 1 vez a la semana _____

b. 1 vez a la semana _____

c. 1 vez al mes _____

d. menos de 1 vez al mes _____

4. ¿Estaría interesado(a) en comprar un chocolate...

4.a. bajo en calorías? Sí _____ No _____

4.b. bajo en grasa? Sí _____ No _____

5. ¿Hay alguna persona diabética en su familia?

Sí _____ No _____

5.a. ¿Compraría un chocolate que pudieran comer personas diabéticas, si el sabor no cambiara mucho?

Sí _____ No _____

5.b. ¿Compraría este mismo chocolate si fuera también bajo en calorías?

Sí _____ No _____

5.c. ¿Cuánto más pagaría por este chocolate? Q. _____



APÉNDICE B

Tablas auxiliares

Tabla B. 1
Índice Glicémico de Carbohidratos

Azúcares Simples	Índice Glicémico
Fructosa	20
Sacarosa	59
Miel (Azúcar Invertida)	87
Glucosa	100

(Biermann y Toohey, 1990)

Tabla B. 2
Comparación de Maltitol de Alta Pureza con Sacarosa.

Propiedades	Sacarosa	Maltitol(Maltisorb)
Cariogenicidad	Sí	No
Temp. de concheo de chocolate	80°C (176°F)	80°C (176°F)
Efecto refrescante	Bajo	Bajo
Facilidad de refinamiento/molienda	Grande	Igual a sacarosa
ERH a 20°C	84%	89%
Punto de fusión	182°C (360°F)	47°C (297°F)
Peso Molecular	342	344
Pureza	aprox 100%	aprox 100%
Agua residual	0.2-0.3%	0.1-0.2%
Riesgo de absorción de agua	Bajo	Bajo
Solubilidad (20°C)	66%	60%
Area superficial de cristales	Pequeña	Pequeña
Poder edulcorante	1.00	0.90

(Wilson, 1994)

Tabla B . 3

Comparación de características de la sacarosa vs. sustitutos de azúcar (agentes de volumen/masa, o "bulk").

		% Solubilidad		Dulzura	Calorías
		en Agua a	Calor de	por Gramo	por Gramo
		Temp. Ambiente	Solución	de Sólidos	de Sólidos
1.	Sacarosa	66	-4.3	1	4.0
2.	Sorbitol	75	-8	0.5-0.6	2.6
3.	Mannitol	18	-13	0.4-0.6	2.0
4.	Xylitol	63	-9	1	2.4
5.	Isomalt	28	-26	0.5-0.7	2.0
6.	Maltitol	62	-30	0.8-0.9	2.4
7.	Lactitol	55	-35	0.3-0.4	2.0
8.	Maltodextrina	30	n/d	0	4.0
9.	Litesse	70	9	0	1.0
10.	HSH	70	0	0.7	3.0

**NOTA: Los valores calóricos de los polioles mostrados en la tabla fueron los acordados por la FDA para los fabricantes de polioles de los Estados Unidos.

(Bunting, 1994)

Tabla B. 4

Estado Regulatorio, cariogenicidad y umbral de laxativo de la sacarosa y sustitutos de azúcar (agentes de volumen/masa)

	Estado		Umbral de
	Regulatorio	Cariogenicidad	Laxativo
Sacarosa	Afirmado	Alta	-----
Sorbitol	Afirmado	Baja	20-30g
Mannitol	Aditivo de alimento Interim	Baja	15-20g
Xylitol	Petición GRAS aceptada	Ninguna	25-50g
Isomalt	Petición GRAS aceptada	Baja	30-50g
Maltitol	Petición GRAS aceptada	Baja	30-50g
Lactitol	Petición GRAS aceptada	Baja	20-50g
Maltodextrina	Afirmado	Moderada	-----
Litesse	Aditivo alimento aprobado	Baja	50-90g
HSH	Petición GRAS aceptada	Baja	30-50g

(Bunting, 1994)

Tabla B. 5

Estabilidad en Seco del Acesulfame K a Temperatura Ambiente.

Tiempo de Almacenamiento	Porcentaje de
(Meses)	Recuperación
27	99.5
50	99.1
66	99.6

(Staniec, 1994)

Tabla B.6
Estabilidad del ACK en varios procesos térmicos.

Producto	Proceso	Exposición Térmica	% de Recuperación
Líquido, pH 5	UHT	20 min, 265°F	100.0
Pastel	Horneado	60 min, 392°F	99.0
Galleta	Horneado	10 min, 437°F	98.0
		5 min, 527°F	101.0

(Staniec, 1994)

Tabla B. 7
Demanda de productos "Lite": las 5 categorías más mencionadas.

INGLATERRA	FRANCIA	ALEMANIA	E.E.U.U.
Chocolate	Pasteles	Confitería	Otros
Confitería	Sodas	Chocolate	Postres
Postres	Jugos	Galletas	Pasteles/Pies
Pasteles	Lácteos	Cárnicos	Chocolates
Galletas	Panes	Jugos	Confitería

(Percy, 1995)

APÉNDICE C
Figuras Auxiliares

ANALISIS ORGANOLEPTICO CUANTITATIVO POLIDEXTROSA VS LITESSE

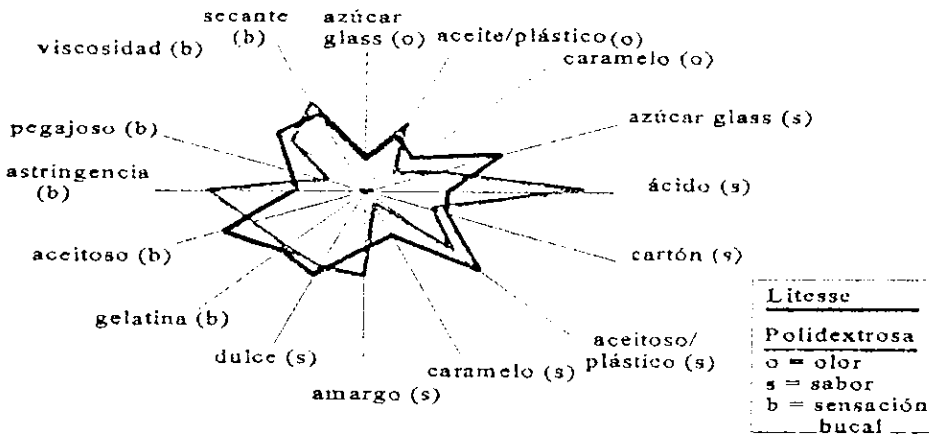


FIGURA C.4 (Litesse & Litesse II: Technical Brochure, 1995)

ANALISIS ORGANOLEPTICO CUANTITATIVO LITESSE VS LITESSE II

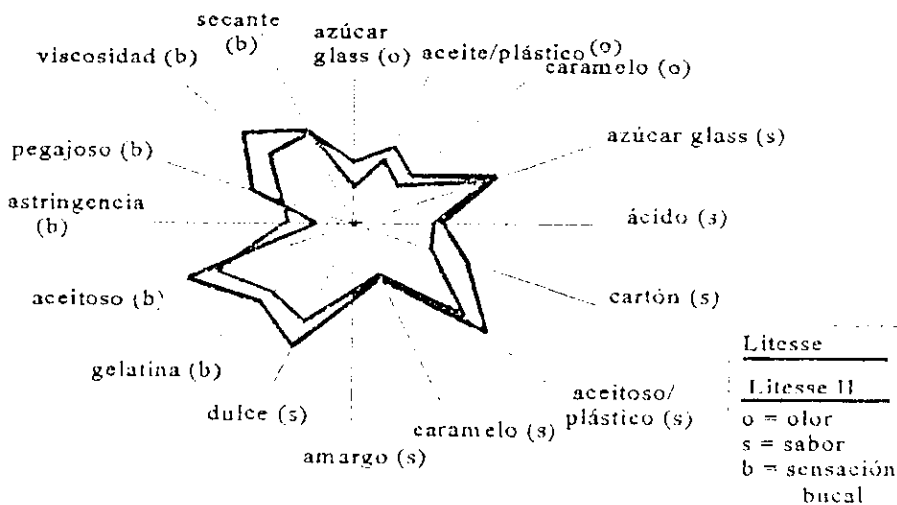


FIGURA C.5

(Litesse & Litesse II: Technical Brochure, 1995)

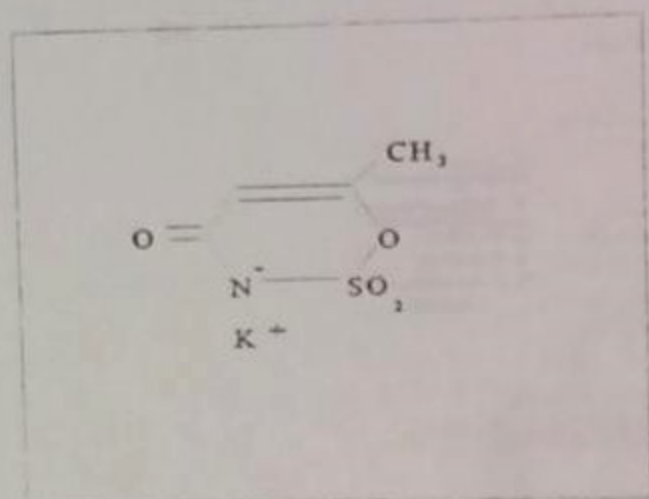


FIGURA C.6
Estructura molecular del ACK
(Johnson & López, 1993)

SOLUBILIDAD DEL ACESULFAME

Entre 0 y 100 grados C

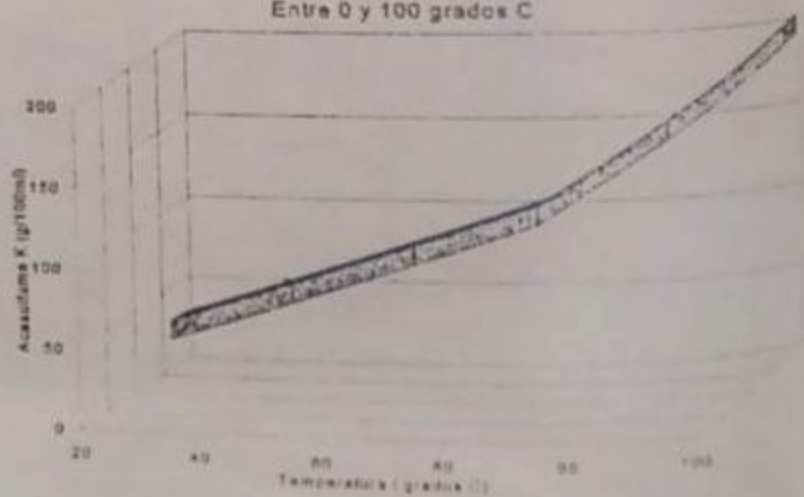


FIGURA C.7

(Johnson & López, 1993)

INTERÉS EN CONFITERERÍA "LITE" (POR SEXO DEL CONSUMIDOR)

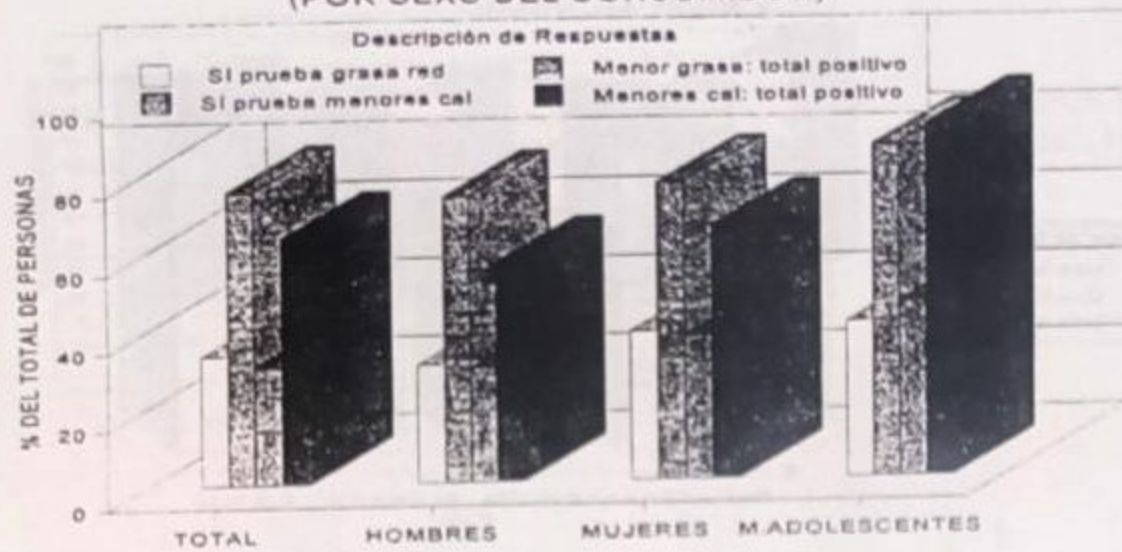


FIGURA C.8

(Hall, 1995)

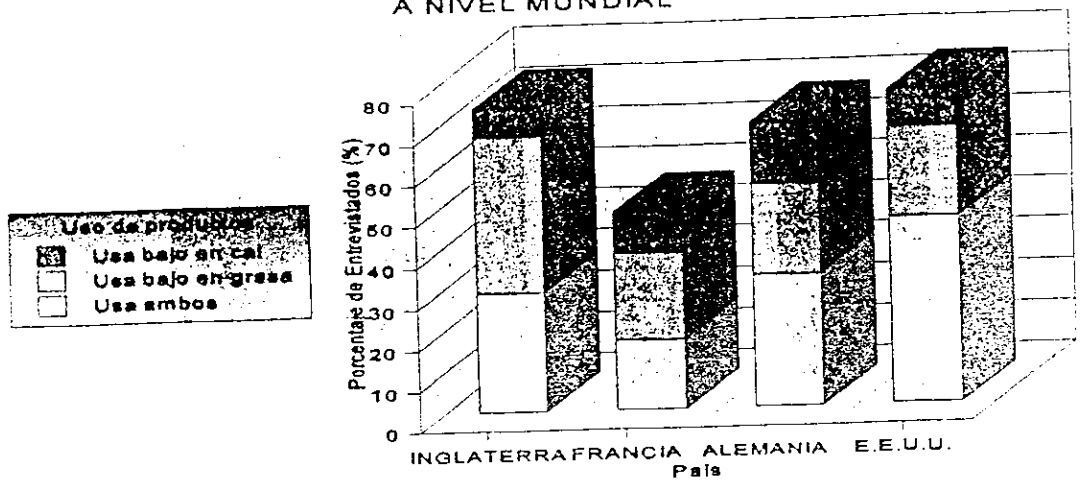
FIGURA C.9 (Hall, 1995)

INTERÉS EN CONFITERERÍA "LITE" (FRECUENCIA DE CONSUMO)



FIGURA C.10

TENDENCIA A PRODUCTOS "LITE" A NIVEL MUNDIAL



(Pearce, 1995)

DEMANDA DE PRODUCTOS "LITE" A NIVEL MUNDIAL

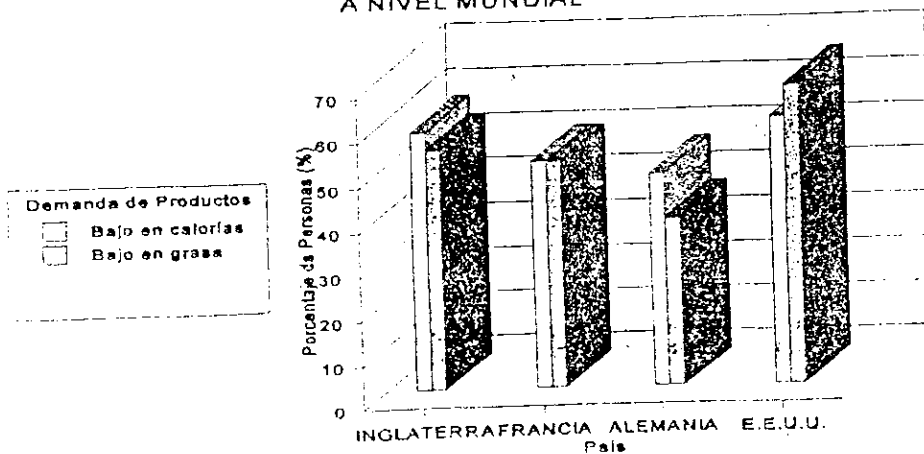


FIGURA C.11

(Pearce, 1995)

USO DE ALIMENTOS 'LITE'



FIGURA C 12
(Hall, 1994)

CONSUMO DE CHOCOLATES SEPARADO POR SEXO Y EDAD

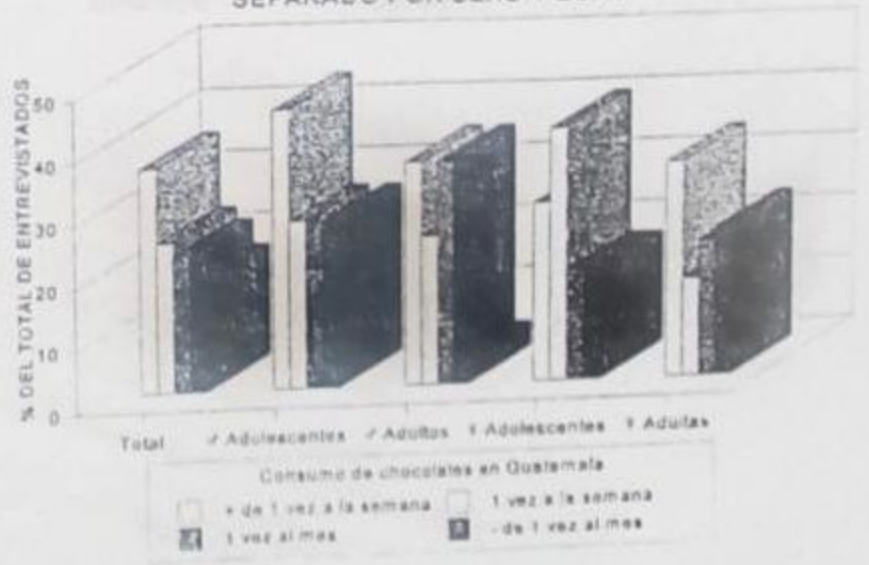
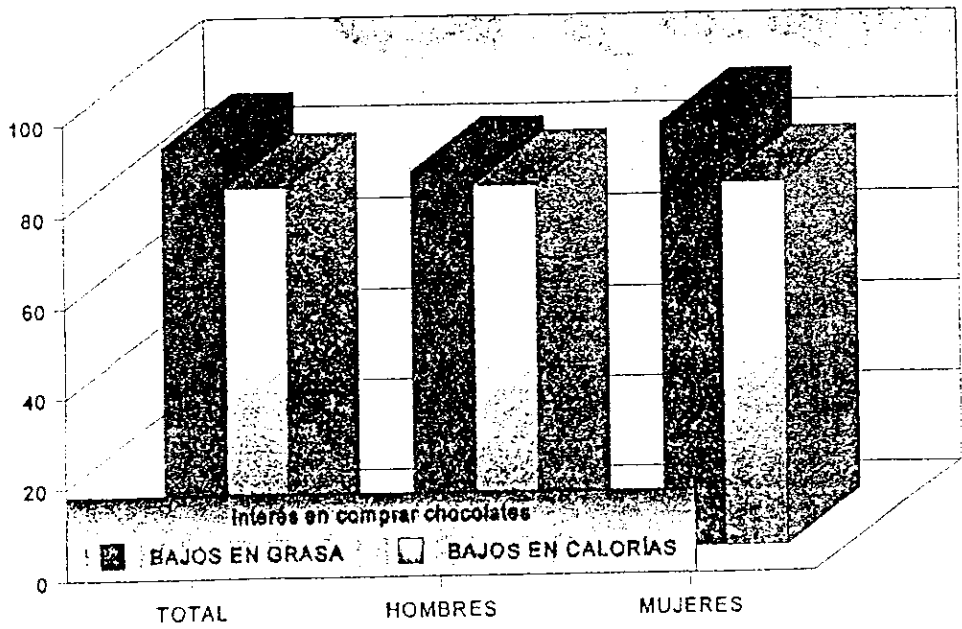


FIGURA C 13

FIGURA C.14

Interés en Comprar Chocolates "Lite"

TOTAL POSITIVO



APÉNDICE D

Muestras de los cuestionarios utilizados para la evaluación sensorial

PRUEBA SENSORIAL

INSTRUCCIONES GENERALES:

Se le van a entregar 4 barras de chocolate: 3 con códigos, y una sin ningún número.

Use las 3 barras de chocolate numeradas para hacer la prueba No. 1.

Use la barra de chocolate sin código para hacer la prueba No. 2.

PRUEBA No. 1

INSTRUCCIONES: Pruebe cada una de las muestras de chocolate en el orden indicado a continuación. Asigne el valor "1" a la muestra que tenga la característica (sabor, textura o color) más aceptables; el "2" a la que le siga; y el "3" a la que tenga las características menos aceptables. **NO LE ASIGNE EL MISMO VALOR A DOS O MÁS MUESTRAS.**

Código	Valor Asignado:		
	Sabor	Textura	Color
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____

PRUEBA No. 2

INSTRUCCIONES: Pruebe la muestra sin numeración y marque con una "X" la opción que mejor describe las características de la muestra.

RESPUESTA SENSORIAL	COLOR	TEXTURA	SABOR
Me gusta extremadamente			
Me gusta mucho			
Me gusta moderadamente			
Me gusta un poco			
Ni me gusta ni me disgusta			
Me disgusta un poco			
Me disgusta moderadamente			
Me disgusta bastante			
Me disgusta extremadamente			

Muchas gracias por su colaboración.

Tabla E.4.
Resultados de la prueba hedónica: número de respuestas para cada característica del producto final desarrollado (código = 479).

Respuesta Sensorial	Característica de la Muestra					
	Color		Textura		Sabor	
	Número	%	Número	%	Número	%
Gusta extremadamente (1)	2	2.7	2	2.7	9	12.0
Gusta mucho (2)	16	21	15	20	24	32.0
Gusta moderadamente (3)	21	28	18	24	23	30.7
Gusta un poco (4)	10	13.3	17	22.7	6	8.0
Ni gusta ni disgusta (5)	19	25	13	17	9	12.0
Disgusta un poco (6)	5	6.7	10	13.3	2	2.7
Disgusta moderadamente (7)	2	2.7	0	0	2	2.7
Disgusta bastante (8)	0	0	0	0	0	0.0
Disgusta extremadamente(9)	0	0	0	0	0	0.0
TOTAL	75	100	75	100.0	75	100.0

Las Tablas E.2 a la E.4 se refieren a los resultados de las pruebas sensoriales. A continuación, la descripción de los códigos de las muestras:

479 = tableta de chocolate de leche sin azúcar, con calorías y grasa reducidas, producida en Guatemala (objeto del trabajo)

513 = tableta de chocolate de leche sin azúcar, con cantidades regulares de calorías y grasa, producida en los Estados Unidos.

628 = tableta de chocolate de leche "regular", con cantidades normales de azúcar, calorías y grasa, producida en Guatemala (la misma utilizada para los valores de referencia).

Tabla E. 2

Resultados de la prueba de aceptabilidad: Totales de la suma de los valores asignados a cada característica de cada muestra.

No. de muestra	Característica de la Muestra:		
	Sabor	Textura	Color
479	104	117	123
513	137	115	120
628	118	128	118

Tabla E.3.

Resultados de la prueba de aceptabilidad: Diferencias entre los posibles pares de muestras.

Pares posibles	Característica de la Muestra:		
	Sabor	Textura	Color
479 - 513	33	2	3
479 - 628	14	11	5
513 - 628	19	13	2

Respuestas a la Prueba Hedónica

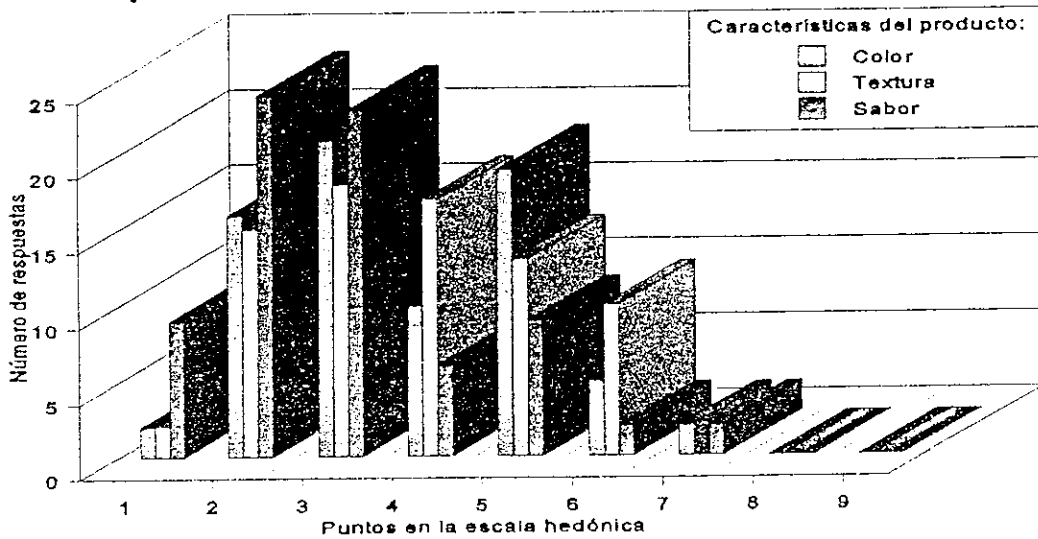


Figura E.5
Respuestas para la prueba hedónica.

APÉNDICE F

Tabla estadística utilizada para el análisis de datos de la prueba sensorial de aceptabilidad.

Tabla F.1

Diferencias Críticas Absolutas de la Suma de Rangos para
las Comparaciones de "Todos los Tratamientos"
a un Nivel de Significancia de 5%

Pares de muestras	Número de muestras											
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
3	6	8	11	13	15	18	20	23	25	28		
4	7	10	13	15	18	21	24	27	30	33		
5	8	11	14	17	21	24	27	30	34	37		
6	9	12	15	19	22	26	30	34	37	42		
7	10	13	17	20	24	28	32	36	40	43		
8	10	14	18	22	26	30	34	39	43	47		
9	10	15	19	23	27	32	36	41	46	50		
10	11	15	20	24	29	34	38	43	48	53		
11	11	16	21	26	30	35	40	45	51	56		
12	12	17	22	27	32	37	42	48	53	58		
13	12	18	23	28	33	39	44	50	55	61		
14	13	18	24	29	34	40	46	52	57	63		
15	13	19	24	30	36	42	47	53	59	65		
16	14	19	25	31	37	42	49	55	61	67		
17	14	20	26	32	38	44	50	56	63	69		
18	15	20	26	32	39	45	51	58	65	71		
19	15	21	27	33	40	46	53	60	67	73		
20	15	21	28	34	41	47	54	61	68	75		
21	16	22	28	35	42	49	56	63	70	77		
22	16	22	29	36	43	50	57	64	71	78		
23	16	23	30	37	44	51	58	65	72	79		
24	17	23	30	37	45	52	59	67	74	81		
25	17	24	31	38	46	53	61	68	76	83		
26	17	24	32	39	46	54	62	70	77	85		
27	18	25	32	40	47	55	63	71	79	87		
28	18	25	33	41	48	56	64	72	80	88		
29	18	26	33	41	49	57	65	73	81	90		
30	19	26	34	42	50	58	66	75	83	92		
31	19	27	34	42	51	59	67	76	84	93		
32	19	27	35	43	51	60	68	77	85	94		
33	20	27	36	44	52	61	70	78	87	95		
34	20	28	36	44	53	62	71	79	88	96		
35	20	28	37	45	54	63	72	81	90	99		
36	20	29	37	46	55	63	73	82	91	100		
37	21	29	38	46	55	64	74	83	92	102		
38	21	29	38	47	56	65	75	84	93	103		
39	21	30	39	48	57	66	76	85	95	104		
40	21	30	39	48	57	67	76	86	96	106		
41	22	31	40	49	58	68	77	87	97	107		
42	22	31	40	49	59	69	78	88	98	109		
43	22	31	41	50	60	70	79	89	99	110		
44	22	32	41	51	60	70	80	90	101	111		
45	22	32	41	51	61	71	81	91	102	112		
46	23	32	42	52	62	72	82	92	103	113		
47	23	33	42	52	62	72	83	93	104	114		
48	23	33	43	53	63	73	83	94	105	115		
49	24	33	43	53	64	74	85	95	106	117		
50	24	34	44	54	64	75	85	96	107	118		
51	25	35	45	56	67	78	90	101	112	123		
60	26	37	48	59	70	82	94	106	117	130		
65	27	38	50	61	73	85	97	110	122	135		
70	28	40	52	64	76	89	101	114	127	140		
75	29	41	53	66	78	91	104	118	131	145		
80	30	42	55	68	81	94	108	122	136	150		
85	31	43	57	70	84	97	111	125	140	154		
90	32	45	59	72	86	100	114	129	143	159		
95	33	46	60	74	88	103	118	133	149	163		
100	34	47	63	76	91	105	121	136	151	167		