



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

**DESARROLLO DE FORMULACIONES DE PRODUCTOS DE
CONFITERÍA DE BAJO APORTE CALÓRICO EMPLEANDO POLIOLES
COMO EDULCORANTES**

**TESIS
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
QUÍMICA DE ALIMENTOS**

**PRESENTA
MARIEL SOTO ALVARADO**



MÉXICO, D.F.

AÑO 2011



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

JURADO ASIGNADO:

PRESIDENTE: Profesor: OLGA DEL CARMEN VELÁZQUEZ MADRAZO

VOCAL: Profesor: MARIA DE LOURDES GÓMEZ RÍOS

SECRETARIO: Profesor: JUAN DIEGO ORTÍZ PALMA PÉREZ

1er. SUPLENTE: Profesor: JUAN MANUEL DÍAZ ÁLVAREZ

2° SUPLENTE: Profesor: AGUSTÍN REYO HERRERA

SITIO DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA: LABORATORIO 4-A, FACULTAD DE QUÍMICA, UNAM, CU.

ASESOR DEL TEMA: QFB JUAN DIEGO ORTÍZ PALMA PÉREZ

SUPERVISOR TÉCNICO (Si lo hay): QFB AGUSTÍN REYO HERRERA

SUSTENTANTE (S): MARIEL SOTO ALVARADO

Agradecimientos:

A la Facultad de Química de la UNAM y al cuerpo docente y académico de la misma, por haberme dado la oportunidad de ser parte de su comunidad y haberme acogido por mucho tiempo. Por brindarme las herramientas necesarias para mi desarrollo profesional.

Al QFB Juan Diego Ortiz Palma Pérez por su apoyo y dirección a lo largo de la elaboración del presente proyecto. Por su ánimo y paciencia durante la realización del mismo.

A la profesora María de Lourdes Gómez Ríos por sus atinadas observaciones y correcciones al trabajo escrito.

A la profesora Olga Velázquez Madrazo por su atento interés y cuidado durante la revisión y asesoría de esta tesis.

A Melissa Rodríguez y Daniel Muñoz por su soporte y consejos para la elaboración de este escrito.

A mi familia, amigos y maestros que han contribuido con mi formación como persona, estudiante y desde ahora también como profesionista.

A N.P.C. por todas las bendiciones y por permitirme descubrir *grandes tesoros de conocimiento*.

Dedico este trabajo a:

A mis papis por siempre estar conmigo, por su amor, guía, consejos, apoyo y ayuda durante toda mi vida. Gracias por acompañarme siempre en cada etapa y en todo momento. Por darme todo lo que he necesitado sin pedir nada a cambio, por ser excelentes padres y sobre todo por haberme educado con valores y principios sagrados.

A mis hermanos, Jazmín, Mayra y Mauricio. Por ser buenos ejemplos para mí, por su enorme apoyo, amor y comprensión. Porque sé que siempre podré contar con ustedes en todo momento y en todo lugar.

A Óscar, simplemente por su infinito apoyo y ánimo durante esta última etapa. Porque con tu ayuda ha sido más fácil la culminación de este proyecto. Porque día a día aprendo algo diferente contigo. Gracias por eso.

A mi querido profesor y amigo Agustín Reyo, por haberme dedicado mucho tiempo de enseñanza no solo en el laboratorio sino también fuera de él. Por ayudarme a *poner* siempre las cosas en orden; por su guía, consejos y pláticas, pero especialmente por la amistad.

A Diana Alejandra, por tu enorme y valiosa cooperación para la terminación de este trabajo. Por tu amistad a lo largo de la carrera, por las tareas e informes terminados a media noche y por las largas pláticas llenas de risas o de meditación.

A Robert, quien es un gran amigo y mejor ser humano. Por tu ayuda cuando lo he necesitado, por tus conversaciones y por todos los detalles de amistad que siempre has tenido conmigo.

A Anayeli, por seguir siendo una excelente amiga, por todas las risas, experiencias y charlas compartidas, por tu gran ayuda y compañía en ya más de diez años de amistad.

A Clau y Lydia que me brindaron su amistad desde el primer momento, por las inolvidables tardes de charla divertida y alegre.

Finalmente, pero no menos importante a esos QAs especiales que tuve la oportunidad de conocer durante mi estadía en la facultad: Cecilia, Brenda, Angie, Itzia, Mariel, Zaine, Dennis, Ania, Ireri, Diana I., Jess y Betty. Por todo los ratos de diversión y aprendizaje a su lado muchachos.

Asimismo, deseo agregar a esta lista a buenos amigos y compañeros con quienes tuve el privilegio de compartir clases y diversión: A Miguel, Manu, Kim, Olga y a la “doctora” Diana R. por los grandes momentos compartidos.

Y a todos aquellos que han contribuido de alguna manera en mi formación profesional y que compartimos experiencias difíciles de olvidar y fáciles de disfrutar, muchas gracias.

Mariel

“...buscad diligentemente y enseñaos el uno al otro palabras de sabiduría; sí, buscad conocimiento, tanto por el estudio como por la fe.”

La ciencia es el conocimiento racional de las cosas temporales.
La sabiduría es el conocimiento personal de las cosas eternas.

INDICE GENERAL

1. RESUMEN	8
2. JUSTIFICACIÓN	9
3. OBJETIVOS	13
3.1 OBJETIVO GENERAL	13
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
4. ANTECEDENTES	14
4.1 PANORAMA GENERAL ACTUAL DE LA SITUACIÓN ALIMENTARIA EN EL PAÍS. ACCIONES DE LA INDUSTRIA ALIMENTICIA	14
4.2 PROPIEDADES Y CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS EDULCORANTES ALTERNATIVOS	16
<i>4.2.1 Características a considerar para la selección de edulcorantes</i>	17
4.3 PROPIEDADES Y CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS HIDRATOS DE CARBONO PARCIALMENTE DIGERIBLES (LDCs). EFECTOS METABÓLICOS	19
4.4 PROPIEDADES Y CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS POLIOLES	22
<i>4.4.1. Producción y obtención</i>	22
<i>4.4.2. Particularidades de los polioles más empleados</i>	24
<i>4.4.2.1. Sorbitol</i>	24
<i>4.4.2.2. Manitol</i>	26
<i>4.4.2.3. Jarabes de Maltitol y Almidones Hidrogenados e Hidrolizados (HSH)</i>	27
<i>4.4.2.4. Maltitol</i>	30
<i>4.4.2.5. Eritritol</i>	31
<i>4.4.2.6. Isomalt</i>	32
<i>4.4.2.7. Lactitol</i>	33
<i>4.4.2.8. Xilitol</i>	35
<i>4.4.3. Propiedades fisicoquímicas de los principales polioles</i>	37
<i>4.4.4 Propiedades fisiológicas de los polioles</i>	40
<i>4.4.4.1. Cariogenicidad</i>	40
<i>4.4.4.2. Seguridad y Tolerancia Digestiva</i>	43
<i>4.4.4.3. Contenido Calórico</i>	45
<i>4.4.4.4. Respuesta glicémica. Efectos en diabetes mellitus</i>	46
<i>4.4.5. Toxicidad</i>	46
4.5 USO DE MEZCLAS DE EDULCORANTES DE ALTA INTENSIDAD-POLIOL	47
4.6. LEGISLACIÓN Y ASUNTOS REGULATORIOS	50
4.7. LOS EDULCORANTES EN LA CONFITERÍA	54
4.8 CONSIDERACIONES SOBRE LOS PROCESOS DE ELABORACIÓN DE LOS PRODUCTOS DE CONFITERÍA	56
<i>4.8.1. Caramelo duro</i>	58
<i>4.8.1.1 Proceso de elaboración</i>	59
<i>4.8.2. Gomas de gretina</i>	61
<i>4.8.2.1. Proceso de elaboración</i>	63
4.9 EVALUACIÓN SENSORIAL	64

5. MATERIAL Y METODOS	66
5.1 MATERIAS PRIMAS	66
5.2 DISEÑO EXPERIMENTAL	67
5.2.1 <i>Formulaciones de los productos</i>	67
5.2.2 <i>Elaboración de los productos</i>	68
5.2.2.1 <i>Caramelo duro</i>	68
5.2.2.2 <i>Gomitas de grenetina</i>	70
5.2.3 <i>Análisis Fisicoquímicos</i>	72
5.2.3.1 <i>Humedad</i>	73
5.2.3.2 <i>Textura</i>	73
5.2.3.3 <i>Energía Calórica Total</i>	73
5.2.4 <i>Análisis Sensorial</i>	73
6. RESULTADOS	75
6.1 CARAMELO DURO	75
6.1.1 <i>Humedad de caramelo duro</i>	77
6.1.2 <i>Determinación de la Energía Calórica Total</i>	78
6.1.3 <i>Análisis Sensorial</i>	80
6.2 GOMITAS DE GRENETINA	86
6.2.1 <i>Textura de gomitas de grenetina</i>	88
6.2.2 <i>Determinación de la Energía Calórica Total</i>	89
6.2.3 <i>Análisis Sensorial</i>	89
7. ASPECTOS MERCADOLÓGICOS	96
7.1 ESTUDIO DE MERCADO, D.F.	97
7.2 PRECIO DE VENTA DE LOS PRODUCTOS ELABORADOS	99
8. ANÁLISIS DE RESULTADOS	103
8.1 CARAMELO DURO	103
8.2 GOMITAS DE GRENETINA	108
8.3 HÁBITOS DE CONSUMO	111
8.4 ASPECTOS LEGISLATIVOS Y MERCADOLÓGICOS	112
9. CONCLUSIONES	115
10. BIBLIOGRAFIA	117
ANEXO	122

1. RESUMEN

El consumo excesivo de hidratos de carbono origina trastornos a la salud como caries dental, obesidad y diabetes, entre otras. En la elaboración de productos de confitería tradicionales se utiliza una mezcla de sacarosa y jarabes de glucosa y fructosa como los principales ingredientes. Por esta razón, y debido a la actual problemática en cuanto a la obesidad en la población mexicana, resulta una alternativa saludable sustituir la sacarosa y los jarabes de glucosa por polioles, que son edulcorantes de volumen con un dulzor relativo similar a la sacarosa pero con un aporte calórico menor sin ser cariogénicos.

En este trabajo se elaboraron caramelos duros y gomitas de grenetina sustituyendo los azúcares tradicionales por jarabe de poliglicitol y de maltitol, respectivamente. De igual forma y para comparar los productos, se formularon caramelos duros y gomitas hechos a base de sacarosa y glucosa. De cada producto se realizó un análisis sensorial a través de métodos afectivos –prueba de aceptación, nivel de agrado y prueba de preferencia- a nivel laboratorio con un panel de 50 consumidores. En una segunda etapa se llevó a cabo una evaluación sensorial con 100 consumidores potenciales, comparando productos comerciales similares y los elaborados a base de poliol.

Se determinó la densidad calórica en los productos elaborados libres de azúcar y en sus similares existentes en el mercado estableciendo una comparación. Dichas mediciones muestran la tendencia esperada con un menor contenido energético en los productos a base de poliol contrastado con los que contienen azúcar y con los productos comerciales.

Por otro lado, se monitoreó humedad en caramelos duros sin azúcar por un período de 30 días realizando una medición cada semana. El mismo protocolo se realizó para determinar la textura en las gomitas de grenetina. Dichas evaluaciones sirvieron para establecer una aproximación en la vida útil de estos productos y la viabilidad de los mismos durante ese período de tiempo en condiciones apropiadas de almacenamiento y empaque.

2. JUSTIFICACIÓN

La industria confitera es muy amplia; es y ha sido un mercado bastante rentable por muchos años. Lo anterior probablemente se debe a que es posible mantener en buen estado estos productos sin necesidad de refrigeración. Durante los últimos siglos se ha manifestado un gran desarrollo en la elaboración de productos de confitería cuyo principal objetivo es proporcionar una sensación placentera mediante la unión del sabor dulce con aromas, texturas y colores. La industria confitera, no es en sí una industria basada en la ciencia, sino que ha sido construida a través del oficio del confitero. La confitería se divide generalmente en tres clases: galletería, chocolatería y productos hechos a base de azúcar (Edwards, 2003.). Éste último segmento, cubre gran parte de la industria.

Los productos de confitería son por definición aquellos que están elaborados principalmente de sacarosa, glucosa, fructosa o lactosa o combinaciones de estos azúcares y se agrupan de la siguiente manera de acuerdo a Jackson (1990):

- Caramelo duro
- Caramelo suave
- Gomas y jaleas
- Rellenos
- Malvaviscos
- Tabletas
- Pastillas
- Gomas de mascar
- Chocolate

Existe evidencia sobre tendencia natural por los sabores dulces, además las investigaciones también indican que los individuos obesos o los que alguna vez lo fueron tienen una mayor preferencia por el consumo de líquidos grasos mezclados con azúcar (O' Brien-Nabors y Gelardi, 1991).

En efecto, en los últimos años en cuanto a hábitos alimenticios se refiere, se presenta un aumento en el consumo de proteínas de procedencia animal, una elevación del aporte graso y un aumento en el consumo de azúcares simples, junto con la disminución simultánea de la ingesta de hidratos de carbono complejos (ver Tabla 1). Los efectos adversos más comunes respecto al consumo excesivo de azúcares son: la caries dental y la obesidad, además de la diabetes asociada a este último padecimiento. En nuestro país, esta problemática es grave en todos los sectores de la población. De hecho, con base en las encuestas de nutrición aplicadas a escolares entre los años 1998 y 2006, se observó un aumento en la prevalencia de obesidad durante los últimos siete años en México, situación alarmante, ya que ocurre en todos los grupos de edad. Basta citar como ejemplos que de acuerdo a la Encuesta Nacional de Salud del 2000, la prevalencia nacional de

diabetes mellitus en hombres y mujeres adultos de más de 20 años fue de 7.5%, fue mayor en mujeres (7.8%) que en los hombres (7.2%). Pero de conformidad con la información de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2006 (INSP, 2006), la prevalencia aumentó a 14%, lo que representa un total de 8 millones de personas con diabetes. Aunque las últimas cifras sugieren que dicha cantidad aumentó a 10 millones, ya según la Federación Mexicana de Diabetes la población en México de personas con alguno de los tipos de la enfermedad fluctúa entre los 6.5 y los 10 millones (prevalencia nacional de 10.1% en personas entre 20 y 79 años). Además, uno de cada tres adolescentes de entre 12 y 19 años tiene obesidad y sobrepeso, esto es, aproximadamente 5 millones 757 mil 400 adolescentes. (INSP 2000, 2006) Lo anterior son de las razones principales por las que es urgente aplicar estrategias y programas dirigidos a la prevención y control de la obesidad del niño, el adolescente y el adulto (Rivera y Shama, 2007).

Tabla 1. Principales diferencias entre las dietas de los países industrializados y la de los países en vías de desarrollo

Características de la dieta	Países industrializados (sociedad mexicana acomodada)	Países en desarrollo (sociedad mexicana deprimida)
% de energía de proteínas	13-15%	10-11%
% de energía de grasas	35-40%	15-20%
% de energía de cereales	15-20%	60-70%
Grasas de origen animal	Alta	Baja
Proteínas de origen animal	Alta	Baja
Fibra	Baja	Alta
Aporte energético total	Alto	Bajo
Consumo de vegetales	Alto	Bajo
Azúcar refinada	Alto	Moderado
Consumo de alcohol	Alto (excepciones)	Bajo o moderados

Por tal motivo, las propuestas sugeridas por el sector alimenticio relacionadas con el reemplazo de los azúcares tradicionales en los alimentos de consumo popular adquieren gran valor y trascendencia para la salud pública, ya que contribuyen con la solución del problema que vive la sociedad mexicana actualmente.

Es por lo dicho anteriormente, que los alimentos y bebidas denominados *light* y bajos en calorías constituyen uno de los segmentos con crecimiento más acelerado en la Industria Alimentaria.

Según estudios realizados en 1988 y 1989 en Gran Bretaña y Estados Unidos, respectivamente, se observó desde ese entonces que la mayoría de los consumidores de productos bajos en calorías en estos países no se encuentran bajo un régimen dietético para perder peso u otra finalidad médica específica, sino que forman parte de un estilo general de vida saludable (O' Brien-Nabors y Gelardi, 1991).

Durante casi un siglo, los productos bajos en calorías estuvieron formulados con edulcorantes artificiales como aspartame, sucralosa y sacarina, el más antiguo edulcorante de alta intensidad. En la actualidad ha aumentado sustancialmente tanto la disponibilidad como la variedad de los edulcorantes, tanto de origen artificial como los de origen natural, lo cual explica las nuevas tendencias en la investigación científica y la fabricación de estos productos, pues ningún edulcorante, incluida la sacarosa, es perfecto para todos los usos. Más aún, los fabricantes de distintos alimentos pueden superar las limitaciones de los edulcorantes individuales usándolos en mezclas (O' Brien-Nabors y Gelardi, 1991).

El reemplazo del azúcar por Edulcorantes de Alta Intensidad (HIS, por sus siglas en inglés) es un problema serio en comestibles sólidos y semisólidos, ya que la sacarosa desempeña una función estructural, además del dulzor, en estos productos. Este inconveniente técnico se resuelve con el uso de edulcorantes que proporcionen volumen y dulzor pero que presenten valores calóricos fisiológicos menores al azúcar, como es el caso de los polioles (alcoholes de azúcar o alcoholes polihídricos).

Los polioles son derivados de sacáridos en los cuales el grupo carbonilo reductor en el azúcar es reemplazado por un grupo alcohol. Por sus propiedades físicas, químicas y sensoriales permiten el desarrollo de alimentos reducidos en calorías, bajos en azúcares e incluso totalmente "sugar free" o bien, "libres de azúcar". Además, presentan una baja respuesta glicémica, reducen la ingesta energética, son absorbidos lenta e incompletamente en el intestino y no provocan caries. Igualmente se ha descubierto que podrían tener efectos prebióticos y modificar la microflora intestinal, con los consiguientes beneficios para la salud local colónica y sistémica (Martín-Aragón, 2006). Otra ventaja del uso de estas sustancias como aditivos alimentarios la constituyen sus propiedades fisicoquímicas, tales como sus entalpías negativas de solución y la carencia de carbonilos reactivos en su composición molecular.

Sin embargo, los polioles pueden presentar la desventaja de producir efectos laxantes si se consumen en elevadas cantidades (de 50 a 70 g/día, dependiendo del polioliol que se ingiera), pues

el material que no es absorbido desplaza el equilibrio osmótico en el interior del intestino (Edwards, 2002). Es importante la consideración de este efecto en la formulación de los productos bajos en calorías, así como en la presentación y el tamaño de porción para evitar posibles riesgos en la salud del consumidor.

En el desarrollo de productos libres de azúcar se debe considerar que éstos deben saber bien y poseer al menos la misma calidad que las variedades tradicionales que contienen sacarosa u otros azúcares similares. Asimismo, se debe tener en mente la tolerancia del consumidor a los polioles, además de buscar la manera de minimizar el riesgo potencial. Albert Zumbé, Profesor de la Unidad de Biociencias Nutricionales en la Universidad de Salford, Reino Unido, afirma que se debe equilibrar un tamaño de porción razonable con los patrones de consumo de cada tipo de producto de confitería (Zumbé, Storey y Lee, 2001).

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Desarrollar formulaciones para dos productos de confitería (caramelo duro y gomitas) con bajo contenido calórico y libres de azúcar utilizando como materia prima alcoholes polihídricos (polioles) que proporcionen un perfil de sabor aceptable para el consumidor y con características fisicoquímicas óptimas.

3.2 Objetivos específicos

- Establecer la formulación para cada producto con polioles sustituyendo por completo los azúcares con la finalidad de reducir el aporte calórico del producto final.
- De los productos obtenidos mejorar el balance entre dulzor y sabor, ampliando la variedad de productos disponibles para el consumidor.
- Evaluar el nivel de aceptación, agrado y preferencia de los productos desarrollados con polioles comparándolos con los productos similares tradicionales disponibles en el mercado y con productos elaborados con azúcares tradicionales.
- Determinar la densidad calórica presente en los productos formulados con polioliol, en los similares existentes en el mercado y en productos hechos a base de azúcar para comparar y establecer si los nuevos productos proporcionan menos calorías que los anteriores.
- Medir en los productos hechos a base de polioliol la humedad presente en los caramelos duros y la textura en el caso de gomitas de grenetina, por un período de al menos 30 días realizando una determinación semanal para conocer la estabilidad que presentan los productos durante su almacenamiento empleando celofán como material de empaque.

4. ANTECEDENTES

4.1 Panorama general actual de la situación alimentaria en el país. Acciones de la Industria Alimenticia

La apertura económica ha traído consigo la introducción al país de una serie de productos y establecimientos, dentro de los cuales son notables los relacionados con la alimentación. Ahora se venden en los supermercados una gran variedad de alimentos y productos nuevos en México, muchos de los cuales entran en la categoría de "comidas preparadas". Esto puede representar un problema o una oportunidad. Un problema, si la población sustituye, en forma indiscriminada, los alimentos y productos propios de su cultura alimentaria por estos artículos nuevos, muchos de los cuales responden a las características de las dietas de los países industrializados (comida altamente refinada, rica en azúcares, grasas saturadas y colesterol) con sus ya conocidos problemas. El ritmo de vida en México ha cambiado en los últimos años, especialmente en las grandes ciudades. No se dispone, como antes, de tanto tiempo para la preparación de los alimentos por lo que a veces es necesario recurrir a productos alimenticios preparados (Kaufman-Horwitz, 1995).

En relación con dicha situación, los snacks dulces y golosinas son ahora parte del consumo normal de la población en todos los sectores de la misma, y va en aumento. Según varios investigadores, su consumo habitual nos aporta un promedio estimado de 500 kilocalorías adicionales a las que provienen de nuestros alimentos y, por lo tanto, su consumo representa un riesgo a corto plazo para el desarrollo de sobrepeso y obesidad y un riesgo a largo plazo para el desarrollo de enfermedades crónico-degenerativas (Corona y Gómez-Reyes, 2010). Esto no representa la causa principal del incremento de las enfermedades e inconvenientes relacionados con la obesidad en la sociedad, sin embargo, es parte del problema y por ello es que la Industria Alimentaria ha generado alternativas en la formulación de dichos productos, desarrollando golosinas mucho más saludables.

En la tabla que se expone enseguida, es alarmante observar los hábitos alimenticios que se han adquirido por parte de jóvenes y niños, lo cual viene a ser una muestra de lo que atraviesa nuestra sociedad. Estos resultados provienen de un estudio realizado por la UAEM a jóvenes de secundaria.

Tabla 2. Consumo semanal de alimentos en jóvenes del Estado de México

Producto de consumo semanal	Porcentaje de alumnos
Tortilla	62 %
Aceite	63 %
Azúcar	54 %
Leche	46 %
Golosinas	30 %
Refrescos	30 %
Chile	30 %
Frituras	27 %
Jitomate	26 %
Naranja	16 %
Pollo	10 %

Los resultados indicaron que los estudiantes ingieren una baja cantidad de fibra, vitamina C y A; en contraste, el consumo de hidratos de carbono tanto simples como complejos y de proteínas es excesivo y la ingesta calórica total es baja y no cubre las necesidades de este grupo de edad, por lo tanto el tipo de dieta no propicia un adecuado crecimiento y desarrollo.

En contraste y desde el punto de vista mercadológico, las golosinas representan un campo que puede explotarse más dentro de la sociedad mexicana. El consumo anual “per cápita” es de 420 gramos de golosinas en México, en tanto que en los Estados Unidos asciende a 10 kilos y en los Países Europeos llega a los 22 kilos, por lo tanto el mercado potencial a desarrollar ofrece esperanzas para el futuro (Llamas, 2006).

Conjuntando ambas situaciones, es la industria de alimentos y los profesionales de la salud los que se enfrentan a nuevos retos de producción e innovación que giran en torno al binomio “indulgencia y salud” en cuanto a confitería se refiere. Este binomio ha desencadenado en las últimas décadas la dedicación de varios fabricantes y manufactureros a la investigación, formulación y desarrollo de nuevos ingredientes, con la finalidad de ofrecer alternativas saludables, denotadas como “buenas para ti” (“better for you”), que cubran la creciente demanda y dentro de las cuales se contempla el rubro delimitado como “golosinas funcionales” (Corona y Gómez-Reyes, 2010).

Por ello, el uso de edulcorantes de bajo aporte calórico podría mejorar la calidad de la dieta si los consumidores usaran los ahorros de energía para el consumo de alimentos con alto contenido nutrimental (Macías, 2010).

Es así como la Industria Alimentaria ha empezado a elaborar diversos productos utilizando un tipo de edulcorantes nutritivos llamados “polioles”, los cuales tienen la ventaja de poder generar productos alternativos más convenientes reducidos en azúcar y sin azúcar.

Los polioles son derivados de sacáridos en que el grupo carbonilo de las aldosas y las cetosas son sustituidos por un grupo hidroxilo dando lugar a compuestos como sorbitol, manitol, maltitol, lactitol, isomaltol, xilitol y eritritol, nombrados así porque adquieren el nombre del sacárido del cual provienen.

Recientemente se incorporaron dos compuestos en confitería, la d- tagalosa y la trehalosa que, aunque no son polioles, sí son hidratos de carbono parcialmente digeribles (LDCs, por su denominación en inglés) que además aportan volumen y textura con propiedades muy semejantes a la sacarosa y la glucosa.

4.2 Propiedades y características generales de los edulcorantes alternativos

Los edulcorantes constituyen uno de los grupos de aditivos alimentarios que está experimentando un mayor incremento en su consumo y a los que se dedica mayores esfuerzos en su investigación. Además adquieren importancia gracias a la preocupación existente por enfermedades como la diabetes y otras condiciones asociadas a la salud y al cuidado del cuerpo, que obliga a una reducción de la ingesta de azúcar, y conduce al desarrollo de una nueva gama de productos que aporten dulzura al alimentos sin perjudicar la salud (Restrepo-Gallego, 2004).

Un edulcorante puede definirse como “toda sustancia química capaz de proporcionar sabor dulce al alimento que lo contiene” (Cedillo, 2008).

Para la elaboración de productos de confitería existe una amplia disponibilidad de sustancias alternativas a la sacarosa, dicha sustitución puede deberse a razones tecnológicas o de salud. Los edulcorantes alternativos se clasifican en dos categorías: a) nutritivos y b) no nutritivos.

- a) Los edulcorantes nutritivos, que incluyen, entre otros a los polioles, a la polidextrosa y la glicerina, proporcionan calorías, pero no se consideran azúcares en el sentido tradicional. Son

ingredientes que pueden sustituir el volumen físico y el dulzor del azúcar, por tal motivo suelen llamarse edulcorantes de volumen o edulcorantes de carga. Su dulzor es un poco menor o comparable al de la sacarosa. Se usan como relleno, proporcionando o mejorando la consistencia de los productos (Macías, 2010).

- b) Los edulcorantes no nutritivos o de alta intensidad son generalmente utilizados en cantidades muy bajas debido a su alto dulzor relativo. No aportan calorías pero confieren diferentes grados de post-gusto. Para designarlos, se les han asociado términos como edulcorantes de alta potencia, edulcorantes alternativos, sustitutos de azúcar, edulcorantes no nutritivos y edulcorantes de bajo aporte calórico. Algunos los llaman edulcorantes artificiales para hacer hincapié en el hecho de que la mayoría de ellos se producen por síntesis química (Macías, 2010).

Tabla 3. Clasificación de los edulcorantes

Edulcorantes Nutritivos					Edulcorantes de alta intensidad o no nutritivos	
<i>Naturales</i>		<i>Derivados de productos naturales</i>			<i>Artificiales</i>	<i>De origen vegetal</i>
<i>Monosacáridos</i>	<i>Disacáridos</i>	<i>Del almidón</i>	<i>De sacarosa</i>	<i>Poliol</i>		
Glucosa	Sacarosa	Jarabe de glucosa	Azúcar invertido	Sorbitol	Acesulfame K	Esteviósido
Fructosa	Lactosa	Isoglucosa		Manitol	Sacarina	Monelina
Galactosa	Maltosa			Eritritol	Ciclamato	
				Xilitol	Alitamate	
				Maltitol	Sucralosa	
				Isomalt	D-Tagatosa	
				Lactitol		

(Cedillo, 2008)

4.2.1 Características a considerar para la selección de edulcorantes

Cabe mencionar que el edulcorante ideal no existe, incluso la sacarosa no satisface todas las necesidades en algunos productos (O' Brien-Nabors y Gelardi, 1991). Por tal razón, debe tomarse en cuenta que no solo es necesaria la aportación de un sabor dulce para que se considere una sustancia como edulcorante. Debe reunir una serie de requisitos importantes para la aplicación alimentaria entre los que se encuentran:

- Solubilidad suficiente.
- Estabilidad a un intervalo amplio de temperatura y pH para que pueda resistir las condiciones del alimento al cual se pretende añadir y los tratamientos a los que se vaya a someter.
- Grado de pureza. No debe presentar sabores secundarios o residuales.
- Inocuo. Debe ser no tóxico y metabolizarse normalmente o ser excretado sin biotransformación.
- Rentable, debe tener un precio competitivo respecto a la sacarosa y otros edulcorantes semejantes.
- Debe de ser fácil de producir, almacenar y transportar.
- Se debe considerar el dulzor relativo, pues a menor cantidad empleada, dependiendo del edulcorante utilizado es posible obtener un menor perfil calórico y un beneficio económico.

Respecto al último punto, se debe señalar que el término poder edulcorante o dulzor relativo es utilizado para tener una referencia comparativa de la dulzura de los edulcorantes respecto a la sacarosa. Equivale a los gramos de sacarosa que hay que disolver en agua, para obtener un líquido con igual sabor que la disolución de un gramo de edulcorante artificial en el mismo volumen, por ejemplo, 1 g de acesulfame K equivale al dulzor de 200 g de sacarosa. (Tabla 4).

Tabla 4. Dulzor relativo de edulcorantes alternativos a la sacarosa

Edulcorante alternativo	Dulzor relativo aproximado (Sacarosa=1)
Acesulfame K	200
Alitame	2000
Aspartamo	180
Fructosa cristalina	1.2 – 1.7
Ciclamato	30
Dihidrochalconas	300 – 2000
Glicirrizina	50 – 100
Hernandulcina	1000
Jarabe de maíz de alta fructosa, 55%	1
Jarabe de maíz de alta fructosa, 90%	1
Isomalt	0.45 – 0.64
Isomaltulosa	0.48
L- azúcares	1
Lactitol	0.4
Maltitol e hidrolizados de almidón hidrogenados	0.7 – 0.9
Manitol	0.7

Tabla 4. Dulzor relativo de edulcorantes alternativos a la sacarosa (cont.)

Edulcorante alternativo	Dulzor relativo aproximado (Sacarosa=1)
Monelina	1500 – 2000
Sacarina	300
Sorbitol	0.54 – 0.7
Estevióside	300
Sucralosa	600
Taumatina	2000 – 3000
Xilitol	1

En términos generales, los edulcorantes alternativos no calóricos se usan con distintas finalidades, a mencionar:

- Ampliar las opciones de bebidas y alimentos destinadas al control de la ingesta calórica y de hidratos de carbono.
- Coadyuvar en la reducción y mantenimiento del peso corporal.
- Auxiliar en el manejo adecuado de la diabetes.
- Asistir en el control de la caries dental.
- Intensificar el uso de artículos farmacéuticos y cosméticos.
- Proporcionar dulzor cuando no es posible disponer de azúcar.
- Contribuir en el uso rentable de recursos limitados.

Por lo tanto, el edulcorante “ideal” debería ser al menos tan dulce como la sacarosa, incoloro, inodoro y no cariogénico, además de tener un gusto limpio y placentero con un sabor inicial inmediato, no debe presentar resabio. Mientras más se parezca un edulcorante a la sacarosa en cuanto a sabor dulce y funcionalidad, mayor es su facilidad de uso en alimentos y bebidas. Un edulcorante debe ser compatible con un amplio rango de ingredientes alimenticios, tanto en el dulzor como en otros componentes de los complejos sistemas de sabor (O’ Brien-Nabors y Gelardi, 1991).

4.3 Propiedades y características generales de los hidratos de carbono parcialmente digeribles (LDCs). Efectos metabólicos

Los LDCs son hidratos de carbono que se absorben de manera incompleta o no son absorbidos en el intestino delgado pero al final son parcialmente fermentados por las bacterias del intestino

grueso (Grabitzke y Slavin, 2008). La fibra, el almidón resistente a la hidrólisis y los polioles son algunos tipos de LDCs.

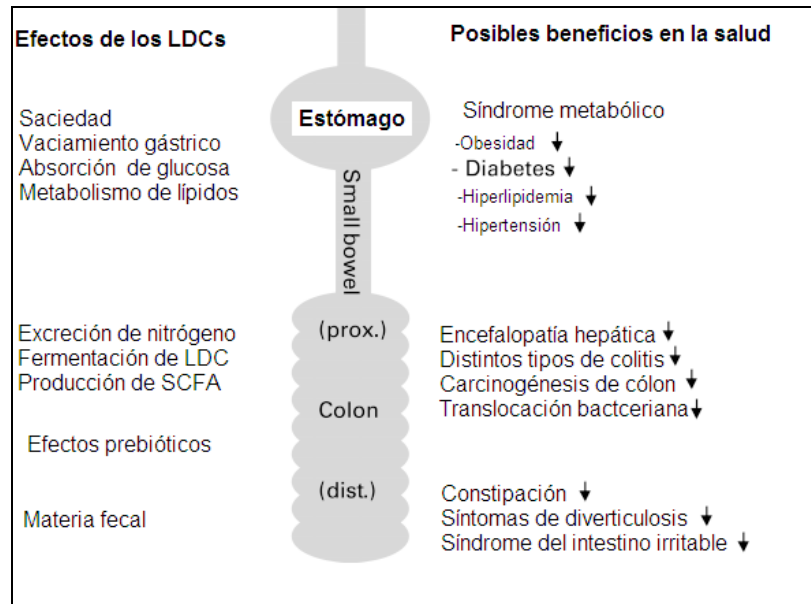
En el Simposium Internacional sobre Hidratos de Carbono Parcialmente Digeribles que se llevó a cabo en la Universidad de Salford, Gran Manchester, Reino Unido en junio de 1999, el profesor Scheppach de la Universidad de Wuerzburg, Alemania señaló los aspectos benéficos asociados al consumo de LDCs, a mencionar:

- Reducción de factores de riesgo asociados con enfermedades metabólicas.
- Efectos probióticos.
- Posibles beneficios a la salud con respecto a la constipación, diverticulosis y síndrome del intestino irritable (síndrome de funcionamiento del intestino, colon irritable, intestino espástico o colon espástico).

Por lo tanto debido a su potencial beneficio para la salud, el predominio de los LDCs en los alimentos procesados va en aumento.

Cabe mencionar que los LDCs pueden ser transformados en el intestino grueso a ácidos grasos de cadenas cortas (SCFA, o Short-Chain Fatty Acids) y gases. Los SCFA sobre todo el ácido n-butírico, podrían tener importancia en la prevención primaria de cáncer de colon y se evalúa la perspectiva de usarlos como una buena alternativa en los tratamientos de diversos tipos de colitis. Existen investigaciones recientes que demuestran que el butirato induce la inhibición del crecimiento de células cancerosas de colon. Sin embargo, aún falta investigación amplia que logre sustentar por completo dichas afirmaciones (Fig. 1) (Scheppach, Hardi y Thomas, 2001).

Fig. 1. Efectos fisiológicos de los hidratos de carbono parcialmente digeribles (columna izquierda) y su posible relación con los efectos benéficos en la salud (columna derecha).



(Scheppach, Hardi y Thomas, 2001).

Como la absorción de los LDCs es parcial, éstos proporcionan una menor cantidad de energía que los hidratos de carbono que se absorben totalmente (aproximadamente 1 a 3 kcal/g para los LDCs comparada con 4 kcal/g para los hidratos de carbono convencionales).

Se considera que los LDCs son usualmente bien tolerados pero pueden tener efectos adversos relativos a las dosis consumidas debido a su inherente potencial osmótico y excesiva fermentación en el tracto gastrointestinal en ingestas elevadas. La expresión de estos síntomas depende de varios factores, a mencionar:

- Dosis
- Potencial osmótico
- Grado de hidrólisis intestinal superior y/o absorción de LDCs
- Patrones de consumo
- Consumo de LDCs con otros alimentos o líquidos
- Factores sensitivos individuales.

Estos últimos involucran la variabilidad entre sujetos en la tolerancia a LDCs, como las diferencias en el tiempo de tránsito gastrointestinal, patrones de motilidad, capacidad de absorción, actividad enzimática, sensibilidad visceral y la microbiota del colon.

Se debe resaltar que algunos LDCs están presentes de manera natural en los alimentos y otros son extraídos de fuentes naturales o son sintetizados y agregados a los alimentos procesados. De tal manera que actualmente la fibra y los polioles son los dos tipos más utilizados de LDCs en la industria de alimentos de Norteamérica (Grabitzke y Slavin, 2008).

4.4 Propiedades y características generales de los polioles

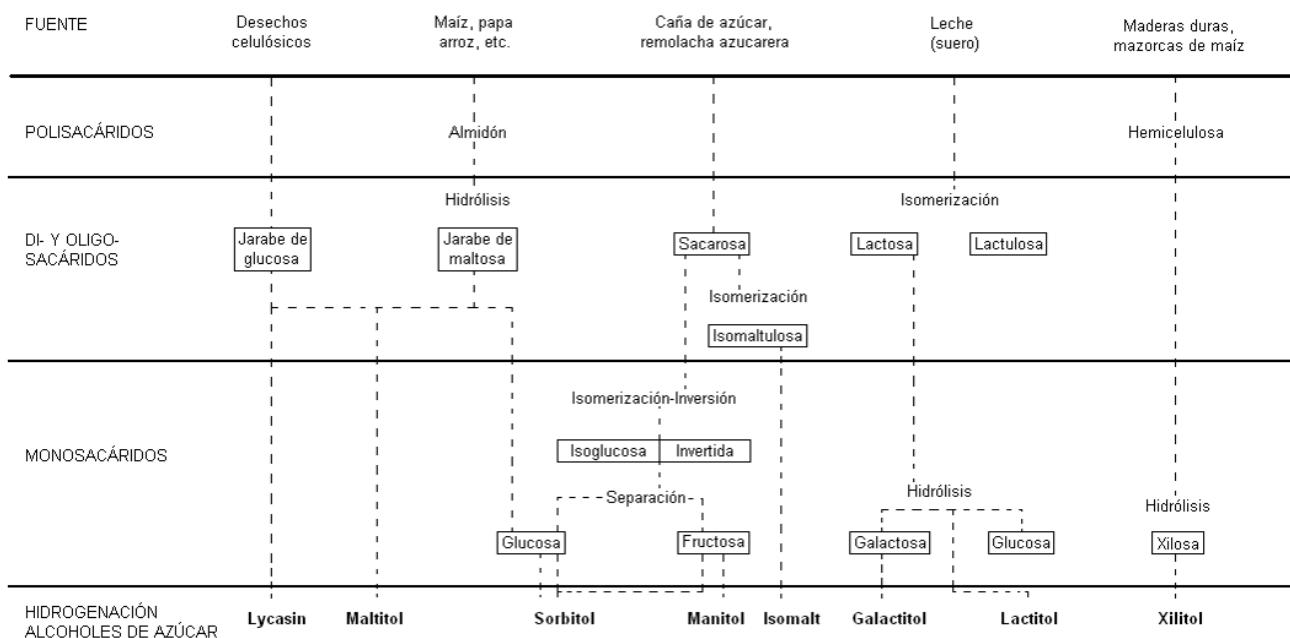
4.4.1. Producción y obtención

Como ya se ha mencionado, los polioles no son azúcares, son derivados de carbohidratos en los cuales el grupo carbonilo (aldehído o cetona) ha sido reducido a un grupo hidroxilo primario o secundario (Srivastava, 2005). Estas sustancias adquieren particular importancia nutricional pues, aunque son derivados de azúcares, no son metabolizados en el cuerpo como tales. (Fig. 1.) Aunque existen varios métodos de obtención, el más común a nivel industrial es por medio de la hidrogenación de azúcares reductores, en condiciones de alta temperatura y presión transformando la función reductora aldehído o cetona a función alcohol (Cubero, 2002).

Sin embargo, debido a la demanda que los polioles han alcanzado no solo en la Industria Alimentaria sino también en la química y farmacéutica, se han desarrollado otros métodos de obtención tales como procesos biotecnológicos y extracción a través de fluidos supercríticos, por mencionar algunos. Hoy en día se siguen investigando y desarrollando procesos de producción de polioles que sean baratos, con altos rendimientos, seguros y rápidos.

En el esquema representado en la figura 2 se observa la fuente y el proceso empleado para la generación de los polioles más empleados en la Industria.

Fig. 2. Esquema de la producción industrial de polioles



(Macías, 2010)

Por otro lado, los llamados almidones hidrogenados e hidrolizados, incluyendo los jarabes de maltitol, sorbitol e incluso los jarabes de glucosa se producen por medio de la hidrólisis parcial del maíz, trigo o almidón de papa en condiciones altas de temperatura y presión controlada. El término “almidón hidrogenado e hidrolizado” (HSH por sus siglas en inglés) se puede aplicar correctamente a cualquier poliol producido por la hidrogenación de sacáridos, productos de la hidrólisis de almidón. En la práctica, sin embargo, algunos polioles tales como sorbitol, manitol y maltitol son referidos por sus nombres químicos comunes. Los “almidones hidrogenados e hidrolizados” son más comúnmente usados para describir el amplio grupo de polioles que contienen cantidades sustanciales de oligosacáridos y polisacáridos hidrogenados además de cualquier poliol monomérico o dimérico (sorbitol/manitol o maltitol, respectivamente).

Es conveniente señalar que el término HSH no hace diferencia alguna entre los polioles que los componen, es decir, no señala el poliol principal que lo compone ni los niveles de dulzura. Por ello, es que ya se han desarrollado nombres comunes para la mayoría de los subgrupos de HSH basados en el poliol mayoritario del HSH. Por ejemplo, aquéllos cuyo componente mayoritario sea el maltitol (en un 50% o más) se le llama jarabe de maltitol o soluciones de maltitol.

Al variar las condiciones y el alcance de la hidrólisis, se obtienen diversos mono, di y oligosacáridos así como varios polímeros hidrogenados. La proporción de cada uno de estos compuestos afecta claramente en las propiedades químicas y físicas de los HSH en particular.

En los Estados Unidos, los HSH son producidos y comercializados por dos grandes fabricantes: SPI Polioles, New Castle, Delaware y América Roquette, Inc., Gurnee, Illinois (sociedad matriz de Roquette Frères, Lestrem, Francia). Los productos hechos por estos fabricantes pueden diferir ligeramente de la viscosidad, la dulzura e higroscopicidad, dependiendo de su composición.

Para este trabajo se emplearon jarabes de poliglicitol y de maltitol para la fabricación de caramelos duros y gomitas de grenetina respectivamente. El primer jarabe mencionado tiene en su composición sorbitol, maltitol y polímeros de alto peso molecular. El segundo solo contiene sorbitol y maltitol. Las proporciones de cada uno se detallarán más adelante.

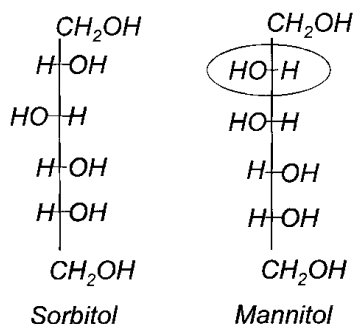
4.4.2. Particularidades de los polioles más empleados

4.4.2.1. Sorbitol

El sorbitol se produce industrialmente por la hidrogenación catalítica de la glucosa. Después de que la reacción se lleva a cabo, el catalizador se filtra y la solución es purificada. Entonces se evapora y se vende como solución de sorbitol con 70% de sólidos.

Estructuralmente, el sorbitol se diferencia del manitol en la posición del grupo hidroxilo del segundo carbono. Esto les confiere propiedades fisicoquímicas distintas.

Fig. 3. Estructuras químicas del sorbitol y del manitol

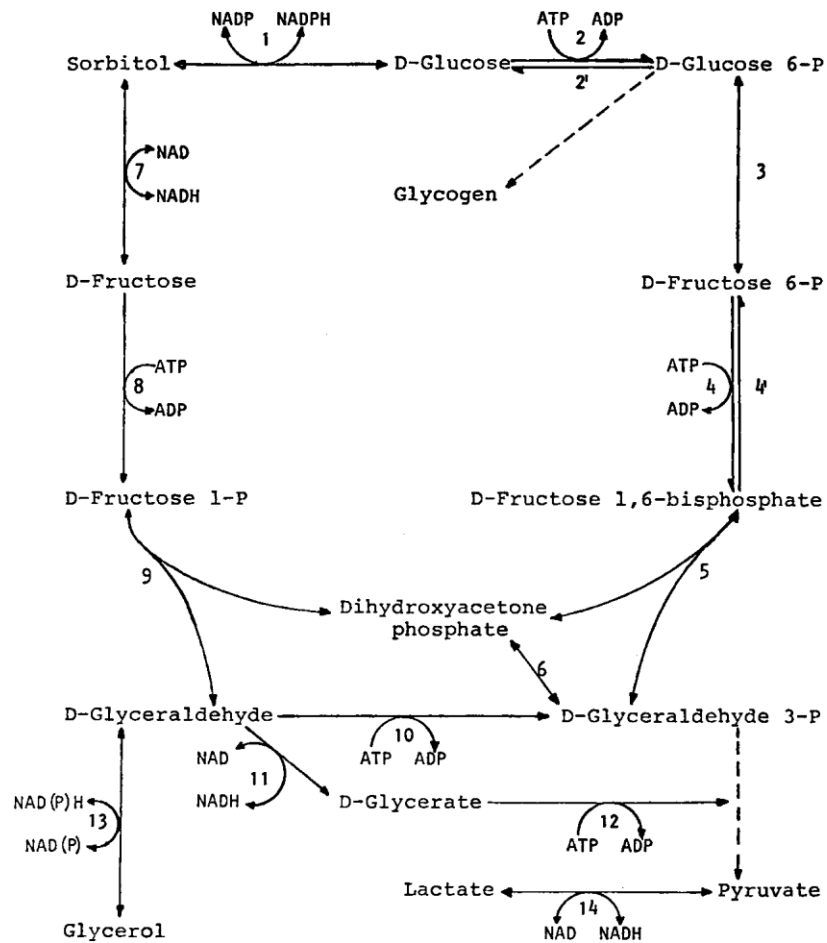


El sorbitol tiene un dulzor relativo de 0.6 mientras que el manitol de 0.5 con respecto a la sacarosa. Ambos poseen un calor de disolución negativo por lo cual otorgan una sensación refrescante en la boca. El sorbitol es mucho más higroscópico que el manitol, razón por la cual suele emplearse como humectante. El sorbitol permite un mayor control de humedad y es más propenso a mantener el equilibrio en el medio ambiente circundante. Esto repercute directamente en el alargamiento de la vida de anaquel.

Es ampliamente usado en productos de confitería como gomas de mascar, dulces, postres, helados, alimentos para diabéticos y medicamentos, donde imparte dulzor y desempeña papel funcional como humectante, texturizador y suavizante. Se usa como excipiente y diurético osmótico intravenoso en el campo farmacéutico (Macías, 2010).

Tanto el sorbitol como el manitol son metabolizados por el hígado. La figura 5 esquematiza dicho metabolismo. Ni la ingesta de manitol o de sorbitol exige una demanda extra de insulina. La transformación de los polioles a glucosa se hace de forma independiente a ésta, pero el uso subsecuente de la glucosa por parte del músculo y el tejido adiposo sí requieren de la hormona (Allison, 1979). En el cálculo de la ingesta nutricional, debe considerarse a los polioles como si fuesen carbohidratos, pero ya que poseen un índice glicémico mucho más bajo que varios hidratos de carbono son seguros para las personas que padecen diabetes (Le y Mulderrig, 2001).

Fig. 4. Metabolismo de sorbitol y manitol



4.4.2.2. Manitol

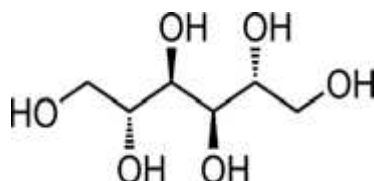
Se encuentra naturalmente en productos extruidos de árboles, maná, frutas y vegetales como la calabaza, apio, cebollas, higos, líquenes, algas marinas y algunos hongos y setas.

Se puede preparar por hidrogenación catalítica de la manosa, un componente ampliamente disperso dentro de los mananos y hemicelulosas. La manufactura industrial se realiza por hidrogenación catalítica de fructosa (obtenida de azúcar invertido o jarabe de glucosa) mediante dos procesos: 1) epimerización de glucosa; 2) isomerización de glucosa. Estas operaciones llevan a una mezcla de sorbitol y manitol, cuyas proporciones pueden variar dependiendo del proceso usado. El manitol y el sorbitol son separados por cristalización fraccionada, siendo el sorbitol más soluble que el manitol (Macías, 2010).

Estructuralmente, el manitol es un isómero del sorbitol, y es menos higroscópico que éste. El sorbitol y manitol se absorben lentamente en el organismo desde el tracto gastrointestinal y se metabolizan en el hígado, en gran parte como fructosa, un hidrato de carbono que es altamente tolerado por las personas con diabetes. A pesar de los beneficios, puede tener un efecto laxante si se superan los 20 g de consumo diarios (Le y Mulderrig, 2001).

El manitol tiene un calor de disolución negativo muy alto (-28.9kcal/g) que produce un efecto enfriante. Por esta razón se usa como edulcorante en dulces que refrescan el aliento y en gomas de mascar, pues coadyuva en el aumento de la sensación de frescura cuando los cristales de manitol se disuelven en la boca. (Macías, 2010).

Fig. 5. Estructura química del manitol



La calidad del caramelo duro basado en sorbitol o maltitol se puede mejorar agregando manitol. Asimismo, por su sabor dulce y fresco enmascara el gusto desagradable de muchos medicamentos y se utiliza comúnmente como constituyente en tabletas masticables y polvos granulados. Es usado en la industria farmacéutica, química y en amplios sectores de la alimenticia. Pertenece a un grupo de medicamentos conocidos como diuréticos osmóticos. En medicina, el manitol (Osmitol) se usa para incrementar la formación de orina para prevenir y tratar la falla renal aguda y también en la remoción de sustancias tóxicas del cuerpo.

4.4.2.3. Jarabes de Maltitol y Almidones Hidrogenados e Hidrolizados (HSH)

Puesto que el conocimiento de sus características es de vital importancia para este trabajo, se ahondará un poco más en estos polioles que en el resto de ellos en cuanto a sus particularidades y propiedades.

Estos ingredientes poseen un gran número de propiedades funcionales, además de ser edulcorantes de volumen, son agentes que aportan viscosidad, humectación, modifican la cristalización, son crioprotectores y ayudan a la rehidratación. Fueron diseñados en Suecia en

1960 y han sido empleados en la Industria Alimentaria por muchos años. Especialmente en productos de confitería.

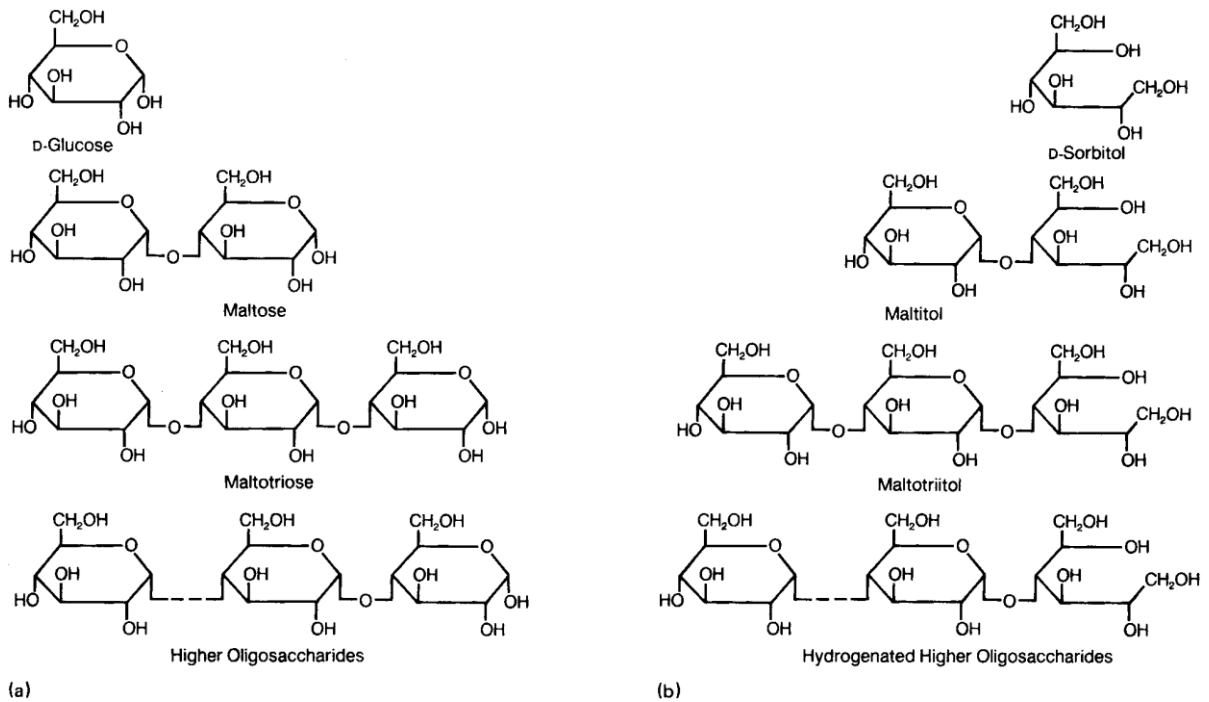
Como ya se mencionó previamente, son producidos a partir de la hidrogenación catalítica de hidrolizados obtenidos a partir de fuentes naturales como maíz, trigo o almidón de papa, en condiciones específicas de presión y temperatura. Dependiendo de dichas condiciones y del tiempo de la hidrólisis, el producto obtenido posee varios mono, di y oligosacáridos. La proporción de cada uno de estos compuestos originará productos con diferentes propiedades y características químicas y funcionales.

Como se recordará, los almidones hidrogenados e hidrolizados (HSH) se nombran según la cantidad del poliol mayoritario dentro de su composición. Así, ejemplos de los jarabes comerciales con mayor venta en esta categoría están de SPI Polyols: Maltisweet™ B, el cual contiene un 50% jarabe de maltitol aproximadamente, Maltisweet™ 80, Maltisweet™ 85 y Maltisweet™ 3145 los cuales tienen un 65% de maltitol en su composición; de Roquette se encuentra Lycasin™ 80/55 cuyo contenido principal es del 50-55% de maltitol. Ejemplos comerciales para jarabes de sorbitol incluyen de SPI Polyols el A-625 con un 70%.

Los HSH son incoloros, inodoros y con un contenido de sólidos promedio del 75%. Dicha composición varía de acuerdo al grado de polimerización (DP, por sus siglas en inglés) del jarabe y de la cantidad de sacáridos presentes en el mismo. Los componentes principales consisten en sorbitol (DP-1), maltitol (DP-2) y sacáridos altamente hidrogenados –maltotriol (DP-3), y otros llegar incluso al grado de polimerización DP-20-. Las estructuras de los HSH, con sus respectivos precursores se muestran en la figura 6 (Eberhardt, 2001).

Fig. 6. a) Estructura química de precursores de polioli: un monosacárido, disacárido y polisacárido.

b) Estructuras químicas de los polioli componentes de un HSH.



Las propiedades físicas y químicas de los HSH los hace una alternativa como edulcorantes de volumen para una gran cantidad de aplicaciones. A causa de sus semejanzas con los jarabes de maíz, estos aditivos resultan ser un sustituto excelente en muchos de los productos en donde habitualmente se emplean dichos jarabes. Las ventajas sobre éstos involucran la humectabilidad, las características no reductoras, las propiedades de crioprotección y su alta resistencia a condiciones ácidas y temperaturas extremas.

Específicamente en el caso de confitería, los HSH se usan para reemplazar el azúcar y jarabes de maíz en productos como caramelos duros, gomitas, jaleas, caramelos suaves, malvaviscos, gomas de mascar, rellenos, etc. Los HSH son excepcionalmente humectantes, y no cristalizan. Esta cualidad permite la manufactura de caramelos y dulces sin azúcar con los mismos utensilios empleados para producir dulces a base de sacarosa.

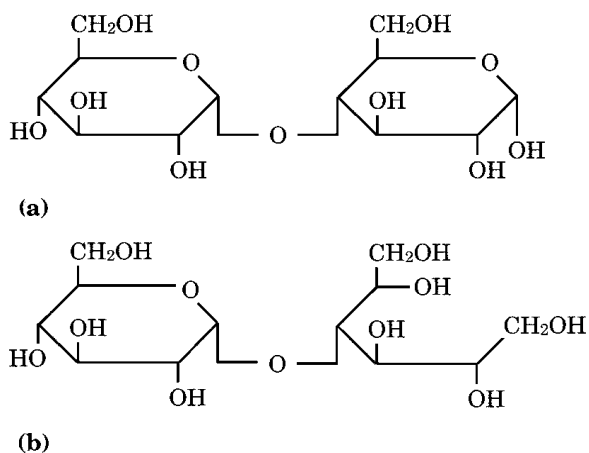
Por otra parte, las tres metas más importantes para un manejo adecuado y/o prevención de la diabetes son el control de los niveles de glucosa en sangre, el peso corporal y los lípidos. A causa de su lenta e incompleta absorción, los HSH tienen un índice glicémico reducido en relación a la glucosa, lo cual es benéfico para las personas con y sin diabetes. Dependiendo de la sensibilidad

del sujeto, dosis de hasta 90 gramos al día son toleradas en individuos sanos y diabéticos sin efectos glicémicos relevantes. Además, el valor reducido en cuanto a las calorías (75% o menos con respecto al azúcar) soporta el objetivo de controlar el peso corporal (Eberhardt, 2001).

4.4.2.4. Maltitol

No se encuentra en la naturaleza. Fue desarrollado en Japón en 1964 y se usa desde entonces. El maltitol y el jarabe de maltitol también se conocen como D-maltitol y maltosa hidrogenada o jarabe hidrogenado de alta maltosa-glucosa, jarabe de glucosa hidrogenado (HGS), Lycasin® y Hystar®, respectivamente (Macías, 2010). La estructura química del maltitol ha sido confirmada gracias a estudios de espectroscopía IR y de resonancia magnética nuclear.

Fig. 7. a) Estructura química de la maltosa. b) Estructura química del maltitol



Como en el caso de otros alcoholes polihídricos (sorbitol, manitol, xilitol, etc.), el maltitol es producido vía hidrogenación catalítica a partir de un precursor, en este caso la maltosa. Es después del xilitol, el polioliol con mayor dulzor.

El metabolismo mamífero para el maltitol inicia con la hidrólisis de éste, obteniendo los monosacáridos glucosa y sorbitol. La glucosa es transportada al torrente sanguíneo, seguido del sorbitol. Este último es convertido en fructosa e ingresa en la vía glucolítica (Kato y Moskowitz, 2001).

Se ha demostrado en diversos estudios que el maltitol es hidrolizado y absorbido lentamente en comparación con la glucosa o la sacarosa, por lo tanto es seguro si se desea emplear en dietas

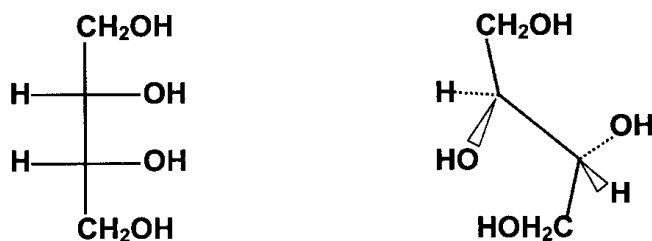
para diabéticos. De hecho, la meta en el tratamiento dietético para las personas con diabetes es reducir al mínimo las fluctuaciones de la glucosa en sangre para no sobrecargar las necesidades de insulina en cualquier momento. Los experimentos han demostrado que la ingesta de maltitol no genera aumentos significativos de los niveles de glucosa en la sangre, y aparentemente, el sorbitol producto de la hidrólisis del maltitol inhibe hasta cierto punto la absorción de la glucosa (Kato y Moskowitz, 2001).

Varios grupos como Leatherhead Food Research Association, de Surrey, Inglaterra, han estudiado al maltitol como edulcorante de volumen asociado a otros edulcorantes más potentes. Debido a que tiene 90% del dulzor de la sacarosa, el maltitol puede representar la mayor parte del dulzor en un producto libre de azúcar. La ventaja es que sus características de dulzor pueden ayudar a enmascarar ciertos sabores de los edulcorantes de alta intensidad.

4.4.2.5. Eritritol

El eritritol es un alcohol de azúcar pequeño, lineal de 4 átomos de carbonos. Se encuentra naturalmente en uvas, peras, melones y hongos, y es producto de la fermentación de productos tales como sake, salsa de soya y vinos (Embuscado y Sakharam, 2001).

Fig. 8. Estructura química de Eritritol.



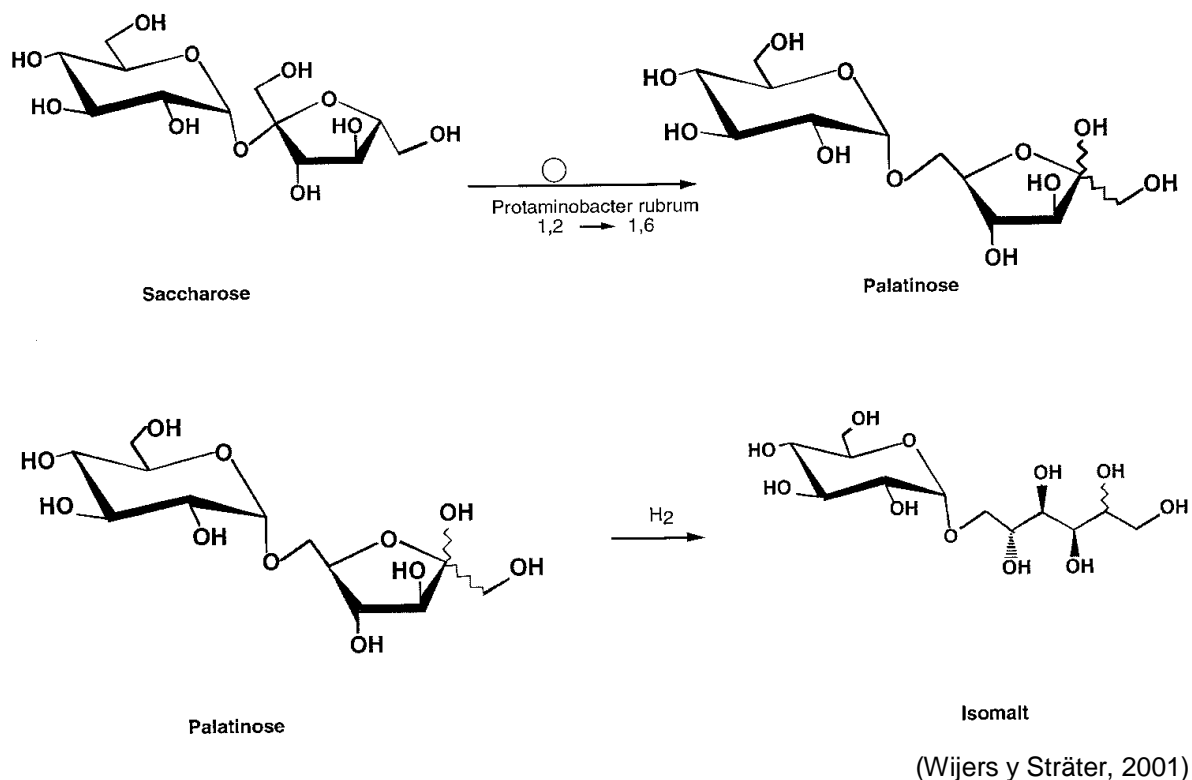
Su tamaño y estructura molecular le otorga extraordinarias propiedades fisicoquímicas, nutricionales y fisiológicas, tales como el menor contenido calórico y la tolerancia digestiva más alta en comparación con el resto de los polioles. A diferencia de los otros, el eritritol es absorbido casi por completo en el tracto gastrointestinal y es excretado sin cambios en la orina. Por lo tanto, su contenido calórico es menor que el de los otros polioles (0.2 Kcal/g) siendo poco probable que produzca efectos laxantes, y si lo hace, sería en dosis superiores a las del resto de los polioles (Macías, 2010). Es estable a temperaturas altas (>160 °C) y un rango de pH amplio (2-12).

Tampoco produce la reacción de Maillard (pardeamiento), ya que no contiene el grupo aldehído reactivo.

4.4.2.6. Isomalt

Se conoce también como isomaltulosa hidrogenada o Palatinit®. Posee similitudes con respecto a la sacarosa; es inodoro, cristalino, no higroscópico, no reductor y ópticamente activo. Sin embargo, a diferencia de la sacarosa, el Isomalt es altamente estable a la hidrólisis enzimática y química. Es el único poliol derivado exclusivamente de la sacarosa. El proceso de fabricación se lleva a cabo en dos etapas; en la primera la sacarosa es transformada vía transglucosilación enzimática a isomaltulosa y en la segunda, ésta es hidrogenada para convertirla en isomalt. La enzima responsable de transformación de la sacarosa en isomaltulosa se llama *Protaminobacter rubrum*. La figura 9 detalla la fabricación de este alcohol polihídrico (Wijers y Sträter, 2001).

Fig. 9. Producción de Isomalt a partir de la sacarosa. El producto intermedio es conocido como Isomaltulosa o palatinosa.

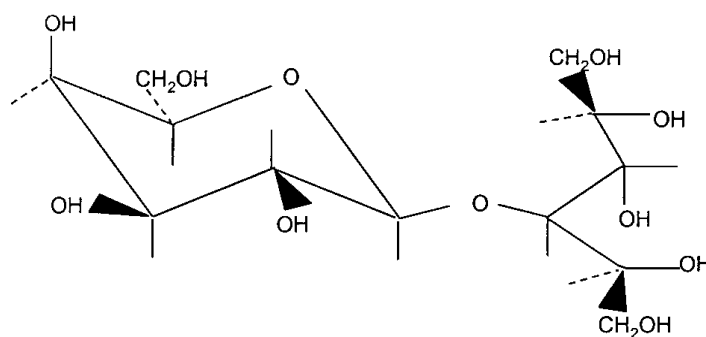


El dulzor relativo del isomalt está entre 0.45 a 0.64 comparado con la sacarosa. Este poliol posee un sabor dulce puro similar al de la sacarosa sin dejar ningún resabio. Si es combinado con otros edulcorantes de alta intensidad, el Isomalt tiende a enmascarar los resabios metálicos característicos de algunos de ellos (Wijers y Sträter, 2001).

4.4.2.7. Lactitol

Es conocido como lactositol, lactobiosit o lactit, y comercialmente como Lacty®. Es un edulcorante de volumen proveniente de la lactosa producido industrialmente por la hidrogenación de la glucosa perteneciente al disacárido. La estructura química del Lactitol, 4-O-(β-D-galactopiranosil)-D-glucitol, se exhibe en la figura 7.

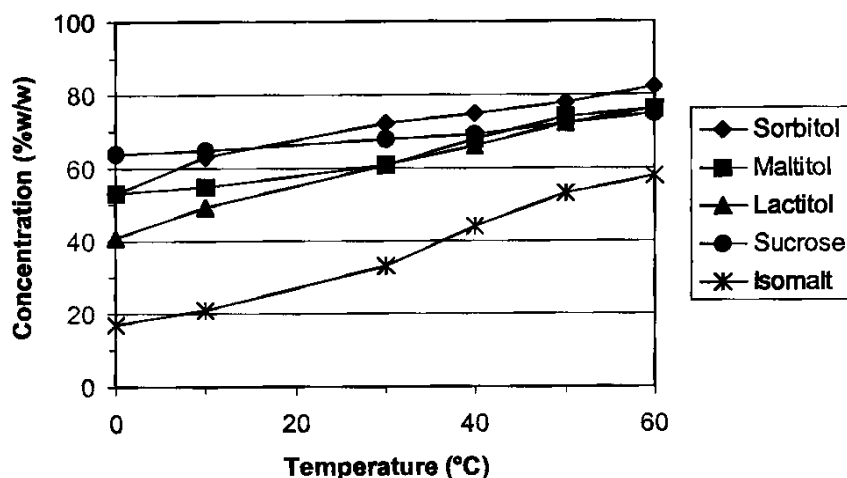
Fig. 10. Estructura química del lactitol



El lactitol tiene un dulzor limpio y libre de resabios. Ya que el poder edulcorante es bajo, si el producto alimenticio en el que es aplicado así lo requiere, es conveniente emplear un edulcorante de alta intensidad, tales como el acesulfame K, aspartame o sacarina, sustancias con las que existe una sinergia adecuada.

Por otro lado, el lactitol monohidratado (cristalino) es el menos higroscópico de todos los polioles junto con el manitol. Esto hace al lactitol recomendable para todos aquéllos productos en los que la absorción de agua es un parámetro crítico, como en alimentos horneados y productos de confitería. De la misma manera, su solubilidad es equiparable a la del maltitol según se evidencia en la figura siguiente.

Fig. 11. Solubilidad del lactitol y otros polioles a diferentes temperaturas.



Las soluciones de este poliol tienen una gran estabilidad durante su almacenamiento; una solución al 10% expuesta en un rango de pH de 3.0 a 7.5 a una temperatura de 60 °C no demuestra descomposición alguna al cabo de un mes. Después de 2 meses se detecta una leve desintegración del 15%. Con el incremento de la temperatura y de la acidez, se observa un deterioro hidrolítico del lactitol. El sorbitol y la galactosa son los principales productos de tal descomposición.

Igual que los otros polioles, el lactitol es absorbido lentamente en el intestino delgado y no origina un incremento en los niveles de glucosa o insulina en la sangre, así que es recomendado para personas que adolecen de diabetes. Además se ha demostrado que su uso calórico nutricional equivale a la mitad de los hidratos de carbono comunes, con un valor máximo de 2 kcal/g, o 8.4 kJ/g.

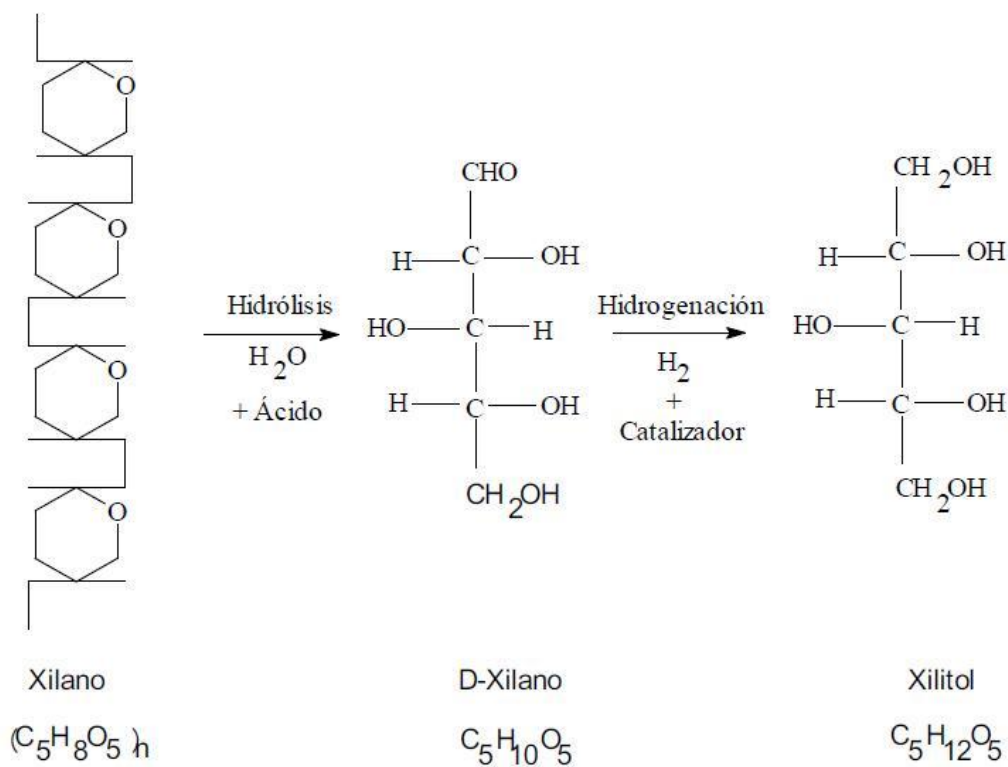
El lactitol puede llegar a tener efectos prebióticos pues llega al colon intacto, lugar donde se utiliza como fuente de energía por la microflora intestinal. La fermentación del lactitol favorece el crecimiento de bacterias sacarolíticas, lo cual repercute en la disminución de las bacterias proteolíticas, responsables de la producción de amoníaco, compuestos cancerígenos y endotoxinas. Esto puede influir positivamente en la salud de animales y humanos. Estudios *in vitro* han demostrado que el lactitol estimula el crecimiento de *Lactobacillus spp.* y *Bifidobacteria*, inhibiendo al mismo tiempo microorganismos como *Enterobacteria* y *Enterococci*. Estos efectos prebióticos pueden ser empleados para desarrollar nuevos productos.

4.4.2.8. Xilitol

El xilitol es un poliol de 5 carbonos con un dulzor semejante al de la sacarosa. Se encuentra en cantidades pequeñas en una amplia variedad de frutas y vegetales como peras, maíz, frambuesas, hongos, líquenes e incluso levaduras, sin embargo, ya que la cantidad es pequeña su extracción a partir de estas fuentes se dificulta. Por eso, su obtención se hace a través de la reducción de xilosa, la cual, a su vez, se extrae mediante la hidrólisis de xilanos de la madera (hemicelulosa) o de los pericarpios y mazorcas del maíz, así como de diversas maderas.

En principio, la obtención industrial del xilitol involucra cuatro pasos. El primer paso es la desintegración del material rico en xilano para llevar a cabo una hidrólisis para la obtención de la xilosa. El siguiente paso es el aislamiento de la xilosa contenido en los hidrolizados a través de procesos cromatográficos para producir una solución de xilosa pura. El tercer paso es la hidrogenación de ésta en presencia de un catalizador de níquel para generar xilitol. Por otra parte, la hidrogenación de la solución impura de xilosa puede llevarse a cabo en primer lugar, seguido por la purificación del jarabe de xilitol. Finalmente, el xilitol es cristalizado en su forma ortorrómbica.

Fig. 12. Principio para la producción de xilitol



Posee un dulzor igual al de la sacarosa, pero con 40% menos calorías. Se usa en una amplia variedad de productos como gomas de mascar, gaseosas y confitería, siendo la lista de alimentos que contiene xilitol cada vez más numerosa. La combinación de xilitol con otros polioles, tales como el sorbitol crea poderosos e importantes sinergismos.

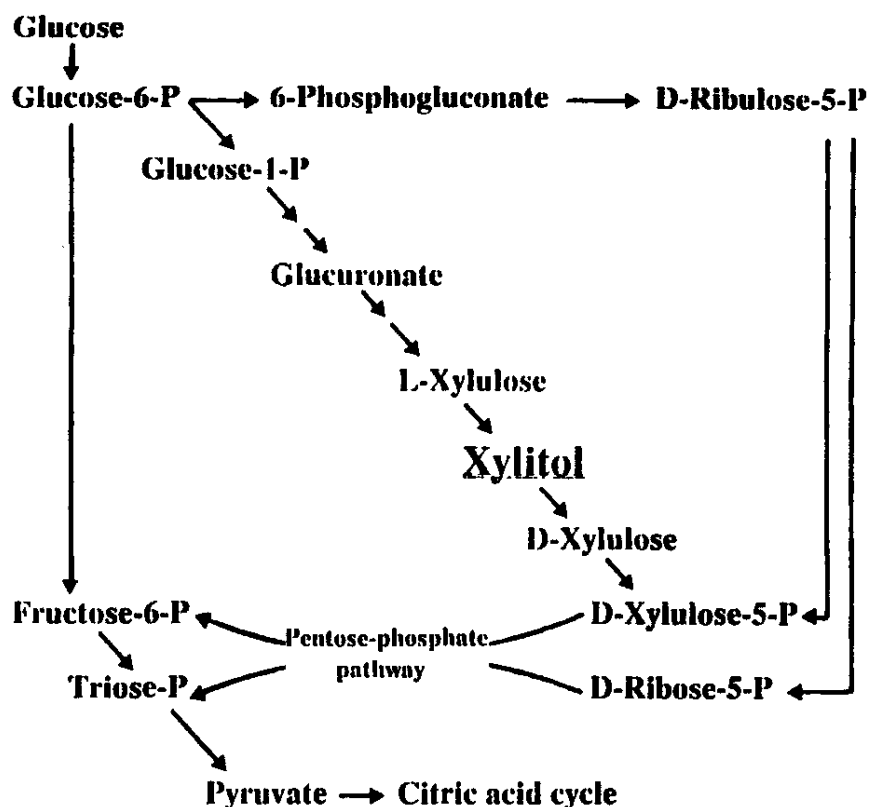
El xilitol es estable en dentro de un rango de pH de 5 a 7 y a temperaturas de hasta 120 °C, posee un punto de ebullición de 216 °C (760mm Hg), Además, su solubilidad es 2% más alta que la de la sacarosa a temperatura corporal.

El efecto enfriante del xilitol es ampliamente explotado en productos de confitería como tabletas, chicles y comprimidos. En aquéllos en donde el xilitol se encuentra disuelto dicho efecto no se percibe del todo, ni en donde prevalece una forma amorfa (jaleas, caramelos duros, etc.).

Las gomas de mascar libres de azúcar son el producto líder a nivel mundial en el que aplique más el xilitol. Aunque en principio es posible producir pastillas, chocolates, caramelos duros, rellenos de helado y otros dulces exclusivamente con xilitol, normalmente son añadidos otros sustitutos de azúcar para optimizar la dulzura, textura o vida útil. Las gelatinas de pectina sin azúcar, se pueden producir con una combinación de xilitol e hidrolizados de almidón hidrogenado. El xilitol cristalino, que tiene una apariencia similar a la sacarosa, es un excelente ingrediente para fabricar jaleas de pectina y otras formas de confitería.

El xilitol se forma como un intermediario natural en el cuerpo humano a través del metabolismo de la glucosa. En principio, están disponibles dos vías metabólicas diferentes para el uso de xilitol: (a) el metabolismo directo de xilitol absorbido en el organismo, sobre todo en el hígado, o (b) el metabolismo indirecto por medio de la degradación fermentativa de xilitol no absorbido por la flora intestinal (Olinger y Pepper, 2001). Éste último se muestra en la figura 13. El esquema exhibe cómo el xilitol está relacionado con la vía metabólica de los hidratos de carbono mediante la vía de las pentosas.

Fig. 13. Metabolismo de Xilitol.



(Olinger y Pepper, 2001)

Con base en diversos estudios y observaciones sobre la absorción y metabolismo del xilitol dentro del organismo, se ha determinado el valor energético aproximado que aporta el xilitol, concluyendo que es alrededor de los 2.8-2.9 kcal/g. Sin embargo, de acuerdo a la FDA, el valor calórico para este poliol es de 2.4 kcal/g.

4.4.3. Propiedades fisicoquímicas de los principales polioles

En términos técnicos, la diferencia importante entre los polioles y los edulcorantes de alta intensidad radica en que los primeros se usan generalmente en la misma cantidad que la sacarosa y los demás azúcares tradicionales. Por ello se le llaman edulcorantes de volumen.

Como ya se ha revisado, los polioles son usados principalmente en confitería, alimentos, cuidado bucal, farmacéutica y otras aplicaciones industriales debido a algunas de las propiedades que presentan estos compuestos: proporcionan una menor cantidad de calorías además de poseer un

perfil de dulzor agradable y la capacidad para retener humedad y mejorar procesos. De esta manera, los polioles sirven como humectantes, agentes de volumen y depresores del punto de congelación (Srivastava, 2005).

Tabla 5. Comparativo de algunos polioles en sus propiedades fisicoquímicas

Poliol	Dulzor relativo (sacarosa=1)	Calor de disolución (Kcal/g)	Cristalización	Aw (20°C)	Solubilidad g/100 g H ₂ O (25 °C)	Punto de fusión (°C)
Sorbitol	0.6-0.7	-26.5	21-23 °C	0.70	235	97
Manitol	0.5-0.52	-28.9	-----	0.95	23	165
Jarabe de poliglicitol	0.3-0.4	n/a	No cristaliza	-----	-----	-----
Jarabe de maltitol	0.7-0.8	n/a	No cristaliza	-----	-----	-----
Maltitol	0.74-0.95	-18.9	-----	0.80	165	150
Eritritol	0.53-0.70	-23.3	-----	-----	70	126
Isomalt	0.45-0.64	-9.4	-----	-----	29	145-150
Lactitol	0.4	-13.9	Similar a la sacarosa	0.85	200	122
Xilitol	0.87-1.0	-36.6	-----	0.85	200	92-96

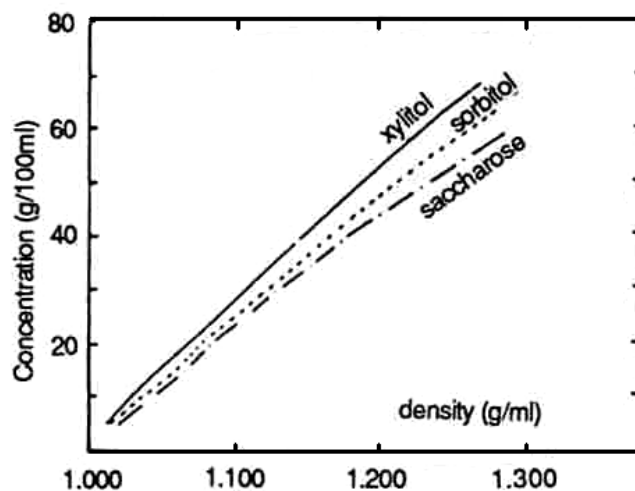
La tabla anterior resume las propiedades fisicoquímicas principales de los polioles más empleados. De la misma se obtienen algunas particularidades interesantes, entre ellas que la solubilidad varía considerablemente dependiendo del polioliol y de la temperatura; por ejemplo, el manitol y el isomalt son apenas solubles en agua, mientras que el sorbitol y el lactitol, son excesivamente solubles a cualquier temperatura. La magnitud de esta característica, que es específica para cada polioliol, tiene claras repercusiones técnicas y operacionales; de esta manera, los jarabes hidrogenados de glucosa no pueden cristalizar y actúan como agentes anti-cristalizantes en muchos productos, controlando así la cristalización del sorbitol justo como lo hacen los jarabes de glucosa sobre la sacarosa (Macías, 2010).

No existe una relación entre la higroscopicidad de un producto en solución y la del mismo producto en estado cristalino. Así, por ejemplo, aunque el sorbitol es un excelente humectante en solución, su forma cristalina no es muy higroscópica. Esta propiedad se puede inferir a través de la actividad acuosa de cada polioliol.

La disolución de cristales está acompañada de fenómenos térmicos. La mayoría de los polioles posee un calor de disolución negativo muy alto como puede observarse en la Tabla 5. Por esta razón, al disolverse los polioles en la boca a partir del estado cristalino o sólido producen un efecto refrescante (también llamado efecto enfriante). Este efecto es deseable en las pastillas de menta o productos mentolados; asimismo, es desagradable para pasteles y chocolates. Como se señala en la misma tabla, esta particularidad fisicoquímica no aplica para el jarabe de poliglicitol ni para el jarabe de maltitol, aditivos empleados en el presente trabajo. De esta manera, el sorbitol y el xilitol son los polioles cristalinos con mayor efecto refrescante; por su parte, el manitol es poco refrescante ya que, aunque posee un calor de disolución superior al sorbitol, tiene una solubilidad débil.

La densidad de las soluciones de poliol varía con la concentración como puede observarse en la Fig. 14. En el caso de los polioles en polvo, ésta depende de la granulometría.

Fig. 14. Densidad de disoluciones de xilitol, sorbitol y sacarosa en función de la densidad.



(Macías, 2010)

Tabla 6. Densidad de algunos polioles (Macías, 2010)

Poliol	Densidad (20 °C)
Cristales de sorbitol	0.6000-0.7000
Sorbitol (disolución al 70%)	1.2879
Maltitol (disolución al 70%)	1.3000
Cristales de maltitol	0.6500
Xilitol (disolución al 40%)	1.1407
Xilitol (disolución al 70%)	1.2667
Lycasin ® 80/55 (Jarabe de maltitol)	1.3600

4.4.4 Propiedades fisiológicas de los polioles

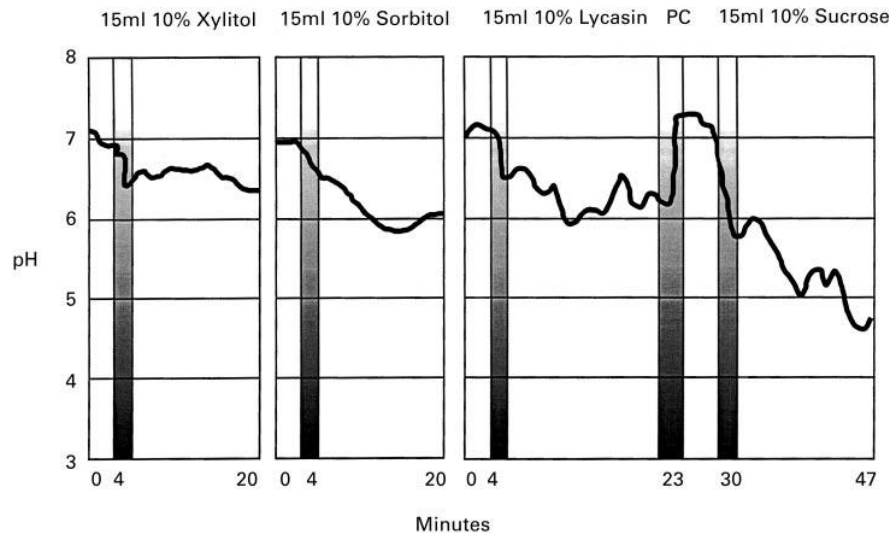
4.4.4.1. Cariogenicidad

Como se ha resaltado, el uso de polioles supone ciertas ventajas respecto a los azúcares tradicionales que forman parte habitual de la dieta (sacarosa, fructosa, glucosa) sobresaliendo:

- Induce una reducida respuesta a la insulina.
- Admite la posibilidad de que los productos de los que forma parte sean etiquetados como “libres de azúcar” y “sin azúcar adicionada”.
- No produce reacciones de oscurecimiento en las aplicaciones de panadería. (Reacción de Maillard)
- No promueve la caries dental.

Respecto a la baja capacidad cariogénica de los polioles, se debe apuntar que la bacteria *Streptococcus mutans* disminuye su capacidad de inducir la caries dental cuando se usan estos sustitutos de azúcar. En experimentos realizados en que se dejó actuar el microorganismo en soluciones de diferentes polioles, se demostró que no hubo crecimiento ni producción de ácido. Por este motivo algunos autores afirman que los productos de confitería elaborados con polioles y a los que se conoce como libre de azúcar son “seguros para los dientes” (Fig. 15).

Fig. 15. Curva telemétrica de pH para la respuesta de la placa bacteriana en diferentes soluciones de polioles



(Zumbé, Storey y Lee, 2001)

El *S. mutans* es mucho más cariogénico si las personas reciben una dieta rica en sacarosa. La capacidad del *S. mutans* para adherirse firmemente a las paredes de los dientes en presencia de sacarosa, es una de las características que se relaciona con su potencial para el desarrollo de la caries. No obstante, este microorganismo no es el único que puede causar caries dental, también *S. salivarius* y algunos actinomicetos son capaces de causar lesiones cariosas. Sin embargo, es *S. mutans* el que posee mayor capacidad para producir este tipo de patología (Molina-Frechero, Castañeda-Castaneira y Reyes-Reyes, 2007).

La fermentación de los azúcares y de los almidones por las bacterias orales produce ácido, el cual tiene un efecto adverso sobre el esmalte de los dientes debajo de un pH crítico. Para que una sustancia sea clasificada como no-acidogénica, el valor de pH crítico en el ser humano, medido por una placa telemétrica debe ser igual o superior a 5.7. Los polioles se consideran “amigables con los dientes” o “tooth-friendly” en inglés, por lo que son sustancias no acidogénicas (Tabla 7). No se utilizan como sustrato para la producción de ácido láctico o de la placa de polisacáridos sintetizada por estreptococos orales (Embuscado y Patil, 2001).

Tabla 7. Criterios de evaluación para la Salud Dental relacionados con las propiedades de los polioles y sus resultado (Embuscado y Patil, 2001)

Poliol	Fermentación oral ácida (pH-Telemetría)	Formación de glucanos insolubles	Estudios clínicos de caries disponibles en humanos	Estudios de producción de caries en ratas	Seguridad para los dientes/"Tooth friendly"
Eritritol	Nula	Nula	¿?	Baja	Si
Xilitol	Nula	Nula	Si	Baja	Si
Sorbitol	Baja-Nula	Nula	Si	Intermedio-Bajo	Sí
Manitol	Nula	Nula		Bajo	Sí
Isomalt	Nula	Nula	Nula	Bajo	Sí
Lactitol	Nula	Nula	Nula	Bajo	Sí
Maltitol	Nula	Nula	Nula	Bajo	Sí
HSH ^a	Baja-Sí	No	Si	Bajo	Sí

^aDepende de la composición del producto alimenticio.

El "potencial cariogénico" de un alimento, fue definido por el Consenso de la Conferencia Científica sobre Métodos para la Evaluación del Potencial Cariogénico de los Alimentos como "la capacidad de un alimentos para fomentar la caries dental en los humanos en condiciones propicias para la formación de caries". El Consenso llegó a un acuerdo al establecer las líneas de prueba sobre las cuales se determinaría si un alimento tiene baja capacidad cariogénica o no tiene dicha capacidad. El Consenso estableció que los "alimentos evaluados por dos metodologías para determinar la placa que arrojen perfiles de pH y de acidez estadísticamente equivalentes a los que genera el sorbitol, serán considerados como poseedores de ningún potencial cariogénico" (Eberhardt, 2001).

La FDA ha autorizado el uso de la leyenda "no fomenta la caries dental" declarado en las etiquetas de los productos alimenticios sin azúcar endulzados con polioles.

En teoría, entre mayor cantidad de sacáridos hidrogenados (DP4 en adelante) posean los HSH, es más probable a liberar mayor cantidad de glucosa, por lo tanto son más propensos a ser fermentados por parte de las bacterias orales. A causa de esto y de los diferentes perfiles y grados de polimerización de los diversos HSH, se han realizado ensayos para determinar en realidad la cariogenicidad de cada uno de los HSH. Aunque HSH con altas concentraciones de sacáridos con un mayor grado de polimerización muestran una caída mayor en el pH que aquellos con un menor

cantidad de sacáridos, cada uno ha demostrado que se mantiene por encima de un pH de 5.7, lo que los hace "seguros para los dientes" (Eberhardt, 2001).

Estos efectos benéficos para la salud son un punto trascendental que deben considerarse tanto los formuladores de la Industria Alimentaria como la sociedad en general. Sobre todo considerando la problemática de salud que vive hoy en día en relación con las enfermedades no transmisibles.

4.4.4.2. Seguridad y Tolerancia Digestiva

Respecto a la tolerancia de consumo, de manera general, se considera que para la mayoría de los individuos es perfectamente aceptable una ingesta de 20g de polioles en cualquier ocasión de consumo. Sin embargo, siempre habrá una minoría que experimente algunos síntomas de intolerancia, los cuales se incluyen en la Tabla 8.

Tabla 8. Síntomas de intolerancia asociados al consumo de polioles

Síntoma	Descripción	Causa principal
Laxación	Incremento del movimiento intestinal	Efecto osmótico del poliol intacto o hidrolizado
Diarrea	Heces acuosas y deshidratación	Efecto osmótico del poliol intacto o hidrolizado
Cólicos	Dolor abdominal o incomodidad	Exceso de gas intestinal debido a la fermentación del poliol o su hidrolizado
Hinchazón	Dolor abdominal	Exceso de gas intestinal debido a la fermentación del poliol o su hidrolizado.
Gases	Flatulencias	Exceso de gas intestinal debido a la fermentación del poliol o su hidrolizado
Borborigmos	Sonidos abdominales	Efecto osmótico del poliol intacto o hidrolizado

(Zumbé, Storey y Lee, 2001)

Los síntomas de intolerancia a polioles son similares a los asociados con otros alimentos que contienen carbohidratos de baja digestibilidad, como las frutas secas o los cereales integrales. Se presentan dependiendo del grado de mala absorción, la actividad osmótica del alcohol de azúcar y si la capacidad fermentativa del colon ha sido excedida (Macías, 2010).

Se ha demostrado que hay una importante variabilidad entre los sujetos en la tolerancia de los carbohidratos poco digeribles y el riesgo de intolerancia también puede variar en el mismo individuo. La variabilidad entre sujetos se debe probablemente a diferencias en la capacidad de absorción, patrones de motilidad, respuestas colónicas y sensibilidad intestinal. Esto explica que algunas personas necesiten adaptarse gradualmente a mayores ingestas de polioles.

Por estas razones, es importante mencionar que los productos que contienen polioles son completamente seguros bajo las condiciones de uso planeadas, pudiéndose presentar algún malestar transitorio solo si se consumen en exceso. Los polioles como *isomalt* y maltitol son mejor tolerados que los polioles monosacáridos como el sorbitol y manitol, que ejercen una mayor carga osmótica en el intestino (Zumbé, Storey y Lee, 2001).

Particularmente, los HSH también pueden ocasionar efectos laxantes si la ingestión de los mismos se realiza varias veces al día en sujetos con el estómago vacío y no habituados a estos aditivos. Los efectos laxantes los presentan la mayoría de los polioles si se excede la ingesta recomendada al día a causa de su absorción incompleta y su consecuente incremento de la presión osmótica. Este efecto se incrementa en los HSH con el aumento de la cantidad relativa presente de sorbitol en el jarabe y/o almidón hidrolizado. Sin embargo, el sistema digestivo parece adaptarse con una disminución de los síntomas tales como flatulencia y diarrea después de varias veces de consumo diario. A pesar de ello, es recomendable utilizar la leyenda “su consumo excesivo puede causar efecto laxantes” en las etiquetas de los productos (Eberhardt, 2001).

Aunque se ha evaluado poco los efectos digestivos de cada poliol, el reto de los encargados en el desarrollo de nuevos productos de confitería en los que los polioles constituyen una parte importante del producto es, precisamente, evitar los problemas relacionados con la baja tolerancia que presentan algunos sujetos. En la tabla 9, se despliegan las cantidades particulares para cada poliol que ocasionarían efectos laxantes, de acuerdo con las observaciones que se han realizado hasta el día de hoy. No obstante como ya se dijo, dichos valores no son concluyentes debido a los pocos estudios que se han realizado en cuanto al tema.

Tabla 9. Dosis de ingesta diaria de cada poliol para producir efectos laxantes

Poliol	Efecto Laxante (g/día)
Sorbitol	50
Manitol	20
Jarabe de poliglicitol	70-140
Jarabe de maltitol	70-80
Maltitol	100
Eritritol	125
Isomalt	30-50
Lactitol	40
Xilitol	50

4.4.4.3. Contenido Calórico

Puesto que la mayoría de los polioles son digeridos de manera incompleta y son absorbidos pobremente, ésta es la principal razón por la que sus valores calóricos son menores que los del azúcar (Macías, 2010).

Sin embargo, no todos los polioles poseen el mismo valor calórico. Incluso éstos difieren entre sí para el mismo poliol, según la legislación que se consulte. Posteriormente se detallará este aspecto. La tabla 10 expone los las calorías que aporta cada poliol por gramo, aceptados en Estados Unidos.

Tabla 10. Valores calóricos de cada poliol aprobados en Estados Unidos

Poliol	Contenido calórico (Kcal/g)
Sorbitol	2.6
Manitol	1.6
Jarabe de poliglicitol	3
Jarabe de maltitol	3
Maltitol	2.1
Eritritol	0.2
Isomalt	2
Lactitol	2
Xilitol	2.4

4.4.4.4. Respuesta glicémica. Efectos en diabetes mellitus

La Asociación Americana de Diabetes reconoce el valor calórico inferior de polioles pero advierte que su utilización puede no contribuir a una reducción significativa en el total de calorías o el contenido de carbohidratos de la dieta diaria.

También reconoce que producen una menor respuesta glicémica en relación con la fructosa, la glucosa o la sacarosa, debido a su absorción incompleta en el intestino (ADA, 2004).

Hablando de los HSH, es importante mencionar que las calorías e hidratos de carbono de los productos endulzados con estos jarabes deben contabilizarse en el plan de comidas. Aunque los estudios han demostrado una disminución de la respuesta glicémica en comparación con la glucosa, los HSH y otros ingredientes en los productos alimenticios pueden tener el potencial para afectar los niveles de glucosa en sangre. Reconociendo que la diabetes es un proceso complejo y puede variar entre los individuos, la utilidad de los HSH y el resto de los polioles deben ser discutidos entre los individuos y sus médicos (Eberhardt, 2001).

Tabla 11. Respuesta glicémica de diversos polioles

Poliol	Índice glicémico
Sorbitol	~10
Manitol	0
Jarabe de poliglicitol	~39
Jarabe de maltitol	~48-53
Maltitol	~35
Eritritol	0
Isomalt	~9
Lactitol	~6

4.4.5. Toxicidad

Debido a que todo aditivo alimentario debe ser seguro y confiable para su uso en la aplicación de productos alimenticios, es necesario que se lleven a cabo estudios para asegurar su inocuidad y garantizar de esta forma que son seguros para la población. Por ello se efectúan varias evaluaciones en animales y estudios clínicos en el hombre para certificar que los aditivos son

completamente confiables. Los edulcorantes, por ser aditivos que se consumen de manera elevada son de las sustancias que más se evalúan en el laboratorio, realizando ensayos toxicológicos y de riesgos químicos antes de que sean aprobados como aditivos alimentarios.

Es así que la información bibliográfica y las investigaciones disponibles coinciden en reconocer que los polioles no son sustancias tóxicas; sin embargo, la mayoría de ellos producen en el ser humano efectos laxantes y fenómenos de flatulencia, con dolores abdominales provocados por una hipermolaridad a nivel del colon, pero a dosis muy elevadas, con grandes variaciones entre individuos. Los síntomas precedentes se pueden observar entre 10 y 90 g (Macías, 2010).

Se han efectuado numerosos estudios de la toxicidad aguda, subaguda, crónica y subcrónica, así como de actividades carcinogénicas, mutagénicas, teratogénicas del maltitol, concluyendo que no existe evidencia alguna que muestre efectos adversos graves (Kato y Moskowitz, 2001). De hecho, en estudios recientes en ratas se demostró que una dieta que incluya maltitol reduce el riesgo de ceguera y tumores originados por hidracina.

Una amplia esfera de estudios aplicados a animales y humanos, incluyendo parámetros de largos períodos de alimentación, reproducción multigeneracional y aspectos teratológicos han manifestado que no existen riesgos ni efectos adversos en la salud, derivados del consumo de HSH. Así como estos y otros polioles, se establece que son seguros para el consumo humano. De hecho, el Comité Experto en Aditivos Alimentarios de la FAO/OMS concluyó que los jarabes de maltitol son completamente seguros (Kato y Moskowitz, 2001).

4.5 Uso de mezclas de edulcorantes de alta intensidad-poliol

De los edulcorantes de volumen que se han mencionado anteriormente, sólo el maltitol o el jarabe de maltitol hidrogenado poseen el dulzor relativo suficiente como para acercarse al perfil sensorial de las golosinas tradicionales. Esto origina que la diferencia en dulzor deba corregirse con el uso de HIS (edulcorantes de alta intensidad).

Los edulcorantes no nutritivos usualmente no provienen de hidratos de carbono y, por lo tanto, poseen diferentes propiedades físicas y químicas. Usualmente estos edulcorantes tienen sabores o resabios característicos que difieren de los que presentan los edulcorantes nutritivos tradicionales y son intensamente más dulces comparados con estos últimos.

Los edulcorantes no nutritivos se definen como sustancias que tienen menos del 2% del valor calórico en una unidad equivalente de capacidad de dulzor (Salminen y Hallikainen, 2002). La principal diferencia entre los edulcorantes nutritivos (o de volumen) y no nutritivos, además del contenido energético, es la cantidad de edulcorante requerida.

Muchos productos en el mercado actual contienen una mezcla de edulcorantes. La elección de estos edulcorantes obedece a razones específicas según la aplicación, ya sea por nivel de dulzor o por color, sabor, efectos glicémicos, viscosidad, textura, actividad acuosa, humectación, propiedades de unión, propiedades de cristalización, depresión del punto de congelación, etc. (Srivastava, 2005).

Al emplear HIS se puede presentar una condición de sinergia, es decir, una mezcla de edulcorantes que proporciona un mayor sabor dulce que la suma de la cantidad aportada por cada uno de ellos de manera individual (Edwards, 2002). Existen evidencias de estos efectos en bebidas refrescantes, pero en confitería el fenómeno es menos aparente.

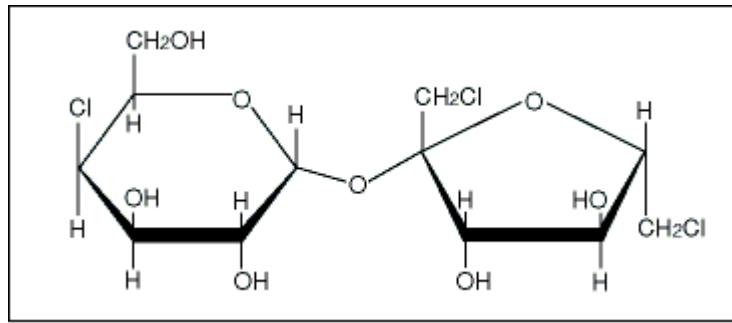
La sinergia no es sólo un efecto numérico bruto, puede presentarse sinergia entre una aparición rápida del sabor dulce como en el aspartamo en combinación con otro edulcorante que produzca una aparición más lenta del sabor dulce.

La mejor manera de hacer una elección eficiente de los componentes de estas combinaciones de edulcorantes para personalizar los productos consiste en familiarizarse con las características, ventajas y desventajas de estas sustancias así como con las necesidades de cada aplicación.

El maltitol ha mostrado fuerte sinergia con ciclamatos y acesulfame K y únicamente dulzor aditivo con aspartamo. Se ha observado una sinergia mayor a 20-30% en una mezcla 50:50 de maltitol y ciclamato de sodio (Srivastava, 2005).

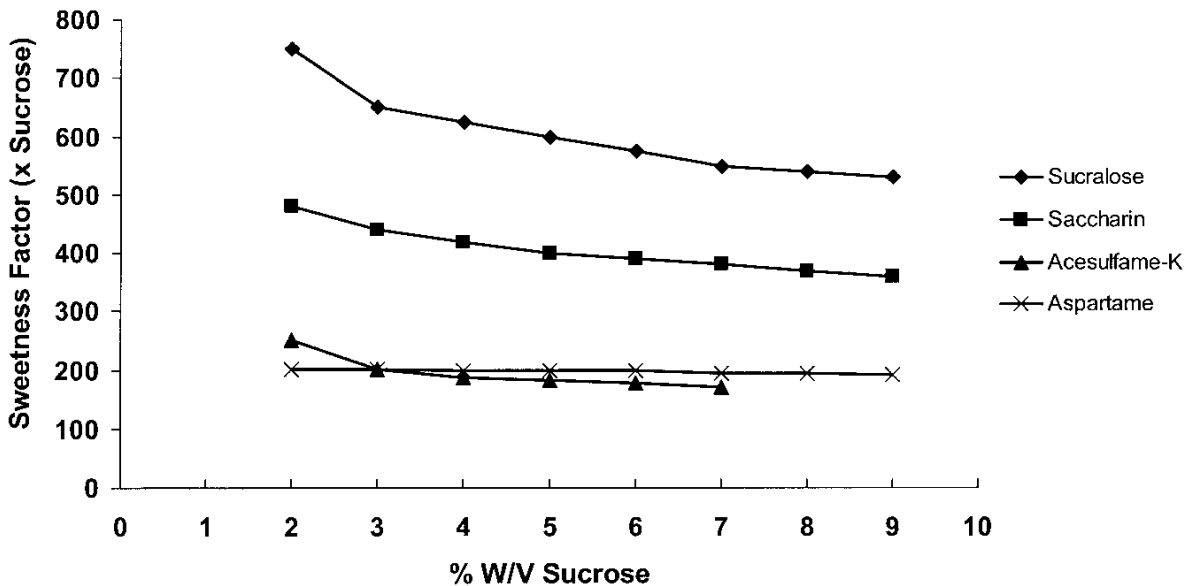
La sucralosa es un HIS que, químicamente, proviene de la cloración selectiva de la sacarosa. Este cambio en la conformación molecular genera alteraciones en el dulzor relativo y estabilidad respecto a la sacarosa, sin comprometer la calidad sensorial del sabor. El poder edulcorante de la sucralosa es de 600. El resultado es un edulcorante con dulzor placentero similar al de la sacarosa, además de no poseer un post gusto desagradable. La sucralosa es un sólido blanco, cristalino, no higroscópico, altamente soluble en agua, etanol y metanol.

Fig. 16. Estructura química de la sucralosa



Como ejemplo del dulzor de la sucralosa, se necesitan 20 mg/L de esta sustancia para igualar el dulzor de una solución al 2% de sacarosa.

Fig. 17. Intensidad de dulzor de varios edulcorantes no nutritivos



(Goldsmith y Merkel, 2001)

Debido a las características fisicoquímicas de la sucralosa y su alta estabilidad, se ha realizado una petición a la *U. S. Food and Drug Administration* (FDA) que cubre muchas categorías tradicionales en el uso de HIS y otras categorías que podrían ser consideradas como nuevas oportunidades para estas sustancias. La Tabla 12 presenta las categorías para las que el uso de la sucralosa ha sido sugerido y aceptado por la FDA.

Tabla 12. Categorías de aplicación de la sucralosa

Productos de panificación	Productos congelados de frutas
Bebidas y bases para bebidas	Gelatinas y budines
Gomas de mascar	Mermeladas y jaleas
Café y té	Productos lácteos
Confitería y productos de heladería	Frutas procesadas y jugos de frutas
Análogos de productos lácteos	Sustitutos de azúcar
Grasas y aceites (aderezos para ensaladas)	Salsas dulces, cubiertas y jarabes
Postres lácteos congelados y mezclas	

(O'Brien-Nabors y Gelardi, 1991)

Según O'Brien-Nabors y Gelardi (1991), las investigaciones respecto a la inocuidad indican que la sucralosa y los productos de su hidrólisis son seguros siempre y cuando se usen de acuerdo a las dosis proyectadas para el consumo humano.

4.6. Legislación y asuntos regulatorios

Existen notables inconsistencias en la regulación del uso de este tipo de edulcorantes, las clasificaciones y denominaciones suelen variar según el país. El Dr. John Howlett, un experto en asuntos regulatorios, demostró que dentro de la Unión Europea, los polioles son considerados como aditivos alimentarios, mientras que otros LDCs son considerados como ingredientes. La discrepancia surge al considerar que los aditivos alimentarios son rigurosamente evaluados mientras que los ingredientes ostentan un relajado escrutinio regulatorio.

Además dentro de la Unión Europea, los alimentos que contienen más de 10% de poliol agregado deben llevar la etiqueta precautoria de "el consumo excesivo puede tener un efecto laxante". En Estados Unidos la obligatoriedad de esta etiqueta es evaluada según sea el caso.

Como ocurre con muchos aditivos alimentarios, no existe una legislación universal sobre los aportes calóricos de los polioles en diferentes países. De esta manera, mientras que la Unión Europea y con propósitos de etiquetado, establece que el aporte energético de los polioles debe ser de 2.4kcal/g (comparándose con un valor de 4kcal/g para los azúcares y otros carbohidratos) en E.U. dichos valores se establecen para cada poliol, según se observa en la *Tabla 4*.

Tabla 13. Valor calórico de los polioles (kcal/g)

	Sacarosa	Sorbitol	Xilitol	Manitol	Maltitol	Isomalt	Lactitol
Unión Europea	4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4
Estados Unidos	4	2.6	2.4	1.6	2.1	2	2
Japón	4	3	3	2	2	2	2

(Zumbé, Storey y Lee, 2001)

Aunque existe cierta similitud en cuanto a las características que deben poseer los alimentos y bebidas para ser considerados como reducidos en calorías, hasta la fecha no existen parámetros que permitan generalizar al respecto, como se observa en las tablas 5, 6, 7 y 8 que evidencian que los criterios continúan siendo regionales.

Tabla 14. Requerimientos para considerar un alimento reducido en calorías

Clasificación	Unión Europea	Estados Unidos	Japón
Reducido en energía	No contemplado. Aplican disposiciones individuales por estado.		Reducción del 25% comparado con el producto original
	Dinamarca Finlandia Alemania Grecia España	Reducción del 30% comparado con el producto original	
	Francia Holanda	Reducción del 33% comparado con el producto original	
	Suecia Reino Unido	Reducción del 25% comparado con el producto original	
<i>Light</i>	No existe legislación.		Los productos deben tener una reducción de 33% de calorías y de 50% de grasa.
Libre de calorías	-		-
Sin calorías Reducido en calorías Bajo en calorías	-		<5kcal/100g sólido ó 100mL líquido <40kcal/100g sólido ó 20kcal líquido

(Zumbé, Storey y Lee, 2001)

Tabla 15. Clasificación relacionada con el contenido de azúcar en los alimentos

Clasificación	Unión Europea	Estados Unidos	Japón
Sin azúcar añadida	<p>Permitida en productos donde la adición de azúcar extrínseco no se considera un ingrediente. La adición de ingredientes naturales que contienen azúcares intrínsecos es permitida (ej. La leche contiene lactosa). No se ha contemplado. Aplican disposiciones individuales por estado. Azúcar residual de 0.5g por 10g de producto es generalmente aceptado.</p>		
Reducido en azúcar	<p>Dinamarca, Finlandia, Alemania y España requieren una reducción de 30% comparada con el producto de referencia.</p>	<p>El alimento debe contener al menos 25% menos azúcares que la referencia y la etiqueta establece el porcentaje de reducción y la identidad del alimento referencia.</p>	<p><5% en sólidos o <2.5% en líquidos</p>
Sin azúcar	<p>Francia y Holanda requieren 33% y Reino Unido y Suecia 25%. No se ha contemplado. Aplican disposiciones individuales por estado. 0.5g azúcares residuales por 10g de producto es generalmente aceptado.</p>	<p>El alimento debe contener menos de 0.5g de azúcares por ración y el azúcar no es un ingrediente. Se debe etiquetar como 'reducido en calorías' o 'bajo en calorías' y observar estos requerimientos debe tener una leyenda en la etiqueta 'no es un alimento reducido en calorías'.</p>	<p>0.5g/100g sólido ó 100mL de líquido</p>

(Zumbé, Storey y Lee, 2001)

En México, la única referencia para alimentos que han sido reducidos en cuanto a contenido energético es la NOM NOM-086-SSA1-1994. Bienes y servicios. Alimentos y bebidas no alcohólicas con modificaciones en su composición. Enseguida se detalla lo referente de esta norma que se aplica a los dulces elaborados con polioles.

Tabla 16. Denominaciones en la legislación mexicana para los alimentos modificados en su contenido calórico y de azúcares

<p>Productos con menor contenido de calorías: aquellos productos a los que en su elaboración se les ha disminuido parcial o totalmente el contenido calórico.</p>	<p>Producto sin calorías: contenido de calorías menor a 5 calorías/porción.</p>
	<p>Producto bajo en calorías: contenido menor o igual a 40 calorías/porción. Cuando la porción sea menor o igual a 30 g, su contenido de calorías debe ser menor o igual a 40 calorías/50 g de producto.</p>
	<p>Producto reducido en calorías: contenido de calorías al menos un 25% menor en relación al contenido de calorías del alimento original o de su similar.</p>
<p>Productos con menor contenido de azúcar: aquellos a los que se les ha reducido parcial o totalmente el azúcar.</p>	<p>Producto sin azúcar: contenido de azúcar menor a 0.5 g/porción.</p>
	<p>Producto reducido en azúcar: contenido de azúcar reducido por lo menos en un 25% del contenido del alimento original o de su similar.</p>

(NOM-086-SSA1-1994)

Tabla 17. Normatividad vigente para el uso del edulcorante sucralosa

El edulcorante sucralosa es permitido como sustituto del azúcar en los productos objeto de la NOM-086-SSA1-1994 dentro de los siguientes límites:	
Presentaciones de mesa	BPF
Cereales para desayuno	<0.1%
Bebidas como se consumen	<0.025%
Postres y rellenos como se consumen	<0.025%
Gomas de mascar	<0.15%
Jaleas	<0.045%
Aderezos	<0.04%
Dulces	<0.07%
Mezclas para hornear y productos de panadería como se consumen	<0.065%
Pudines	<0.04%
Jarabes de mesa	<0.15%

(NOM-086-SSA1-1994)

Cabe mencionar que los polioles han sido reconocidos por la FDA como sustancias GRAS (generalmente reconocidas como seguras), algunos de ellos están legislados como “aditivos alimentarios” y otros como “ingredientes”. De la misma manera se han establecido algunas ADI (ingesta diaria aceptable por sus siglas en inglés) y ADI ‘no especificada’ para los polioles, esto significa que el Comité Experto en Aditivos Alimentarios de la FAO/OMS no considera necesario expresar un valor ADI pues no representa ningún riesgo para la salud. En este caso se encuentra por ejemplo el sorbitol, el xilitol, los HSH y los jarabes de maltitol.

4.7. Los edulcorantes en la confitería

En la industria de la confitería, los edulcorantes aportan atributos fundamentales en el proceso de elaboración, explicando incluso su relevancia en las características sensoriales y la vida útil de cada producto. Las funciones que los edulcorantes deben satisfacer en cada tipo de producto son muy importantes y se deben tomar en cuenta en el desarrollo de nuevas formulaciones. A continuación se enlistan las principales funciones que, de acuerdo a Alexander (1998), los edulcorantes deben desempeñar en los productos de confitería.

Nivel de dulzor

La función primaria de los edulcorantes es proporcionar dulzor. La elección de un edulcorante o la mezcla de ellos determina cuan dulce será el producto.

Textura

En confitería, la textura incluye características como dureza, suavidad y adhesividad, así como cuerpo o sensación bucal.

El ingrediente más importante que contribuye a la textura de los productos de confitería es la sacarosa, pues muchos de los procesos de elaboración involucran la disolución y la subsecuente recristalización de la sacarosa. Se forman soluciones sobresaturadas y después son enfriadas para causar la recristalización o solidificación.

La cristalización de una solución de azúcar es conocida como *granulación (graining)*, que involucra la formación de una estructura cristalina. Si la solución de azúcar se enfría lentamente, sin agitación, se obtienen cristales de gran tamaño; si el enfriamiento es rápido y con agitación, el resultado son cristales finos.

La cristalización de la sacarosa también es modulada por el segundo ingrediente más usado en confitería, el jarabe de maíz. Los azúcares de alto peso molecular, particularmente en productos con baja DE (Dextrosa Equivalente), inhiben la cristalización de la sacarosa y otros azúcares simples. De esta manera, el caramelo duro, que contiene jarabe de glucosa, es un sólido pero no es cristalino.

El jarabe de glucosa también aporta una textura suave a caramelos, malvaviscos y gomitas, además de estabilizar espumas en malvaviscos y *nougats*.

Humectación

Con la finalidad de que los productos terminados no sufran de secado antes de ser consumidos, algunos de los ingredientes deben ser higroscópicos, es decir, atraer y retener las moléculas de agua presentes en las demás materias primas involucradas en la formulación.

Edulcorantes como la sacarosa, el azúcar invertido, la fructosa y la dextrosa pueden actuar como humectantes. Los azúcares de alto peso molecular como los jarabes de maíz son menos

higroscópicos y por tanto, ayudan a prevenir la pegajosidad causada por una absorción excesiva de agua.

4.8 Consideraciones sobre los procesos de elaboración de los productos de confitería

La elaboración de dulces es frecuentemente considerada un arte. Más allá de esta concepción, entender la ciencia detrás de las manipulaciones artísticas puede ayudar a aclarar el desarrollo tecnológico asociado a la confitería. Vislumbrada desde esta perspectiva, la elaboración de dulces se puede definir como una manipulación del estado físico de los azúcares presentes, a saber, la forma cristalina de las moléculas de edulcorante (Alexander, 1998).

Existen varios aspectos de la ciencia los cuales son fundamentales para la confitería, entre ellos se destacan la estabilidad, la actividad acuosa, la humedad relativa, el punto de rocío, el pH e incluso las reacciones de Maillard. Los productos de confitería se mantienen en buen estado por largo tiempo en comparación con otros productos alimenticios. Su larga vida de anaquel se debe en parte a la incapacidad de los microorganismos para proliferar en estos productos, ya que en la mayoría de ellos, el contenido de humedad es muy bajo (Edwards, 2002).

En cuanto al proceso general de fabricación de productos de confitería, se debe resaltar el hecho de que los azúcares empleados se funden al calentarse y posteriormente, cuando se enfrían, recristalizan. La formación de cristales durante el enfriamiento depende de factores como la agitación, la temperatura, la viscosidad, el tipo de edulcorante usado, la presencia de otros ingredientes (gomas, almidones, grasas, entre otros) y el pH del sistema.

Agitación

Mientras mayor agitación o batido se imprime a una solución de azúcar fundido durante el enfriamiento, se forma un mayor número de cristales más pequeños y mayor proporción. En el extremo opuesto, los cristales grandes son consecuencia de una menor agitación y originan dulces de consistencia granular.

Temperatura

En general, a temperaturas superiores y mientras mayor tiempo se mantenga la ebullición (si se llega a ella), un mayor número de cristales iniciales se disuelven y debido a eso tienen la habilidad de recristalizar. Si no se disuelven y funden todos los cristales, éstos actúan como núcleos en

donde nuevos cristales se forman y crecen, originando un menor número de ellos con un mayor tamaño. Esta consideración es importante en la elaboración de caramelo duro, pues si no toda la sacarosa se disuelve en la solución, se obtiene un producto granuloso y turbio, de baja calidad.

El enfriamiento también es trascendente. En la manufactura de caramelo duro, las condiciones de enfriamiento y la formulación deben ser tales, que permitan que la solución fundida de azúcares no recristalice sino que forme un vidrio amorfo.

Viscosidad

La viscosidad depende principalmente del contenido de humedad en las formulaciones. Así mismo, otros ingredientes como las grasas pueden influenciar la viscosidad de los productos. De la misma manera, los jarabes de maíz de alta DE incrementan la fluidez de una formulación viscosa, mientras que los jarabes de baja DE incrementan la viscosidad.

Ahora bien, mientras más viscosa sea una formulación, mayor dificultad tendrán los azúcares para recristalizar y crecer. Aprovechando este comportamiento, se pueden obtener diferentes texturas en los dulces variando la viscosidad de la formulación.

Tipo de edulcorante

La sacarosa cristaliza fácilmente mientras que la fructosa lo hace con mayor dificultad. La diferencia en sus estructuras químicas afecta su habilidad para atraer agua, hidratarse y solubilizarse. A ciertas condiciones de temperatura y concentración la fructosa es generalmente más soluble que la sacarosa. Por lo tanto, en una formulación, la fructosa tiende a quedarse en la fase del jarabe, mientras que la sacarosa, dependiendo de las condiciones, pasa a la fase sólida en forma de cristales.

Operacionalmente, los jarabes de maíz y la miel se usan frecuentemente para retardar la cristalización de la sacarosa en dulces como los caramelos y los chiclosos.

Otros ingredientes

Ingredientes como los almidones, las gomas y las proteínas interrumpen los sitios de nucleación donde las moléculas de azúcar pueden migrar y crecer. Por lo tanto, dependiendo de la formulación y las condiciones de proceso, el edulcorante puede permanecer disuelto en un jarabe o en forma de pequeños cristales.

Los ácidos también afectan la cristalización; si el pH es suficientemente bajo, la sacarosa puede hidrolizarse o invertirse a sus componentes estructurales, fructosa y glucosa, que retardan la cristalización.

4.8.1. Caramelo duro

Por caramelo duro se entiende un producto amorfo que puede ser elaborado extrayendo agua por evaporación de una solución acuosa o suspensión de un agente endulzante, como un sustituto de azúcar, de esta manera la solución o suspensión del sustituto de azúcar es concentrada para posteriormente darle forma mediante métodos como el vertido o el moldeado (Arenz y Bernard, 2007).

Otra definición es la siguiente: el producto sólido proveniente de un jarabe sobresaturado de sacarosa y jarabe de glucosa altamente viscoso cuya humedad es menor al 2% (García, 2006). La elaboración de caramelo duro está basada en el principio de que los azúcares pueden formar un vidrio amorfo. Las formulaciones son relativamente simples: azúcar, glucosa o jarabes de glucosa, color y sabor.

Por sí solo, no se puede usar azúcar disuelto en agua para hacer caramelos duros pues éste cristaliza muy fácilmente. El azúcar es el responsable de otorgar el dulzor al producto final y de dar la dureza característica de este producto. Actualmente se utilizan jarabes de glucosa que producen un caramelo con mejor textura y menor dulzor que el elaborado con azúcar invertido, como se realizaba en el pasado mediante la adición de crémor tártaro.

Los jarabes de glucosa, utilizados de manera usual en un intervalo de 20-50% en la fórmula, proporcionan cuerpo al producto final. Además contribuyen a la prevención de formación de cristales indeseables. Generalmente, para la elaboración de caramelos duros se utilizan jarabes con una DE de 38-48 que ayudan a potenciar los sabores, mantener un buen control de la humedad y favorecer la emulsificación de colores y sabores (Alexander, 1998).

Naturalmente, se pueden agregar ingredientes adicionales como aromas, colorantes, edulcorantes de alta intensidad o similares durante la producción de caramelo duro, el cual, siempre y cuando no contenga ningún otro aditivo adicional además del azúcar o edulcorante de volumen, también puede ser designado como cuerpo vítreo o masa de caramelo duro.

4.8.1.1 Proceso de elaboración

La elaboración de caramelo duro comienza con la mezcla de la sacarosa, el jarabe y el agua. Es importante que el azúcar esté libre de endurecimiento y apelmazamiento y que tenga un tamaño uniforme de partícula. Esta mezcla se lleva a ebullición, lo cual usualmente ocurre en un intervalo de 151.7-168.4°C. Se debe tener especial cuidado en la completa disolución de los cristales y que no permanezcan adheridos en la superficie de la caldera, pues podrían actuar como sitios de nucleación y crecimiento de cristales. Es deseable un jarabe de alta viscosidad en la ebullición ya que, de otra manera, se presenta la cristalización, generando un producto de baja calidad.

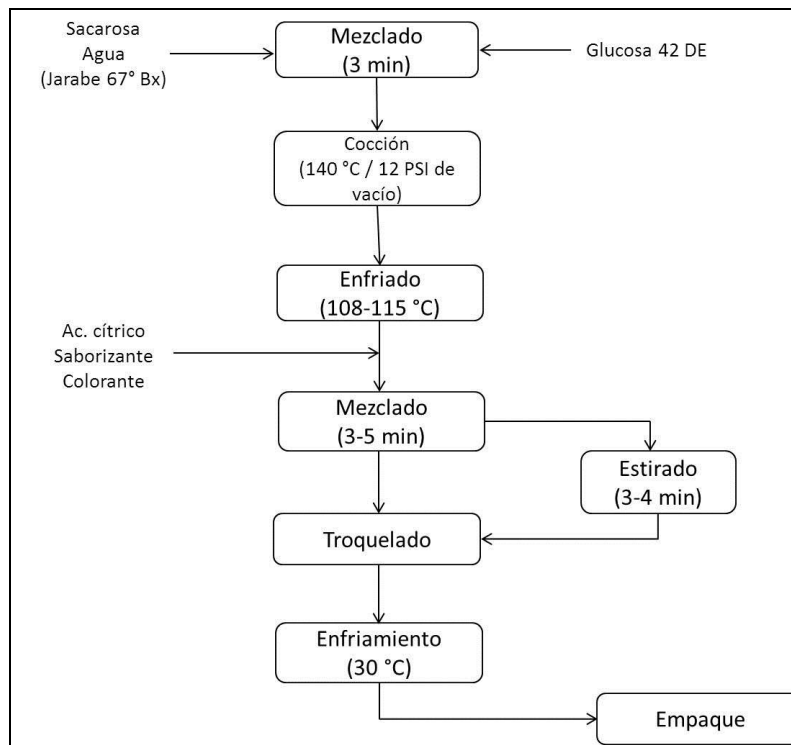
Existen tres métodos usuales para la elaboración de caramelos duros:

- 1) Cacerola abierta
- 2) Vacío
- 3) Película continua o un intercambiador de calor de superficie raspada

La proporción de sacarosa-glucosa en una cacerola abierta es aproximadamente 70:30, mientras que usando el vacío puede ser de 60:40. En el método de película continua se usa una proporción de alrededor de 65:35. Los calentadores a vacío son frecuentemente usados en caramelos claros o incoloros ya que disminuye la temperatura necesaria para la ebullición y, por tanto, produce menor oscurecimiento o colores indeseables en el producto final. Los jarabes ricos en maltosa son empleados en los procesos que requieren temperaturas extremadamente altas, pues contienen menor cantidad de azúcares reductores y producen menos problemas de oscurecimiento (Alexander 1998).

Usualmente se agregan colorantes durante la ebullición. La solución es entonces enfriada y vertida sobre una mesa engrasada, donde se agregan los saborizantes y se amasa hasta formar una masa fundida. La masa aún caliente y plástica es entonces moldeada, enrollada o procesada automáticamente hasta su forma final. Al enfriarse, los azúcares forman un vidrio.

Fig. 18. Proceso industrial tradicional de elaboración de caramelo macizo



(Franco, 1997)

Posibles defectos

La mayoría de los problemas que se presentan en los caramelos duros se relacionan directamente con los azúcares que los conforman. Por ejemplo, los azúcares se pueden invertir debido a la adición de ácidos como el cítrico, málico o tartárico, que son usados como acidulantes para mejorar el perfil sensorial de los productos. Este fenómeno causa que los dulces se vuelvan higroscópicos y pegajosos. Los calentadores al vacío reducen la inversión pues hierven las soluciones a temperaturas más bajas y por menos tiempo.

Los dulces pegajosos también pueden resultar de un material de empaque inapropiado o por una exposición del dulce en un ambiente con alta humedad.

Otro defecto, previamente mencionado, es la granulación (del inglés *graining*) o la cristalización de la sacarosa en el dulce, que puede ocurrir de distintas maneras. La cristalización puede presentarse si el proceso de calentamiento es incompleto y no llega a la ebullición o si la sacarosa permanece en el borde de la cacerola. También puede ocurrir cuando la proporción sacarosa-glucosa es muy alta. En general, la proporción no debe ser mayor a 75:25.

La cristalización también puede presentarse si la humedad final del caramelo es superior a 1-2%. Las condiciones de humedad en el almacenamiento son otra causa. La sacarosa se solubiliza con la humedad del aire sobre la superficie del dulce y entonces recristaliza cuando la humedad ambiental disminuye. En la *tabla 18* se presenta un breve resumen de los problemas frecuentes en la elaboración de caramelo duro y sugerencias para solucionarlos.

Tabla 18. Resolución de problemas en la elaboración de caramelo duro

Problema	Causas	Posibles soluciones
Arenoso, granular, textura seca	Formación de cristales de azúcar	<p>Reducir la proporción sacarosa-glucosa a menos de 75:25.</p> <p>Limitar la cantidad de materia reprocesada agregada.</p> <p>Incrementar el tiempo de ebullición o la temperatura para disminuir el contenido de humedad (1-2%).</p> <p>Verificar la calidad de los ingredientes utilizados.</p> <p>Agregar ácido si se usa la sacarosa como único edulcorante.</p>
El producto es demasiado pegajoso	El contenido de azúcar es demasiado alto o los cristales no se encuentran en estado amorfo	<p>Incrementar la proporción sacarosa-glucosa o agregar maltodextrinas.</p> <p>Monitorear el pH para controlar la inversión de la sacarosa.</p> <p>Incrementar el tiempo de ebullición o la temperatura.</p> <p>Enfriar rápidamente y sin agitación.</p>

(Alexander, 1998)

4.8.2. Gomas de galleta

Los "Jelly gums", también llamados gomas o gominolas son productos "snacks" gelificados de confitería, que se caracterizan por ser soluciones altamente concentradas de carbohidratos, que contienen ácidos, colorantes, saborizantes y agentes texturizantes y estabilizantes (Edwards, 2002). Este tipo de golosina se caracteriza por su firmeza y su textura elástica (Vilches, 2005).

Las gomitas pueden estar elaboradas a partir de gomas (pectina o agar) o con almidón, estos ingredientes ayudan a mantener la forma y textura de los productos. La suavidad generalmente está ligada a un mayor contenido de sacarosa, un contenido medio de jarabe de maíz y poco almidón o gomas. Las gomitas más duras tienen una mayor viscosidad porque son ricas en almidón o gomas y tienen un contenido medio de sacarosa y jarabe de maíz (Alexander, 1998).

Los hidrocoloides son polímeros de cadenas largas, los cuales se disuelven o dispersan en agua para dar propiedades viscosantes o gelificantes; también son usados para dar efectos secundarios deseables en alimentos como estabilización de emulsiones, suspensión de partículas, control de cristalización e inhibición de sinéresis (Vilches, 2005). Además son el ingrediente clave en este tipo de productos, ya que gelifican y espesan además de estabilizar para prevenir la sinéresis, corregir sabores e inhibir la cristalización de la sacarosa, dar transparencia, brillantez, adhesión y facilidad de espumado en los productos aireados. Una adecuada selección del hidrocoloide (aislado o en combinación) podría basarse en las características deseables para el producto final y en los requerimientos de funcionalidad en el proceso de manufactura (Jackson, 1990).

La gretina es un hidrocoloide de origen animal proveniente de la hidrólisis controlada del colágeno de las pieles, huesos y tejidos de los animales. El colágeno es una proteína fibrosa y es el mayor constituyente de las estructuras de soporte de los animales vertebrados e invertebrados. La piel y los huesos de res y cerdo son las materias primas más comunes en la producción de gretina. Son desengrasados y desmineralizados antes de ser hidrolizados. Existen dos tipos de este agente gelificante:

Tipo A. Se extrae por hidrólisis ácida y se encuentra en la piel y huesos del cerdo.

Tipo B. Se extrae por hidrólisis básica y se encuentra en la piel y huesos de la res.

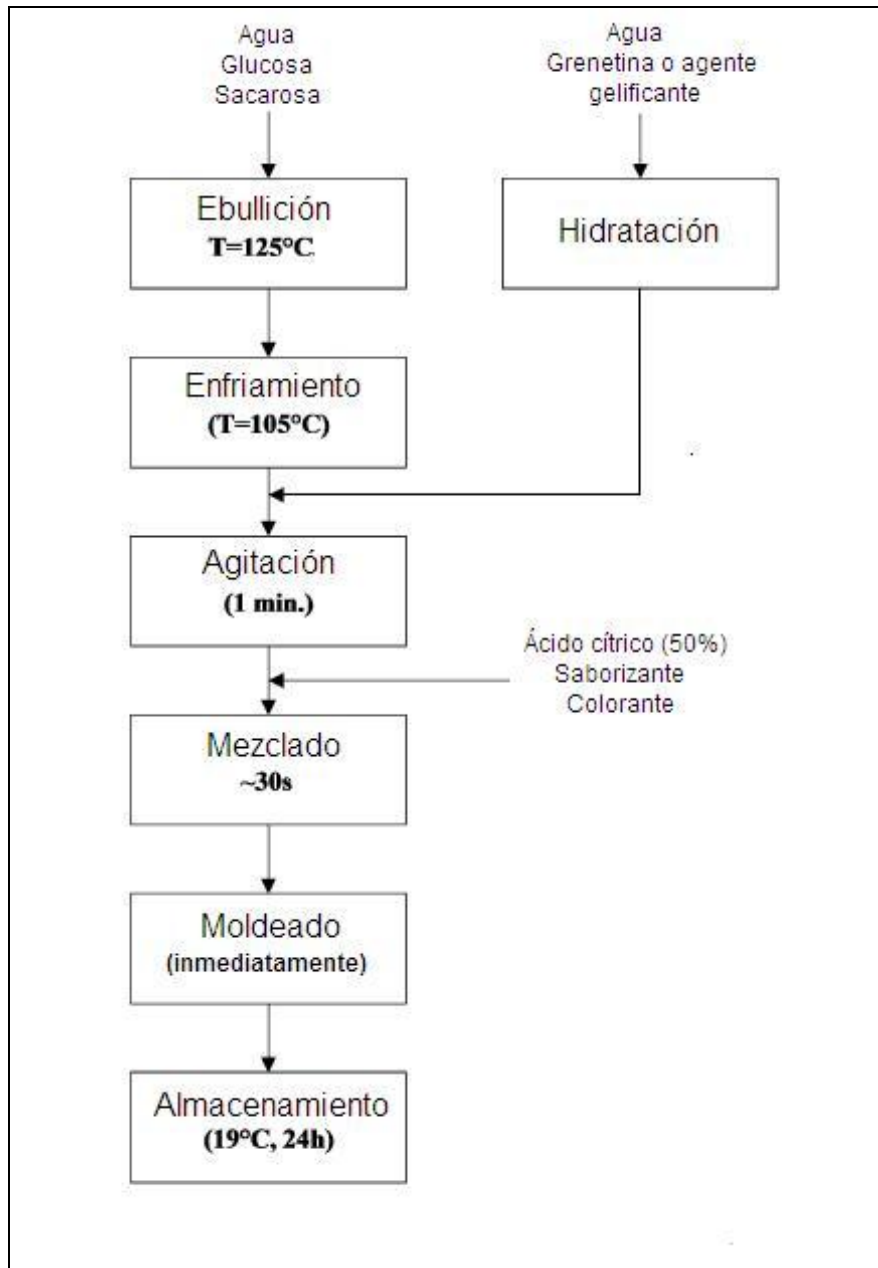
Las moléculas pequeñas del azúcar, monosacáridos y polioles tienen efecto estabilizante en el gel de la gretina. Se cree esto debido a que ellos interactúan con las moléculas de gretina para incrementar la información de puentes de hidrógeno, lo que ocasiona que la gelificación y la resistencia a las temperaturas se incrementen. Este efecto parece ser más significativo en los polioles que en monosacáridos como glucosa o fructosa (Benavides-Montes, 2008).

Por otra parte, los jarabes de maíz regulares son usualmente empleados en estos productos porque controlan la cristalización y la higroscopicidad.

4.8.2.1. Proceso de elaboración

De manera general, el diagrama de la figura 19 exhibe el proceso para la fabricación de productos hechos a base de gomitas.

Fig. 19. Diagrama de flujo de un proceso tradicional de gomitas



(DeMars y Ziegler, 2001)

Posibles defectos

La *tabla 19* muestra un resumen con los posibles problemas que podrían presentarse en la elaboración de gomitas.

Tabla 19. Resolución de problemas en la elaboración de gomitas

Problema	Causas	Posibles soluciones
El producto es muy suave o muy pegajoso	El contenido de azúcar es muy alto	Incrementar la proporción sacarosa-glucosa. Verificar las condiciones de proceso.
El producto es muy rígido o duro	El contenido de humedad es muy bajo o el agua está fuertemente unida	Aumentar la proporción de jarabe de glucosa.

(Alexander, 1998)

4.9 Evaluación Sensorial

La evaluación sensorial se ocupa de la medición y cuantificación de las características de un producto, ingrediente o modelo, las cuales son percibidas por los sentidos humanos. Entre dichas características se pueden mencionar, por su importancia:

- Apariencia: color, tamaño, forma, conformación, uniformidad.
- Olor: los miles de compuestos volátiles que contribuyen al aroma.
- Gusto: dulce, amargo, salado y ácido.
- Sonido: aunque de poca aplicación en alimentos, se correlaciona con la textura; por ejemplo, crujido, tronido, efervescencia.

La evaluación sensorial se aplica por diversas razones dentro de la industria alimenticia, entre ellas se encuentran el desarrollo de nuevos productos, la duplicación de un producto existente, el mejoramiento de un producto, control de calidad de la producción, vida de anaquel de un producto, calificación o clasificación de un producto, y adaptación y preferencia del consumidor (García, 2006).

Cuando se lleva a cabo el desarrollo de nuevos productos, la evaluación sensorial ayuda en la formulación de los mismos o en la modificación de los ya existentes, puesto que trata de mantener

las características sensoriales deseadas; por ejemplo, productos para dietas especiales que sean bajas en sodio, en colesterol o que no contengan lactosa.

Existen dos tipos de metodologías para llevar a cabo un análisis sensorial. Los métodos analíticos y los métodos afectivos. Los primeros se realizan a nivel laboratorio en condiciones entrenadas y con un panel de jueces entrenado, mientras que los segundos se efectúan con consumidores potenciales del producto evaluado, es decir, con personas no entrenadas en técnicas sensoriales y en condiciones que no les sean ajenas o extrañas para utilizar o consumir el producto en estudio.

La metodología empleada para este tipo de evaluaciones siempre está relacionada con tratamientos estadísticos que permiten tomar decisiones para diferentes fines (Pedrero-Pangborn, 1997).

Tabla 20. Métodos de evaluación sensorial

Métodos analíticos		
<i>A. Sensitivas</i>	<i>B. Cuantitativas</i>	<i>C. Cualitativas</i>
1. Umbral a) Límites b) Ajuste c) Frecuencia	1. Gradiente a) Ordenación b) Intervalos c) Estimación por magnitudes	1. Análisis descriptivo a) Perfil de sabor b) Perfil de dilución c) Perfil de textura d) Análisis cuantitativo e) Análisis descriptivo
2. Discriminativas a) Comparación por pares b) Dúo-trío c) Doble referencia d) Triangular	3. Duración a) Tiempo-Intensidad	
Métodos afectivos		
<i>A. Aceptación</i>	<i>B. Preferencia</i>	<i>C. Hedónico</i>
Aceptación o rechazo cuando no hay opciones	Selección entre dos o más opciones	Nivel de agrado

(Pedrero-Pangborn, 1997)

Para este proyecto, se emplearon los métodos afectivos para evaluar los productos realizados en el laboratorio.

5. MATERIAL Y METODOS

Todo el trabajo experimental se llevó a cabo en el 4° piso del edificio A de la Facultad de Química, UNAM.

5.1 Materias primas

Se detalla enseguida la procedencia y marcas de las materias primas empleadas en la elaboración de caramelo duro y de gomitas de gnetina.

Tabla 21. Procedencia de las materias primas empleadas para caramelo duro

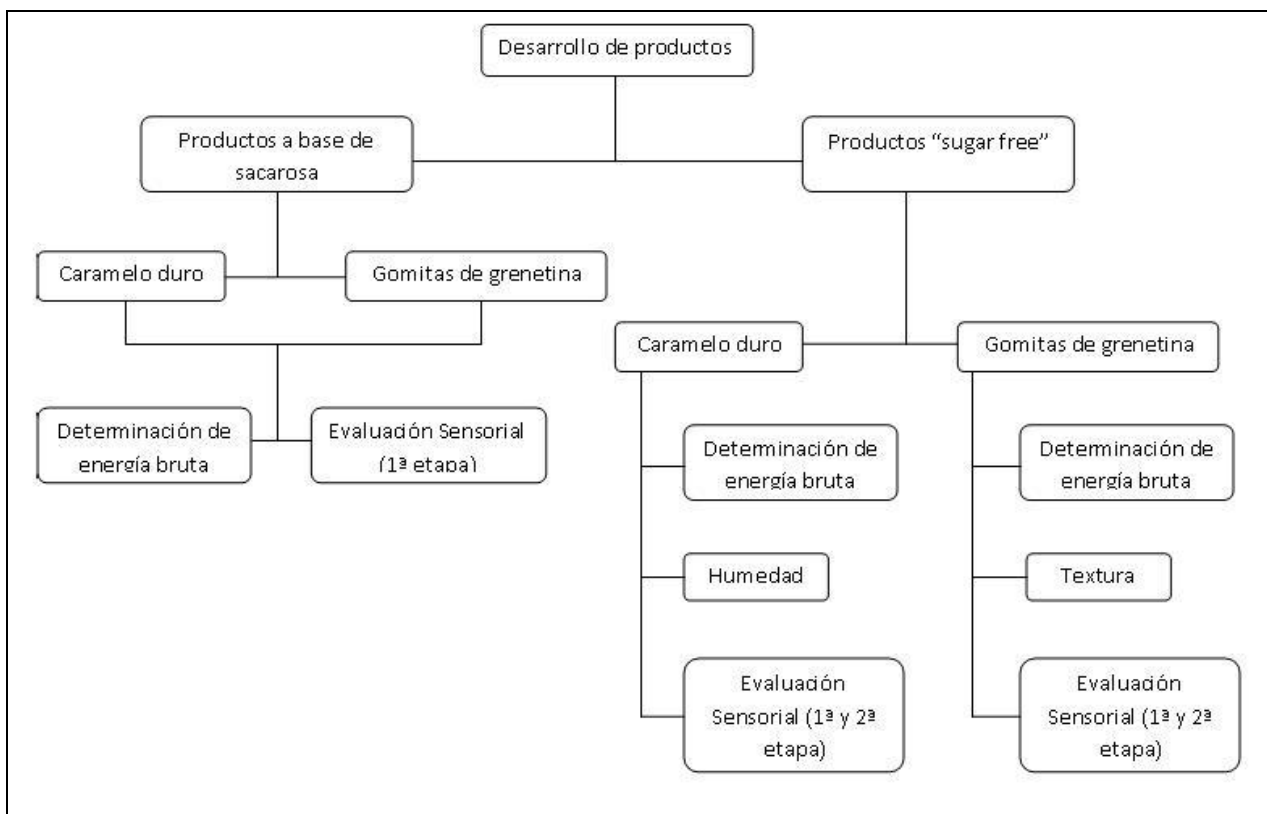
Caramelo duro hecho a base de sacarosa (Muestra1)		Caramelo duro “libre de azúcar” (Muestra 2)	
<i>Ingrediente</i>	<i>Marca o Procedencia</i>	<i>Ingrediente</i>	<i>Marca o Procedencia</i>
Sacarosa (Azúcar refinada)	Great Value	Jarabe de poliglicitol	Hystar® 3375
Glucosa	CPIngredientes®	Ácido cítrico	Reproquifin®
Ácido cítrico	Reproquifin®	Saborizantes	Partner Taste®
Saborizantes	Partner Taste®	Colorante	McCormick®
Colorante	McCormick®	Sucralosa	Splenda®

Tabla 22. Procedencia y marca de las materias primas empleadas para gomitas de gnetina.

Gomitas hechas a base de sacarosa (Muestra 1)		Gomitas “libre de azúcar” (Muestra 2)	
<i>Ingrediente</i>	<i>Marca o Procedencia</i>	<i>Ingrediente</i>	<i>Marca o Procedencia</i>
Glucosa	CPIngredientes®	Jarabe de maltitol	Hystar® 5875
Sacarosa (Azúcar refinada)	Great Value®	Gnetina	Duche®
Gnetina	Duche®	Glicerol	Cosmopolita®
Glicerol	Cosmopolita®	Ácido cítrico	Reproquifin®
Ácido cítrico	Reproquifin®	Saborizantes	Partner Taste®
Saborizantes	Partner Taste®	Colorante	McCormick®
Colorante	McCormick®	Sucralosa	Splenda®

5.2 Diseño Experimental

Fig. 20. Diagrama general del diseño experimental



5.2.1 Formulaciones de los productos

Se realizaron varios ensayos tanto de caramelo macizo como de gomitas de gretina para obtener una formulación final "libre de azúcar" de cada uno, con la cual se lograra un producto final de calidad, sin afectar el manejo tecnológico de la mezcla y logrando que los productos poseyeran las mejores cualidades sensoriales y fisicoquímicas. Las formulaciones que se muestran a continuación son las que se emplearon como base a partir de las cuales se generaron los productos reducidos en calorías.

Ya que uno de los objetivos del presente proyecto es comparar dulces hechos con polioles con sus similares existentes en el mercado y con fabricados a base de azúcar, también se realizaron caramelos y gomitas hechos de la manera tradicional siguiendo las formulaciones siguientes.

Tabla 23. Formulación de caramelo duro a base de azúcar

Ingrediente	g/100 g
Sacarosa	59.47
Glucosa	19.79
Agua	19.79
Ácido Cítrico (50% v/v)	0.95
Saborizante (mora azul)	0.7
Colorante	0.25
TOTAL	100

Tabla 24. Formulación de gomitas de grenetina a base de azúcar

Ingrediente	g/100 g
Glucosa	37.64
Sacarosa	25.10
Agua	21.86
Grenetina	6.65
Glicerol	6.27
Ácido cítrico (50% v/v)	1.48
Saborizante	0.76
Colorante	0.23
TOTAL	100

5.2.2. Elaboración de los productos

5.2.2.1 Caramelo duro

Material empleado (el mismo para ambas formulaciones)

- 1 balanza granataria
- 1 cuchillo
- 1 charola de aluminio o plástico para hornear o molde
- 1 olla o cazo
- 2 palas de madera
- 1 termómetro de 0 a 150°C

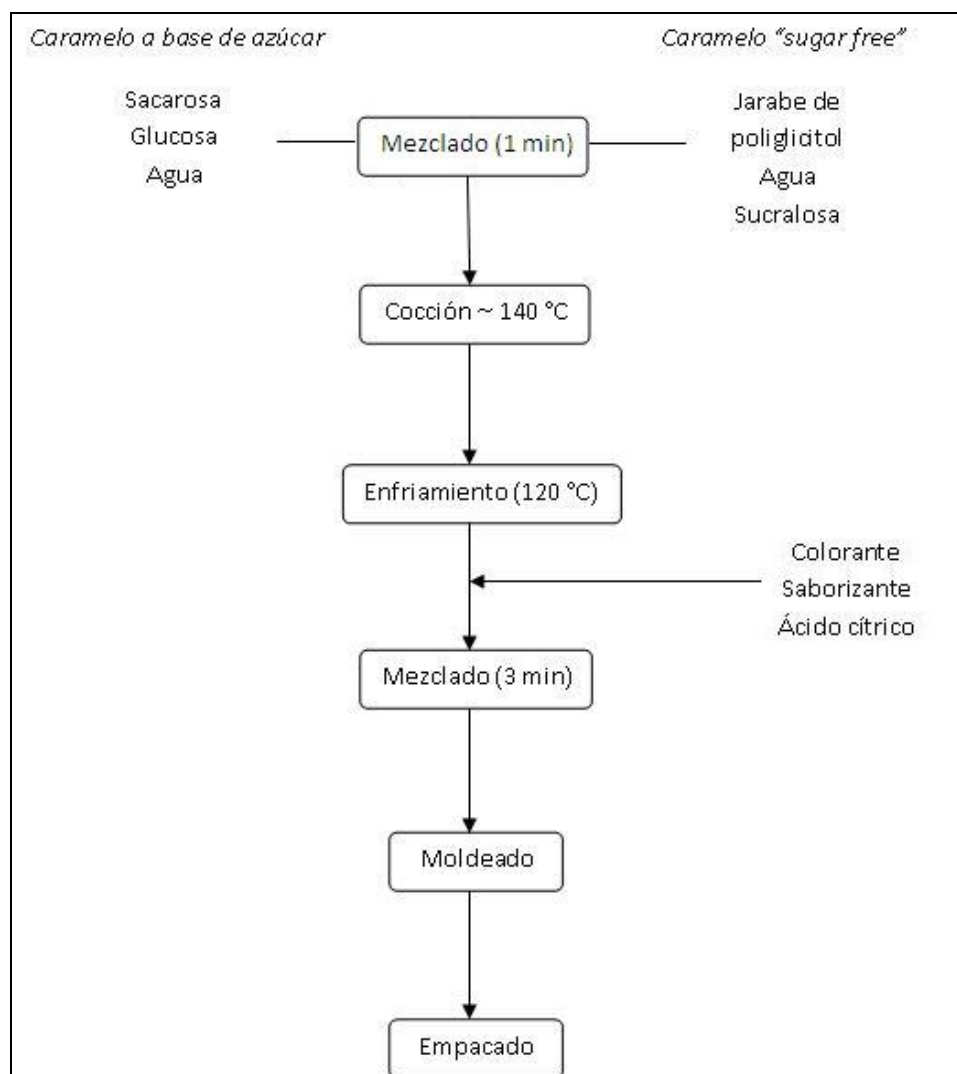
1 Mechero Bunsen
1 tela de asbesto
Guantes
Aceite vegetal para engrasar los moldes
Bolsas de celofán

Proceso

Para la manufactura de caramelo duro se engrasaron los moldes de plástico con aceite vegetal, posteriormente se pesaron y mezclaron los azúcares -en el caso de la formulación tradicional- o bien polioles y sucralosa –en el caso de la formulación reducida en calorías- junto con el agua. Se depositaron en una olla de aluminio y enseguida inició el calentamiento de la mezcla con agitación hasta disolver por completo los ingredientes. Esto antes de los 60° C. Una vez alcanzados los 115°C se suspendió la agitación. Se continuó el calentamiento hasta alcanzar la temperatura final de cocimiento, es decir hasta que alcanzara el punto de “bola dura” (aproximadamente a los 145° C). Se retiró del fuego y cuando la temperatura descendió a 120°C se agregó el color (dosificando gota por gota hasta obtener la intensidad deseada), el saborizante, y el ácido cítrico. Esto para evitar una hidrólisis. Todo se incorporó suavemente con movimientos en forma envolvente. Finalmente se vaciaron en los moldes y se dejó enfriar para después empacarlos en bolsas de celofán y sellarlas.

La figura 21 exhibe el proceso general para la elaboración del caramelo duro. A la izquierda se observan los ingredientes empleados para un caramelo macizo con azúcares tradicionales, y a la derecha del diagrama de bloques que se empleó para el caramelo libre de azúcares. En ambos procesos se añadió el ácido cítrico, los colorantes y los saborizantes.

Fig. 21. Diagrama de proceso para la elaboración de caramelo macizo en ambas formulaciones.



5.2.2.2. Gomititas de grenetina

Material empleado (el mismo para ambas formulaciones)

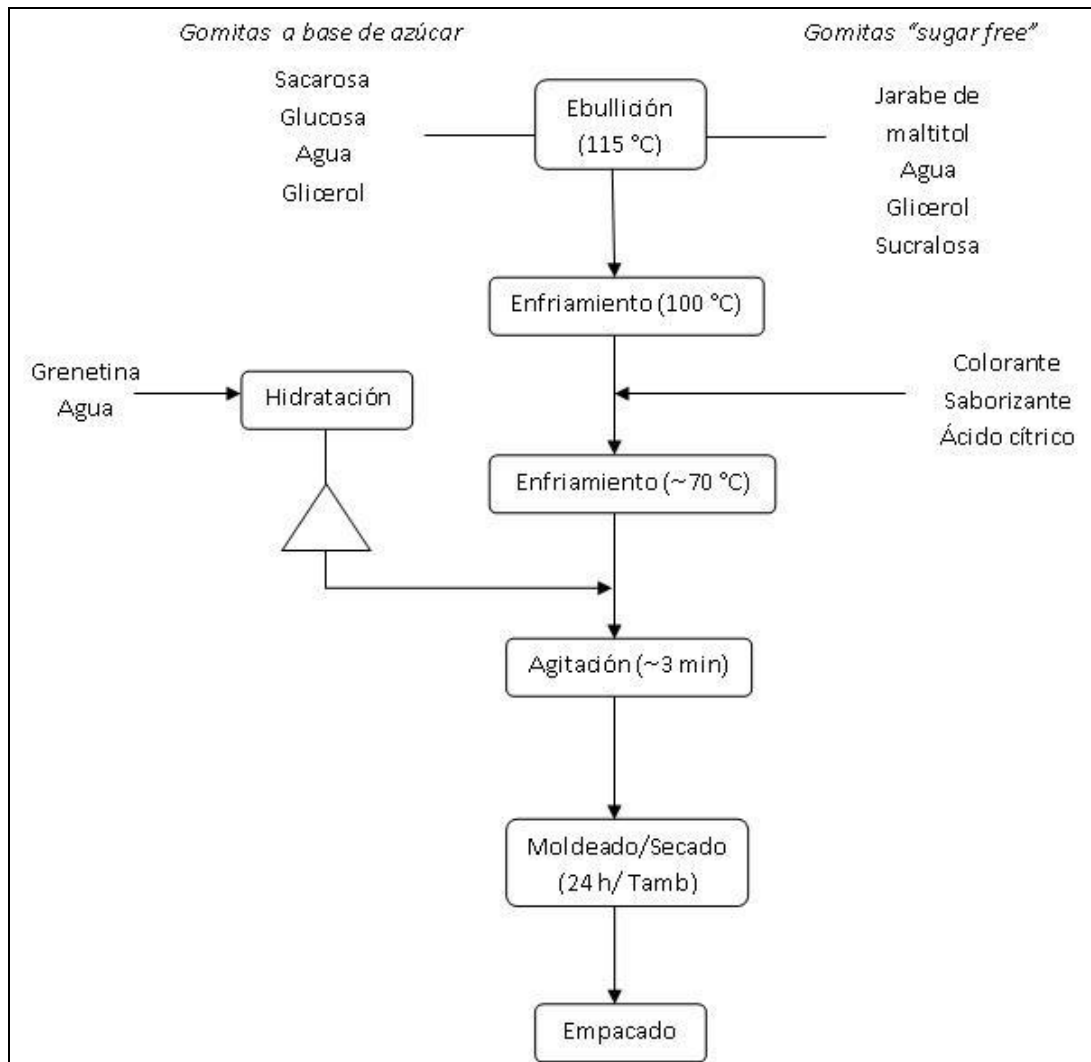
- 1 balanza granataria
- Bolsas de celofán
- 1 Cacerola u olla
- 1 Molde de vidrio refractario
- 1 pala de madera

1 Mechero Bunsen
1 tela de asbesto
1 termómetro 0-150° C
2 cucharas metálicas
Fécula de maíz

Proceso

El procedimiento empleado para la fabricación de las gomitas de grenetina incluyó la preparación previa de una cama de secado de almidón de 2 cm de altura dentro de una charola de aluminio, realizando sobre ella impresiones con figuras en relieve para posteriormente emplearla como moldes. Una vez realizado el procedimiento anterior, se hidrató la grenetina en agua fría con agitación rápida para evitar la formación de grumos y se dejó en reposo al menos 20. Posteriormente se combinaron los azúcares, o bien el jarabe de maltitol según el tipo de formulación empleada junto con el agua, la glicerina y la sucralosa en caso de las gomitas libres de azúcar, dentro del cazo de aluminio. Se calentó a temperatura media con agitación hasta disolver el azúcar y se llevó a ebullición. Se continuó el calentamiento con agitación hasta 115°C y al alcanzar esta temperatura se suspendió ésta y se retiró del fuego. Se incorporó el colorante, el saborizante y por último el ácido mezclando con movimientos envolventes. Hasta este punto se dejó enfriar hasta 70°C. Simultáneamente, se calentó la mezcla de grenetina en baño maría hasta que se fundiera. Al alcanzar la temperatura se agregó la grenetina fundida a la masa cocida, y se incorporó rápidamente con movimientos envolventes. Se depositó la masa dentro de las impresiones del molde y se dejó secar durante 24 horas, revolcando cada pieza en almidón. Finalmente se guardaron y sellaron en bolsas de celofán para los posteriores análisis.

Fig. 22. Diagrama de proceso para la elaboración de gomitas de gnetina en ambas formulaciones



5.2.3. Análisis Físicoquímicos

Los análisis físicoquímicos se llevaron a cabo en los productos “libres de azúcar” (“sugar free”) y en productos comerciales exclusivamente. Para esta etapa se descartó la evaluación en productos hechos a base de sacarosa ya que solo a través de estas determinaciones se obtendría un acercamiento en cuanto a la estabilidad de los productos de interés, es decir, de los elaborados con polioles. Ya que la única prueba que no indica parámetros de estabilidad es la determinación de densidad calórica, en ésta sí se examinó los productos con polioles, aquéllos hechos con azúcar y los productos comerciales elaborados de igual forma con sacarosa.

En cada una de las pruebas se hizo el ensayo por triplicado para cada muestra.

5.2.3.1 Humedad

Para tener una aproximación de la vida útil del caramelo duro, se monitoreó la humedad del mismo a través del método de destilación azeotrópica con tolueno por 30 días. También se determinó la humedad de un caramelo comercial hecho a base de azúcar.

5.2.3.2. Textura

Para evaluar de igual forma una de las características más importantes en gomitas, se determinó la textura de ellas a través de un texturómetro TA.XT plus, una vez a la semana por un mes. De la misma manera, se evaluó este parámetro en gomitas de grenetina comercial. Se realizó una compresión del producto de cada muestra por triplicado hasta llegar a una deformación de la gomita del 40% para conocer la fuerza necesaria para lograr tal porcentaje de deformación.

5.2.3.3. Energía Calórica Total

Los alimentos que ingerimos contienen energía, cuya medición se puede realizar mediante su combustión completa en una atmósfera de oxígeno, totalmente aislado del exterior (bomba calorimétrica) (Quiles-Izquierdo, 2006). Se realizó la medición de energía calórica total de los productos elaborados (100% azúcar y polioles) y se estableció una comparación con productos comerciales similares existentes. Esto se hizo empleando la Bomba Calorimétrica Adiabática Parr 1341.

5.2.4 Análisis Sensorial

Una vez determinado la formulación idónea para caramelos duros y gomitas de grenetina sin azúcar, se llevó a cabo una evaluación sensorial de dichos productos en dos etapas.

1ª etapa

Se efectuaron las pruebas sensoriales de los productos elaborados (100% azúcar y sustituidos con polioles) a través de métodos afectivos a nivel laboratorio con un panel no entrenado de 50 personas. El análisis se realizó en la Facultad de Química, en el Laboratorio 4B del edificio A. Se evaluó el nivel de agrado por atributos (sabor, dulzor, dureza y color) mediante una escala

hedónica estructurada de cinco puntos, en la cual cada panelista eligió entre las opciones me agrada mucho, me agrada, me es indiferente, me disgusta y me disgusta mucho; asimismo, se determinó también el porcentaje de aceptación de los productos y la preferencia de los mismos.

La prueba de aceptación determinó el porcentaje de rechazo contra el de aceptación de los productos elaborados. La prueba de nivel de agrado permitió conocer el desagrado o agrado de los productos elaborados para establecer una posible mejora en los dulces desarrollados con poliol en caso de que los resultados fueran bajos. Finalmente, la prueba de preferencia determinó el orden de predilección por parte de los consumidores de las muestras elaboradas a base de azúcar contra las realizadas con polioles.

2ª etapa

La segunda etapa se llevó a cabo en la Primaria “Virginia Rivera Lozano” ubicada en la Colonia Las Águilas en la Delegación Álvaro Obregón, así como en las inmediaciones de la Secundaria No. 10 “Leopoldo Ayala”, la cual se encuentra en la calle de Goya #34 en la Col. Insurgentes Mixcoac dentro de la Del. Benito Juárez. En esta etapa, participaron 100 consumidores potenciales, es decir, niños y jóvenes que evaluaron los productos sin azúcar y los similares presentes en el mercado. Se determinó para todos los dulces el nivel de agrado por atributos (sabor, dulzor, dureza, color y apariencia general) mediante una escala hedónica estructurada de cinco puntos en la que cada persona eligió, igual que en la etapa anterior entre las opciones me agrada mucho, me agrada, me es indiferente, me disgusta y me disgusta mucho. De igual forma, se determinó la preferencia de las muestras por parte de los jóvenes eligiendo entre los dulces hechos con polioles y los comerciales tradicionales.

Los resultados de todas las pruebas en ambas etapas se analizaron estadísticamente con un nivel de confianza del 95%.

6. RESULTADOS

Se muestran los resultados agrupándolos por producto elaborado de acuerdo al orden en el que se formularon. Primero se presentan los resultados de caramelo duro y posteriormente, gomitas de grenetina.

6.1 Caramelo duro

Se llevaron a cabo varios ensayos para desarrollar un producto de características sensoriales adecuadas tanto en su formulación con azúcar como en la presentación baja en calorías. La segunda formulación se realizó a partir de la primera (ver tabla 23), sustituyendo por completo los azúcares por jarabe de poliglicitol.

El calentamiento empleado en todos los casos fue mechero y cacerola de aluminio en un sistema abierto, llevando a cabo un monitoreo de la temperatura y del tiempo. Los sabores que se probaron fueron los de mora azul y cereza.

A continuación se detalla lo elaborado en la formulación elaborada con poliol (jarabe de poliglicitol).

La formulación que arrojó los mejores resultados de palatabilidad es la siguiente:

Tabla 25. Formulación de caramelo duro reducido en contenido energético

Ingrediente	g/100 g
Jarabe de poliglicitol	79.22
Agua	18.04
Ácido cítrico (50% v/v)	1.94
Saborizante (mora azul)	0.71
Sucralosa (Splenda)	0.07
Colorante	0.01
TOTAL	100

El peso promedio de los dulces fue de 2.4747 g, con un coeficiente de variación del 10.0824%.

Fig. 23. Comparativo del comportamiento térmico durante la elaboración de caramelo duro tradicional y libre de azúcar.

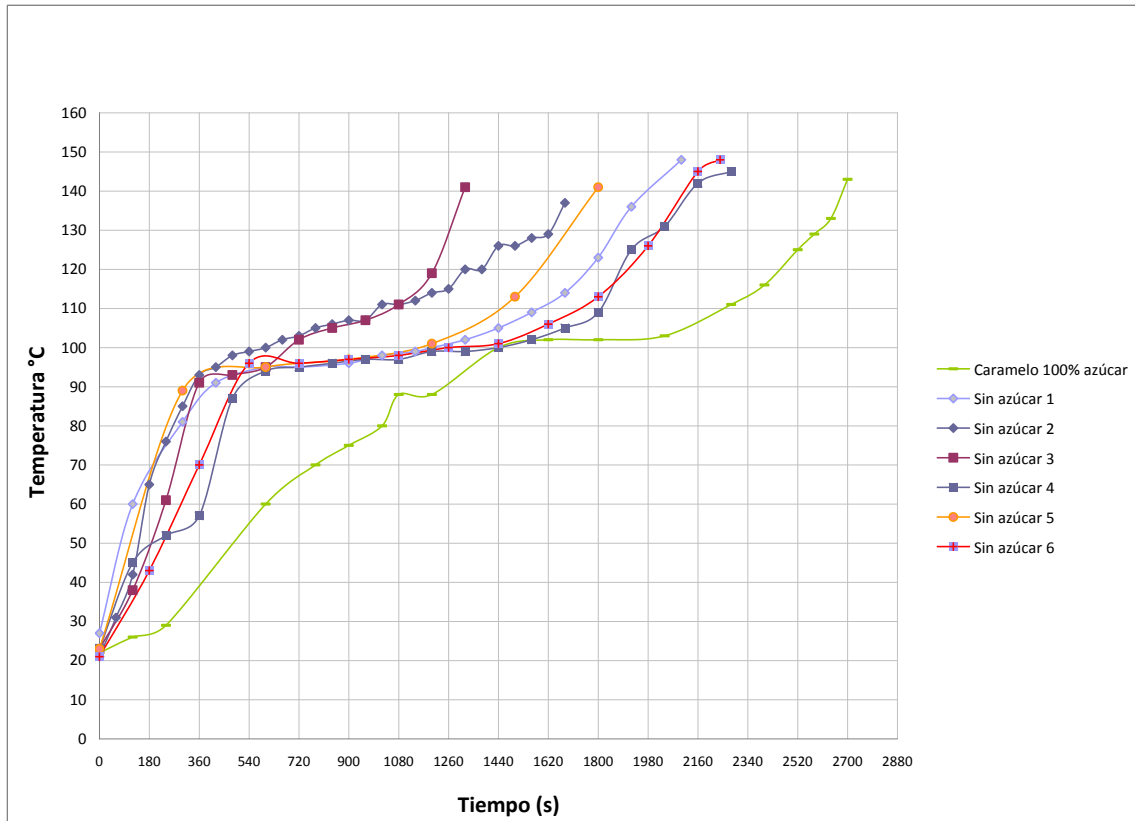


Tabla 26. Comparativo de los principales cambios fisicoquímicos durante el proceso de fabricación de caramelo duro entre ambas formulaciones

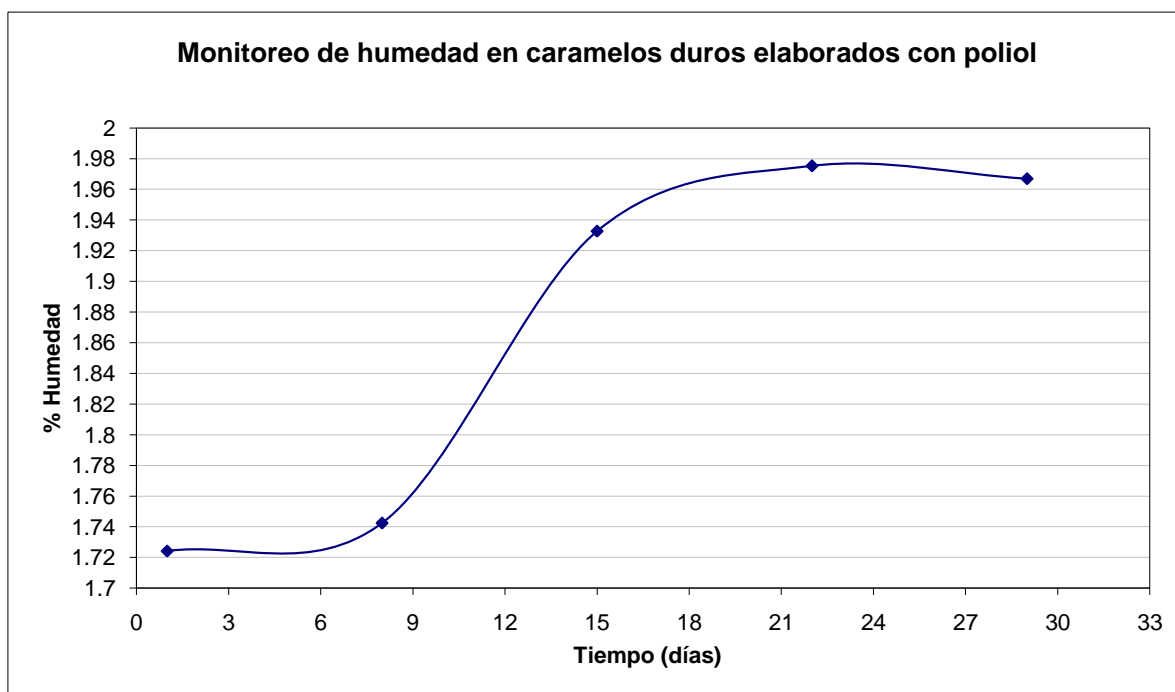
Observaciones	Caramelo tradicional		Caramelo libre de azúcares	
	<i>Temperatura (°C)</i>	<i>Tiempo (s)</i>	<i>Temperatura (°C)</i>	<i>Tiempo (s)</i>
Disolución total	80	420	81-85	300
Ebullición	95	518	90-91	420
Cambio de color	100	960	95-97	600
Punto de “bola dura”	142-145	2220	136-144	1920

El rendimiento promedio obtenido tras la fabricación del caramelo luego de varias sesiones fue del 69.60% para los caramelos elaborados de forma tradicional y de 62.24% para los formulados con poliol.

6.1.1 Humedad de caramelo duro

El monitoreo de la humedad del caramelo hecho a base de edulcorantes generó una aproximación de la vida útil del caramelo logrando saber si el producto es estable durante un período de almacenamiento de por lo menos 30 días en condiciones de sequedad y empacado en celofán.

Fig. 24. Resultados de la humedad presente en caramelo duro reducido en calorías



Como se observa en la gráfica, la humedad final del producto es de 1.96%, siendo su valor inicial de 1.72%. Las características sensoriales del producto luego de 30 días permanecieron estables, conservando sus niveles óptimos de dureza, color, sabor y brillo. Cabe señalar que el método más adecuado para determinar la humedad en un producto alimenticio como un caramelo es Karl-Fisher, sin embargo debido a la falta de equipo y considerando las características propias del producto a evaluar el mejor método es destilación azeotrópica con tolueno.

Por otro lado y al mismo tiempo se evaluó un producto comercial tradicional para cotejar los resultados obtenidos entre ambos tipos de productos. El caramelo evaluado en este caso fue de la marca Micro®. No se llevó a cabo un monitoreo continuo de este producto, solo se determinó su humedad al inicio y al final de los 30 días en las mismas condiciones que los caramelos reducidos en calorías.

La humedad inicial del producto comercial fue de 1.17% mientras que la final de 1.85%. Igual que en el caso anterior, sus características de dureza, sabor, brillo y color permanecieron estables.

6.1.2. Determinación de la Energía Calórica Total

Se elaboraron ensayos de calorimetría para conocer la energía total de ambos productos y de esta forma llevar a cabo una comparación con un caramelo duro comercial similar a los elaborados experimentalmente. Para la obtención de los valores energéticos de cada producto se empleó el programa de cálculo incluido en el dispositivo empleado, el cual se explica enseguida. De esta forma, se verificó el porcentaje que logra reducirse energéticamente un caramelo hecho con poliol con respecto a los productos mencionados anteriormente.

Utilizando una bomba calorimétrica adiabática Parr 1341 se determinó el contenido calórico de las siguientes muestras:

- ✓ Caramelo duro comercial (a base de azúcar)
- ✓ Caramelo duro tradicional
- ✓ Caramelo duro reducido en calorías (a base de jarabe de poliglicitol)

Para cuantificar la densidad calórica de las muestras anteriores, se realizó la estandarización previa del calorímetro usando muestras de peso definido (aproximadamente 1g) de ácido benzoico grado analítico. Los parámetros registrados se muestran a continuación:

m = masa de la muestra de ácido benzoico grado analítico en gramos

t = Aumento neto de temperatura en °C

e₁ = Corrección por el calor de formación de ácido nítrico en calorías (mediante titulación de los lavados usando como titulante solución de NaOH 0.1N y como indicador anaranjado de metilo)

e₃ = Corrección por el calor de combustión del alambre de ignición en calorías (determinado por el peso neto del alambre consumido durante la combustión de la muestra)

Se sustituyeron estos valores experimentales en la ecuación

$$W = \frac{Hm + e_1 + e_3}{t}$$

Donde W es la Energía Equivalente del calorímetro en calorías por grado Celsius y H es el calor de combustión del estándar de ácido benzoico, cuyo valor reportado es 6318cal/g.

La determinación se realizó por triplicado, obteniéndose un valor promedio de **W** igual a **2449.63688cal/°C**, que se utilizó en los cálculos subsecuentes.

De la misma manera, se realizó la medición de los parámetros para calcular el calor total de la combustión o energía calórica total (H_g), por triplicado, de cada una de las muestras antes mencionadas.

Se registraron los siguientes datos para la determinación de H_g en cada caso:

a = tiempo de disparo para ignición

b = tiempo en que la temperatura alcanza 60% del aumento total

c = tiempo del inicio del periodo (después de la elevación de la temperatura) en la que la velocidad del cambio en la temperatura se ha vuelto constante.

t_a = temperatura en el tiempo de disparo para ignición (a)

t_c = temperatura en el tiempo c

r_1 = velocidad (temperatura/minuto) de cambio en la temperatura durante el periodo de los 5 minutos anteriores a la ignición

r_2 = velocidad (temperatura/minuto) de cambio en la temperatura durante el periodo de los 5 minutos después del tiempo c.

c_1 = mililitros de solución alcalina estándar usados en la titulación del ácido

c_3 = peso de alambre consumido en la ignición

W = Energía Equivalente del calorímetro, determinado vía previa estandarización

m = masa de la muestra en gramos

Aumento de la temperatura. Se calculó el aumento de temperatura neto corregido, t, sustituyendo en la siguiente ecuación:

$$t = t_c - t_a - r_1(b - a) - r_2(c - b)$$

Para el cálculo del calor total de la combustión se empleó la siguiente ecuación:

$$H_g = \frac{tW - e_1 - e_3}{m}$$

Donde:

t = aumento de temperatura neto corregido

e_1 = corrección en calorías por el calor de formación de ácido nítrico (HNO_3)

e_3 = corrección en calorías por el calor de combustión del alambre de ignición

De esta manera, se obtuvieron los siguientes resultados para las determinaciones realizadas:

Tabla 27. Energía Calórica total de los productos elaborados

	Caramelo duro		
	<i>Comercial Micro® (azúcar)</i>	<i>Tradicional (azúcar)</i>	<i>Reducido en calorías</i>
<i>H_g (cal/g)</i>	3830.89	3460.05	3131.49

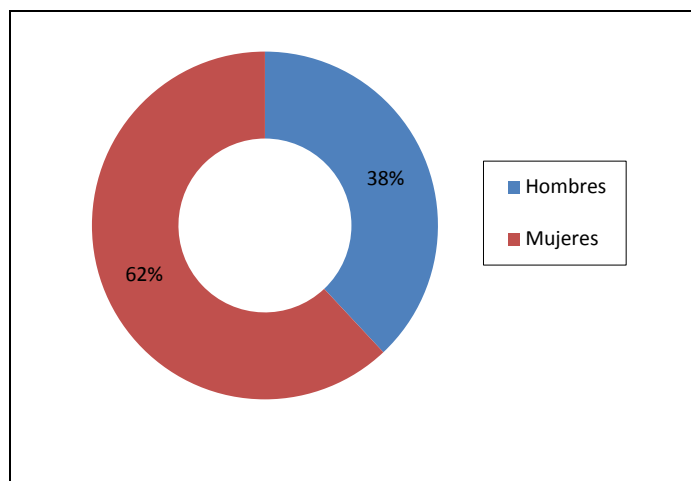
6.1.3. Análisis Sensorial

Primera etapa.

Para verificar la calidad sensorial del producto por parte de los consumidores se comparó la formulación libre de azúcares con una realizada a base de sacarosa experimentando con caramelos sabor mora azul en ambos casos. Los cuestionarios pueden revisarse en el Anexo.

La siguiente gráfica expone la distribución por sexo de los participantes.

Fig. 25. Distribución porcentual por sexo de los participantes del análisis sensorial



El promedio de edad de los encuestados es de 24.3 años.

A continuación se muestran los resultados de la evaluación sensorial para ambos tipos de formulación de caramelo agrupándolos por pruebas.

Nivel de Agrado

Con la finalidad de conocer el perfil de agrado del caramelo por parte de los consumidores, se evaluó en cuatro atributos: sabor, dulzor, dureza y color a través de una escala hedónica con marcadores de 5 puntos (me agrada muchísimo, me agrada mucho, indiferente, me desagrada mucho, me desagrada muchísimo). De esta forma, la calificación máxima esperada es de 5 para cada atributo. Los resultados obtenidos se exponen enseguida:

Tabla 28. Valores promedio para ambas formulaciones de caramelo

	Formulación tradicional	Formulación libre de azúcares
Sabor	3.20	3.90
Dulzor	3.50	4.08
Dureza*	3.38	3.40
Color	3.52	4.28

*No hay diferencia significativa entre ambos productos.

Para todos los atributos, excepto para el dureza existe estadísticamente una diferencia significativa al 0.05 de nivel de significancia de acuerdo a la prueba de t de Student. De esta forma, el caramelo hecho a base de polioles tuvo un mejor perfil en cuanto a nivel de agrado se refiere.

Prueba de Preferencia

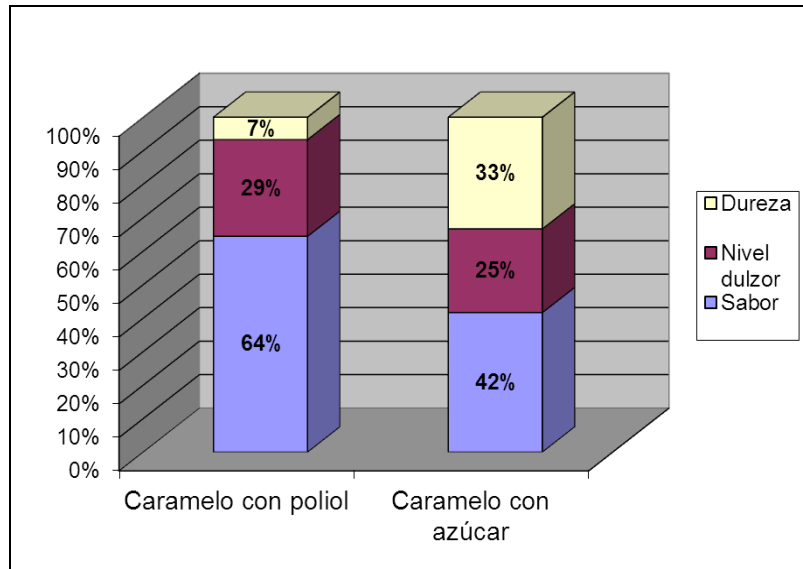
De acuerdo a los panelistas, la preferencia fue la siguiente:

Tabla 29. Porcentaje de preferencia para ambas formulaciones de caramelo

Producto	Porcentaje
Caramelo duro tradicional	24%
Caramelo duro reducido en calorías	76%

En un intento para conocer las razones de los jueces por las que eligieron una formulación por encima de otra, se les cuestionó el motivo de su predilección. Los resultados se detallan en la gráfica siguiente:

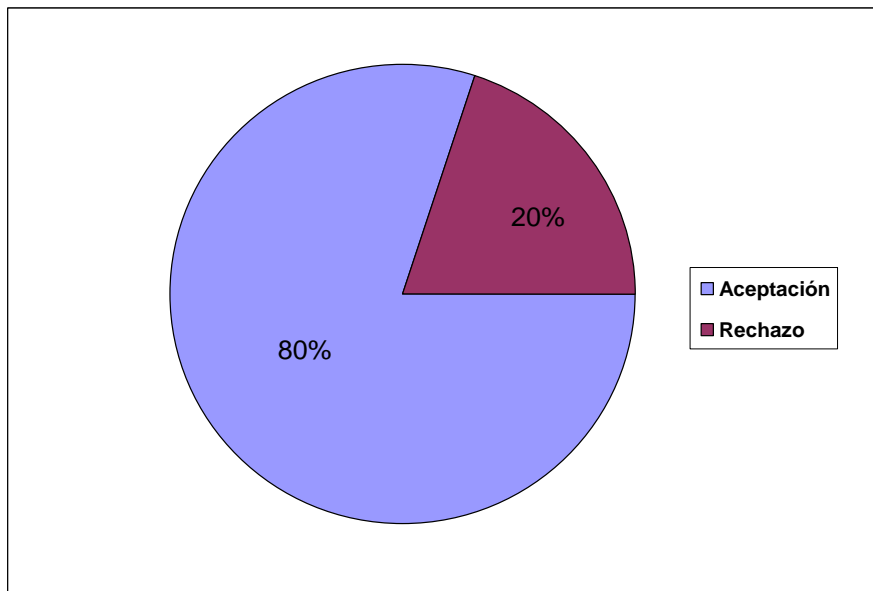
Fig. 26. Razones determinantes en la elección de preferencia del caramelo



Prueba de Aceptación

Finalmente, se les preguntó a los jueces si comprarían o no el caramelo libre de azúcar. Las respuestas indican si los panelistas aceptan o rechazan el producto de interés, independientemente de las características que él mismo presente. Los resultados de esta última parte se presentan a continuación:

Fig. 27. Porcentaje de aceptación del caramelo libre de azúcares



Estos resultados son significativamente aceptables de acuerdo a las tablas de estimación de significancia de preferencia por pares, con un nivel de probabilidad del 95% a dos colas.

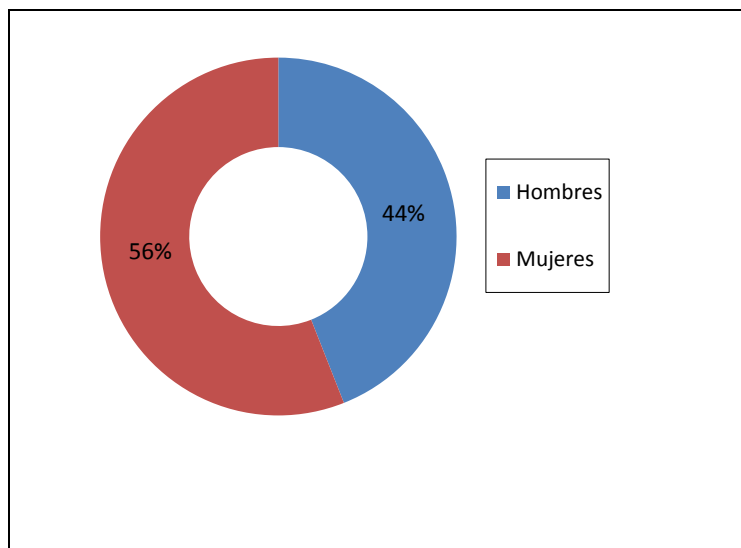
Segunda Etapa

Una vez realizado el primer estudio sensorial a nivel laboratorio, se efectuó una segunda evaluación con 100 consumidores potenciales. Se sustituyeron los caramelos elaborados en el laboratorio hechos a base de azúcares por caramelos comerciales marca Micro®, los cuales también se elaboran con azúcares tradicionales. Asimismo, se probó un sabor más habitual y común en productos similares, realizando el análisis con caramelos sabor cereza.

Para esta segunda etapa solo se realizó la prueba de nivel de agrado y de preferencia. Ya que a nivel laboratorio los resultados obtenidos en cuanto a la aceptación del producto fueron altamente satisfactorios, esta prueba resultó innecesaria.

A continuación se presentan la distribución de la población participante por sexo y edad.

Fig. 28. Distribución porcentual por sexo de los participantes del análisis sensorial



El promedio de edad de los encuestados es de 13 años.

Se detallan enseguida los resultados de los dos métodos afectivos realizados agrupándolos por pruebas.

Nivel de Agrado

Se añadió un atributo más a la evaluación para conocer la calificación de forma global que le dan los consumidores potenciales al caramelo, este último parámetro fue “Apariencia General”

Tabla 30. Valores promedio para ambos tipos caramelos

	Caramelo comercial Micro®	Formulación libre de azúcares
Sabor*	4.35	4.26
Dulzor*	4.34	4.23
Dureza	4.25	3.58
Color*	4.26	4.28
Apariencia General	4.4	4.21

*No hay diferencia significativa entre ambos productos

Para todos los atributos, excepto para Dureza y Apariencia General existe estadísticamente una diferencia significativa al 0.05 de nivel de significancia de acuerdo a la prueba de t de Student. Así se observa que los caramelos sin azúcar son estadísticamente comparables con un producto comercial similar.

Prueba de Preferencia

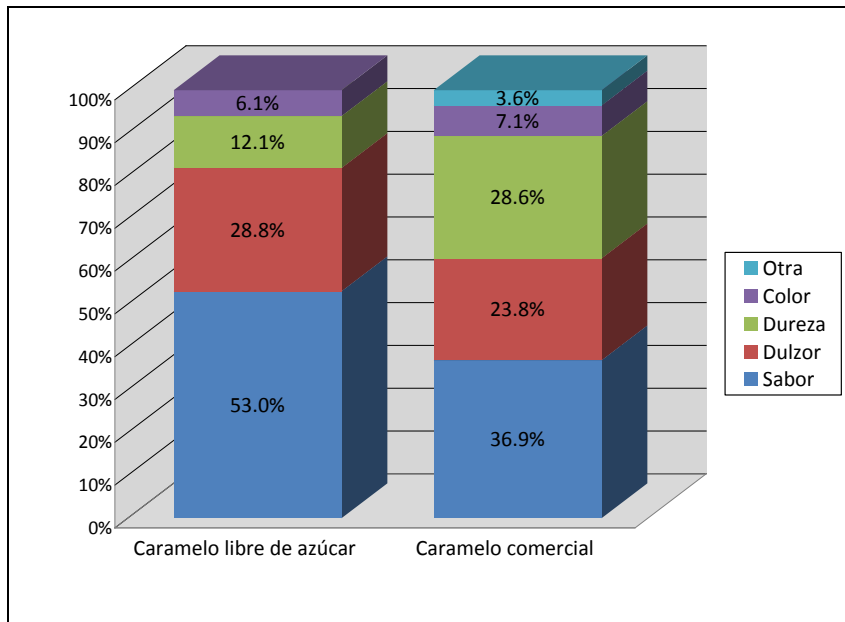
Según los consumidores, la preferencia fue la siguiente:

Tabla 31. Porcentaje de preferencia para ambas formulaciones de caramelo

Producto	Porcentaje
Caramelo duro comercial Micro®	54%
Caramelo duro reducido en calorías	46%

Las razones por las que los encuestados prefirieron a un caramelo por encima del otro son:

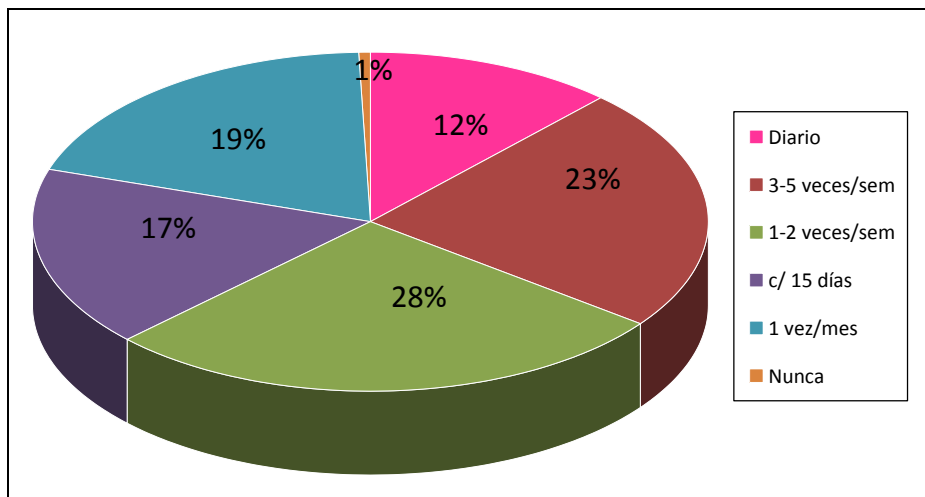
Fig. 29 Razones determinantes en la elección de preferencia del caramelo



Se les preguntó a los jueces qué precio estarían dispuestos a pagar por caramelos de este tipo, y el precio promedio mínimo establecido por los mismos participantes es de \$5.02.

Finalmente, se exponen los hábitos de consumo de la población total participante para este producto en particular.

Fig. 30. Hábitos de consumo de caramelo duro de la población



6.2 Gomas de gretina

Se realizaron -al igual que en el caso de caramelo duro-, varias pruebas para encontrar la formulación idónea de gomas de gretina que tuviera las mejores características fisicoquímicas y de palatabilidad, tanto en la presentación de azúcar como en la baja en calorías. La segunda formulación se elaboró a partir de la primera (ver tabla 24), sustituyendo por completo los azúcares por jarabe de maltitol.

El calentamiento empleado en todos los casos fue mechero y cacerola de aluminio en un sistema abierto, llevando a cabo un monitoreo de la temperatura y del tiempo. El sabor que se probó fue de durazno.

A continuación se detalla lo elaborado en la formulación elaborada con poliol (jarabe de maltitol).

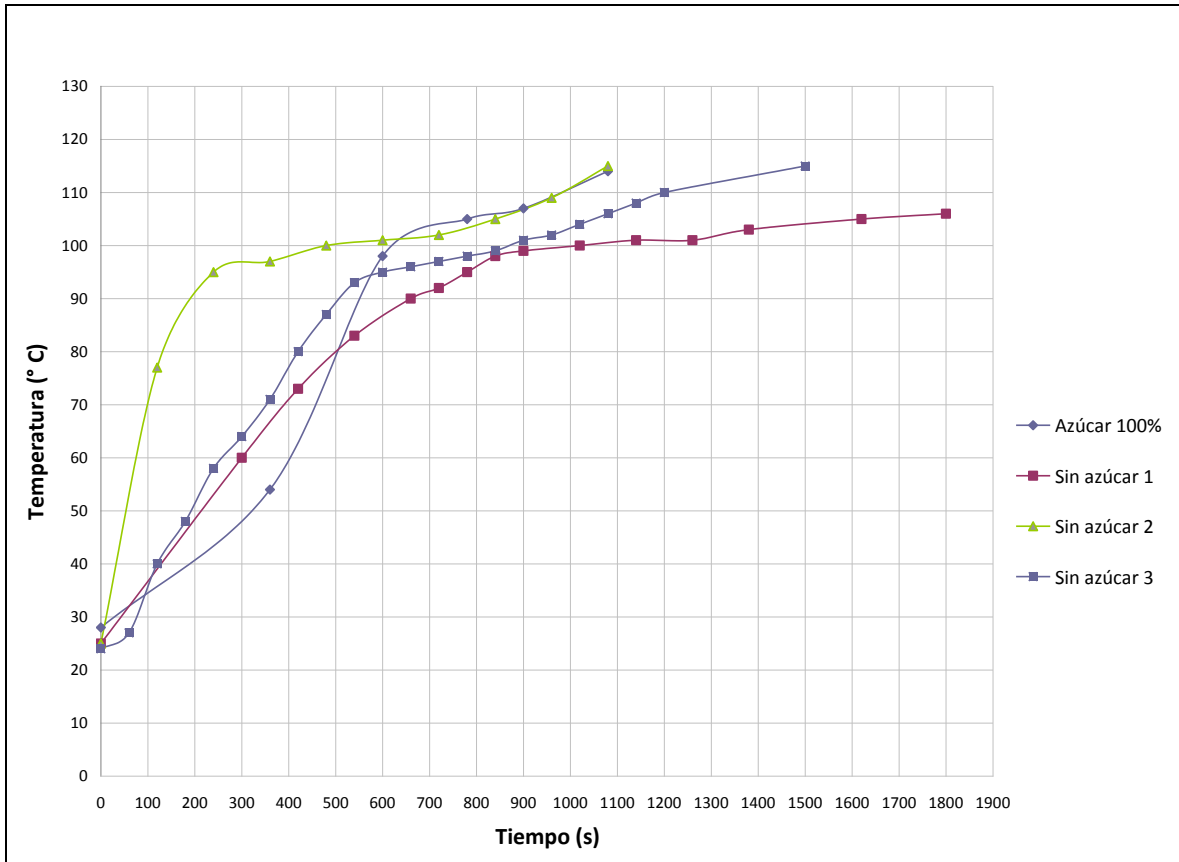
La formulación con mejores características fisicoquímicas y sensoriales es la que se presenta enseguida:

Tabla 32. Formulación de gomas de gretina reducida en contenido energético

Ingrediente	g/100 g
Jarabe de maltitol	62.97
Agua	21.99
Gretina	6.75
Glicerol	6.00
Ácido cítrico (50%)	1.50
Saborizante (durazno)	0.75
Sucralosa	0.03
Colorante	0.02
TOTAL	100

El peso promedio de las gomas fue de 2.7527 g, con un coeficiente de variación del 7.9191%.

Fig. 31. Comparativo del comportamiento térmico durante la elaboración de gomitas tradicionales y libres de azúcar.



Es preciso señalar que estas curvas de comportamiento térmico terminan cuando se alcanzó el punto de “bola firme”, es decir, cuando una gota del jarabe es capaz de mantener su forma dentro de un vaso con agua (AAPPA, 2004). Ya que este punto se logra entre los 115 y 118 °C, éste es el último registro de temperatura que se tiene puesto que la mezcla se retira enseguida del fuego. Debido a que el descenso de la temperatura ocurre tan rápido es preciso añadir el resto de ingredientes y la grenetina adecuadamente y sin contratiempos, pues si la temperatura desciende por debajo de los 70 °C la incorporación de los mismos y el vaciado es casi imposibles de realizar, motivo por el cuales se dificulta seguir con el monitoreo de la temperatura posterior al punto de “bola firme”.

Tabla 33. Comparativo de los principales cambios fisicoquímicos durante el proceso de fabricación de gomitas de grenetina entre ambas formulaciones

Observaciones	Gomitas tradicionales		Gomitas libre de azúcares	
	Temperatura (°C)	Tiempo (s)	Temperatura (°C)	Tiempo (s)
Disolución total	80	300	92-94	720
Ebullición	98	600	98-100	900
Cambio de color	105	780	103-106	1380
Punto de "bola firme"	114-115	1080	115-116	1500

El rendimiento obtenido tras la fabricación de gomitas en promedio luego de varias sesiones fue del 62.98% para las elaboradas de forma tradicional y de 69.05% para las formuladas con poliol.

6.2.1 Textura de gomitas de grenetina

Se monitoreó la dureza de las gomitas hechas a base de poliol y de un producto similar comercial de la marca Ricolino® para establecer un comparativo por un periodo de almacenamiento de 30 días en condiciones de sequedad y empaçado en celofán, llevando a cabo una determinación semanal por triplicado cada una. Para llevar a cabo dichas determinaciones se empleó un Analizador de Textura o Texturómetro TA.XT plus; en vista de que no existe un método oficial o recomendado para este tipo de producto, se empleó el Método Bread ya integrado en el software del equipo, de tal forma que se realiza una compresión y se determina la fuerza necesaria para deformar el producto hasta un 40%.

Esta prueba indica la firmeza del gel en ambos tipos de gomitas. A continuación se exponen los resultados promedio de los dos productos.

Tabla 34. Dureza del gel de ambos productos con una compresión de 40% de deformación.

Producto	Fuerza (g)
Gomitas reducidas energéticamente	262.835
Gomitas marca Ricolino®	261.429

6.2.2 Determinación de la Energía Calórica Total

Se trabajó de la misma forma que para la determinación energética de caramelo duro (ver punto 6.1.2), por lo que se midió la energía calórica total de tres tipos de gomitas que se mencionan más adelante. Así, se verificó el porcentaje que logran reducir energéticamente las gomitas hechas con poliol con respecto a los productos mencionados anteriormente.

Utilizando una bomba calorimétrica adiabática Parr 1341 se determinó el contenido calórico de las siguientes muestras:

- ✓ Gomitas de grenetina comercial (a base de azúcar)
- ✓ Gomitas de grenetina tradicional
- ✓ Gomitas de grenetina reducidas en calorías (a base de jarabe de maltitol)

La estandarización del equipo así como la determinación del valor calórico total se realizó de forma idéntica que en el caso de caramelo duro. (Ver punto 6.1.2)

Tabla 35. Energía Calórica total de los productos elaborados

	Gomitas de grenetina		
	<i>Comercial Ricolino® (azúcar)</i>	<i>Tradicional (azúcar)</i>	<i>Reducidas en calorías</i>
H_g (cal/g)	3318.29	3156.69	2765.29

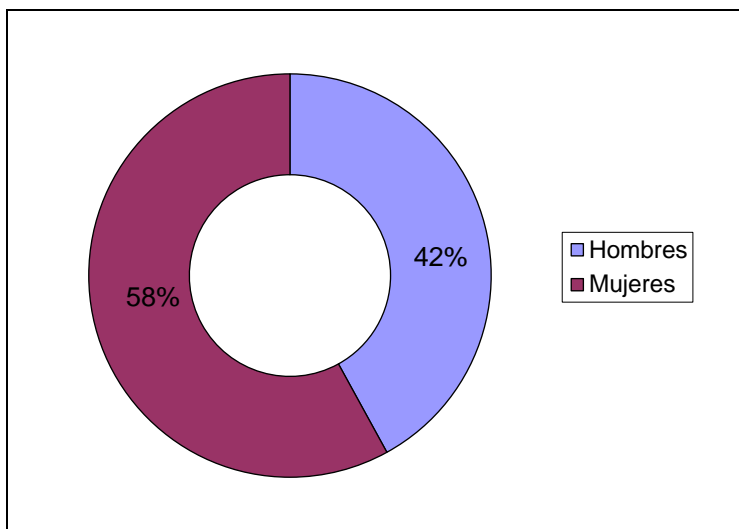
6.2.3. Análisis Sensorial

Primera etapa

La primera etapa del estudio sensorial consistió en evaluar los productos elaborados tradicionalmente con azúcares y los que contienen jarabe de maltitol, asentando un comparativo entre ambos. Los cuestionarios pueden revisarse en el Anexo.

A continuación se detallan los datos importantes de esta primera etapa.

Fig. 32. Distribución porcentual por sexo de los participantes del análisis sensorial



El promedio de edad de los participantes en esta parte fue de 22.2 años.

Enseguida se muestran los resultados correspondientes a cada una de las pruebas afectivas para ambos productos.

Nivel de Agrado

Los panelistas evaluaron cuatro atributos: sabor, dulzor, dureza y color mediante una escala hedónica con marcadores de 5 puntos (me agrada muchísimo, me agrada mucho, indiferente, me desagrada mucho, me desagrada muchísimo). Los resultados obtenidos aparecen en la tabla posterior.

Tabla 36. Valores promedio para ambas formulaciones de gomitas de grenetina

	Formulación tradicional	Formulación libre de azúcares
Sabor	3.74	4.36
Dulzor	3.94	4.36
Dureza	3.16	4.26
Color	3.58	4.30

Para todos los atributos existe estadísticamente una diferencia significativa al 0.05 de nivel de significancia de acuerdo a la prueba de t de Student. De esta forma, las gomitas hechas a base de polioles tuvieron un mejor perfil en cuanto a nivel de agrado se refiere.

Prueba de Preferencia

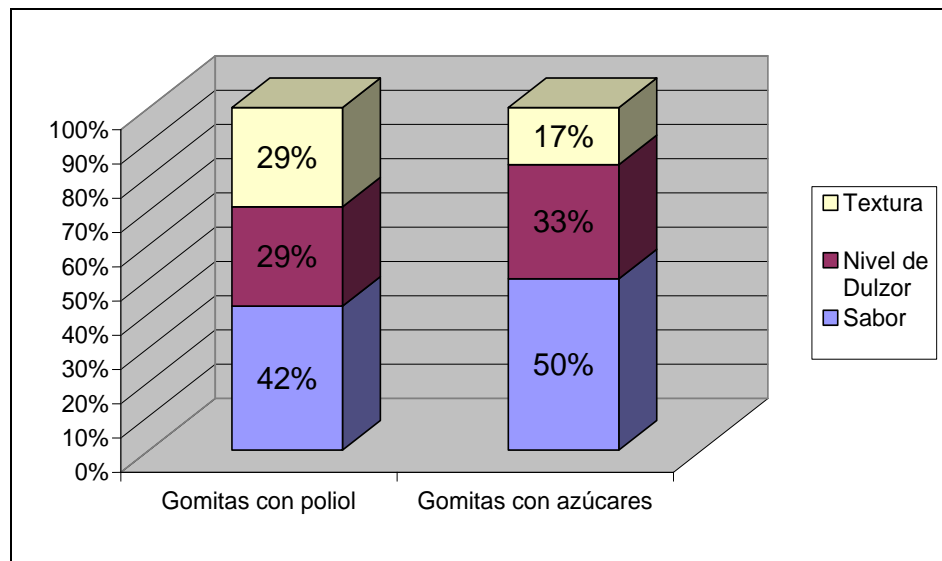
Los resultados que arrojó la prueba de preferencia fue la siguiente:

Tabla 37. Porcentaje de preferencia para ambas formulaciones de gomitas

Producto	Porcentaje
Gomitas de grenetina tradicionales	13%
Gomitas de grenetina reducidas en calorías	87%

Las razones que fueron determinantes para colocar una formulación por encima de la otra se muestran a continuación.

Fig. 33. Razones determinantes en la elección de preferencia de gomitas

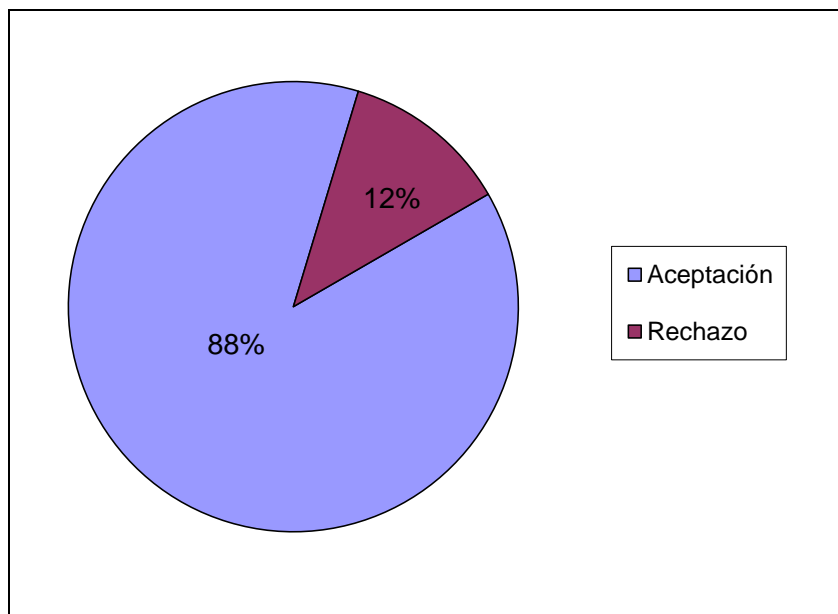


Prueba de Aceptación

Finalmente, se le preguntó a los jueces si comprarían o no las gomitas libres de azúcar. Las respuestas indican si los panelistas aceptan o rechazan el producto de interés, independientemente de las características que él mismo presente.

Los resultados de esta última parte se presentan a continuación:

Fig. 34. Porcentaje de aceptación de las gomitas libres de azúcares



Estos resultados son significativamente aceptables de acuerdo a las tablas de estimación de significancia de preferencia por pares, con un nivel de probabilidad del 0.05% a dos colas.

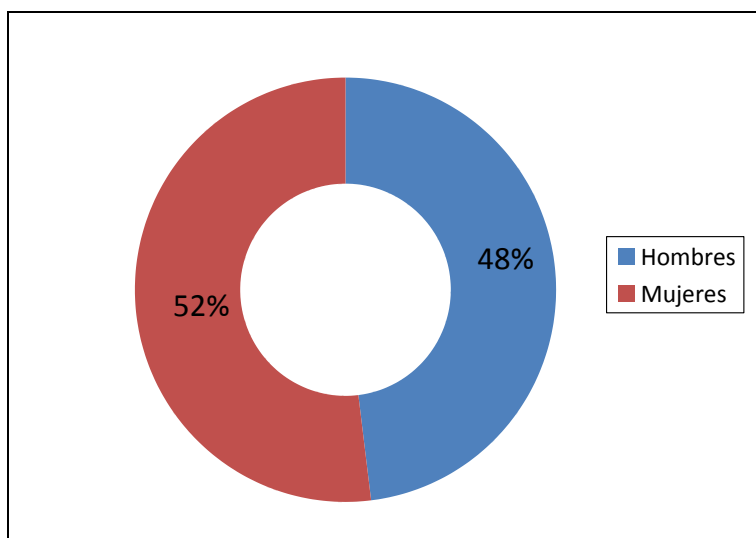
Segunda Etapa

Una vez realizado el primer estudio sensorial a nivel laboratorio, se efectuó una segunda evaluación con 100 consumidores potenciales. Se sustituyeron las gomitas elaboradas en el laboratorio hechos a base de azúcares por gomitas comerciales marca Ricolino®, los cuales también se elaboran con azúcares tradicionales.

Para esta segunda etapa solo se realizó la prueba de nivel de agrado y de preferencia. Ya que a nivel laboratorio los resultados obtenidos en cuanto a la aceptación del producto fueron altamente satisfactorios, esta prueba resultó innecesaria.

A continuación se presentan la distribución de la población participante por sexo y edad.

Fig. 35. Distribución porcentual por sexo de los participantes del análisis sensorial



El promedio de edad de los encuestados es de 14.3 años.

Se detallan enseguida los resultados de los dos métodos afectivos realizados agrupándolos por pruebas.

Nivel de Agrado

Se añadió un atributo más a la evaluación para conocer la calificación de forma global que le dan los consumidores potenciales a las gomitas, este último parámetro fue “Apariencia General”

Tabla 38. Valores promedio para ambos tipos de gomitas

	Gomitas comerciales Ricolino®	Formulación libre de azúcares
Sabor	4.44	4.2
Dulzor	4.43	4.18
Dureza*	4.07	3.85
Color*	4.32	4.11
Apariencia General	4.39	4.05

*No hay diferencia significativa entre ambos productos

Para todos los atributos, excepto para Dureza y Color existe estadísticamente una diferencia significativa al 95% de nivel de confianza de acuerdo a la prueba de t de Student. Así se observa que los caramelos sin azúcar son estadísticamente comparables con un producto comercial similar.

Prueba de Preferencia

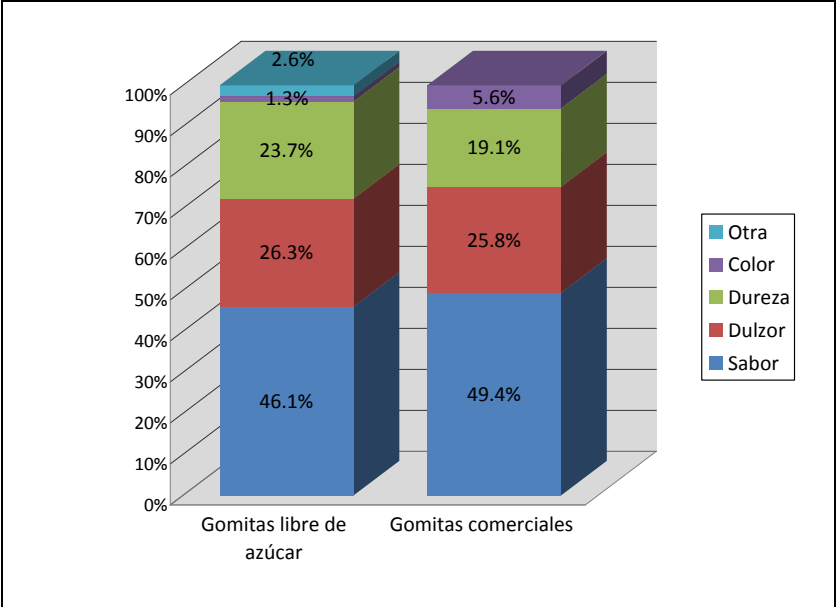
Según los consumidores, la preferencia fue la siguiente:

Tabla 39. Porcentaje de preferencia para ambas formulaciones de gomitas

Producto	Porcentaje
Gomitas de grenetina comercial Ricolino®	56%
Gomitas de grenetina reducidas en calorías	44%

Las razones por las que los encuestados prefirieron a un producto por encima del otro son:

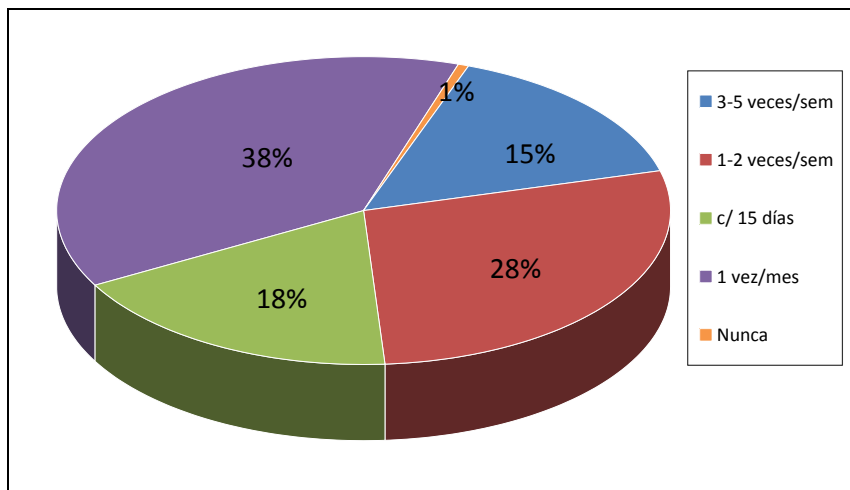
Fig. 36 Razones determinantes en la elección de preferencia de gomitas



Se les preguntó a los jueces qué precio estarían dispuestos a pagar por gomitas de este tipo, y el precio promedio mínimo establecido por los mismos participantes es de \$8.21.

Finalmente, se exponen los hábitos de consumo de la población participante para este producto en particular.

Fig. 37. Hábitos de consumo de gomitas de grenetina de la población

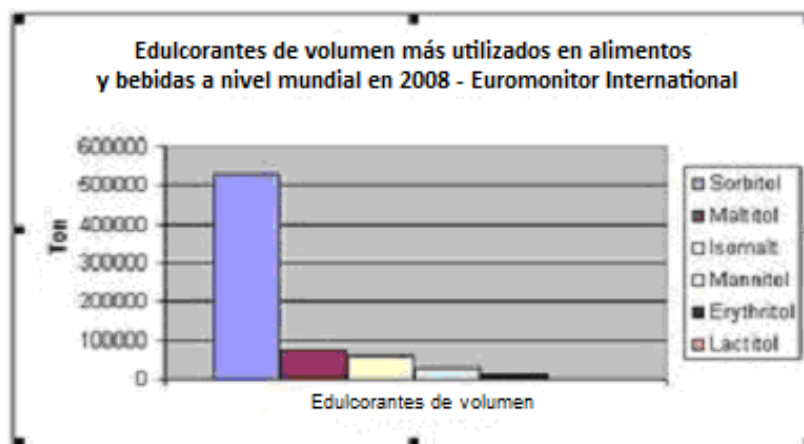


7. ASPECTOS MERCADOLÓGICOS

En la actualidad, los edulcorantes se utilizan exhaustivamente y su comercialización alcanza un volumen apreciable de valor económico accesible, lo que origina una verdadera batalla por imponer una variedad de productos entre quienes se disputan el mercado de sabor dulce (Cedillo, 2008).

La siguiente gráfica expone de acuerdo a *Euromonitor International* que en el 2008 se usaron más de 70 millones de toneladas de azúcares y edulcorantes de volumen. Los principales edulcorantes de volumen, exceptuando al azúcar, alcanzan alrededor de 700 mil toneladas (Macías, 2010).

Fig. 38. Edulcorantes de volumen más empleados



(Macías, 2010)

Es así, que en los últimos años se han generado en todos los sectores de la Industria Alimentaria productos sin azúcar, reducidos en grasa o con menos calorías sin comprometer las propiedades sensoriales inherentes a cada uno de estos productos, haciéndolos más atractivos para la población en general. Ya se ha referido en el punto 4.1 del presente texto la problemática de salud tan grave que presenta el país hoy en día, motivo que impulsa a la actual Industria Alimentaria a generar alternativas más saludables para la población. Por su parte el sector confitero ha aumentado la variedad en cuanto a productos se refiere, ofreciendo a los consumidores una versión más sana de las golosinas que ya conocen o bien, generando productos nuevos explotando el “claim” de ser “saludables y/o benéficos” para la salud.

En el sector confitero, los productos que más destacan que hacen uso de al menos algún edulcorante son las gomas de mascar, pastillas, caramelos duros y blandos e incluso chocolates. Aunque cabe mencionar, que cada día crece más la cantidad de productos que hacen mención en su etiqueta a algún tipo de edulcorante.

Sin embargo, a pesar del crecimiento del mercado dentro de nuestro país, las empresas que son 100% mexicanas han quedado un tanto rezagadas ya que el sector confitero está integrado por 76 industriales “chocolateros” y “dulceros”, de los cuales un 3% son firmas extranjeras (que controlan el 80% del mercado) (Llamas, 2006).

Dentro del mercado de las golosinas la variedad constituye un factor esencial para su comercialización, por lo que se impone el actualizar constantemente el producto innovando presentaciones, empaques, publicidad, así como incorporando sabores de moda e incluso añadiendo vitaminas. A pesar de ello, en el caso de estos productos no existe fidelidad a la marca o producto, ya que se consume en el momento y la elección por parte del consumidor se realiza con base en el posicionamiento del mismo, por ser novedoso o bien, por resultar atractivo debido a razones tales como el empaque. También es de importancia considerar que en ciertas épocas del año, la demanda en general de los dulces se incrementa como: día del niño, Halloween, Navidad, Reyes, etc.

Sin embargo, y retomando el tema de las golosinas libres de azúcares, se debe apuntar que la demanda de productos sin azúcar continúa siendo baja en comparación con la de las golosinas azucaradas. Por ejemplo, la marca Estee es consumida, en general, por diabéticos con alto poder adquisitivo, que buscan productos indulgentes cuyos precios pueden afrontar. Sin embargo, este nicho posee un considerable potencial de crecimiento, ya que en toda la sociedad ha crecido la preocupación por el problema de la obesidad. México registra actualmente tasas de obesidad del 50% en su población de niños (Euromonitor y Mintel International, 2008).

7.1 Estudio de mercado, D.F.

Durante el desarrollo de este trabajo, se realizó una búsqueda de dulces elaborados con edulcorantes en diversos establecimientos en la Ciudad de México. Todas las etiquetas y empaques de dichas golosinas presentaron la leyenda “sin azúcar” de un color diferente y llamativo que hace fácil su distinción y llama la atención al cliente.

Tabla 40. Productos de confitería que emplean algún edulcorante

Dulce	Marca	Empresa	País de origen	Edulcorante(s)
Paleta de caramelo duro	Chupa Chups®	Chupa Chups®	España	Isomaltosa 64% Maltitol 27% Acesulfame-K 0.04%
Chicle	Ice Breakers®	Hershey's®	Estados Unidos	Sorbitol Maltitol Aspartame Acesulfame-K Neotame
Pastilla	Ice Breakers®	Hershey's®	Estados Unidos	Sorbitol Maltitol Aspartame
Chicle	Infinity Chiclets®	Cadbury Adams®	México	Sorbitol Manitol Xilitol Aspartame Acesulfame-K
Chicle	Star Gum®	Barcel®	Dinamarca	Sorbitol 0.6g Aspartame 0.003g Acesulfame 0.001g
Chicle	Orbit®	Wrigley México®	Canadá	Xilitol Manitol Aspartame Acesulfame-K
Chicle	Chiclets®	Cadbury Adams®	México	Sorbitol Maltitol Acesulfame-K Sucralosa Manitol Aspartame
Chicle	Skidder®	Barcel®	Dinamarca	Sorbitol Manitol Maltitol Aspartame Acesulfame-K
Chicle	Eclipse®	Wrigley®	Canadá	Maltitol Sorbitol Manitol Aspartame Acesulfame-K
Caramelo macizo	Sweet'N Low Fruit Flavors®	Sweet'N Low®	Estados Unidos	Isomaltosa Sucralosa
Chicle	Trident®	Cadbury Adams®	Estados Unidos	Sorbitol Xilitol Manitol Aspartame Acesulfame-K

Tabla 40. Productos de confitería que emplean algún edulcorante (cont.)

Dulce	Marca	Empresa	País de origen	Edulcorante(s)
Paletas de caramelo duro	Vero Elotes®	Dulces Vero®	México	Isomalt Sucralosa

En la mayoría de estos productos el precio varía de acuerdo a la tienda o lugar en el que se adquiera para la misma presentación del producto. Pero en general, son más caros que los productos similares elaborados con azúcares tradicionales.

7.2 Precio de venta de los productos elaborados

Para establecer los costos de los productos elaborados, se consideró a la población a la que se dirige cada una de las golosinas. Aunque ambos son productos destinados para todo tipo de público y los puede consumir cualquier persona, los consumidores potenciales son aquellos entre 10 y 29 años de edad, es decir, la población infantil y juvenil, así como toda la población con problemas relacionados con la diabetes, es decir entre 6.5 y 10 millones a nivel nacional. Ya que los productos se distribuirían únicamente en la Ciudad de México, la población contemplada se distribuye de la siguiente manera:

- Población juvenil del D.F.: alrededor de 2 millones.
- Población infantil del D.F.: alrededor de 1.2 millones.
- Población diabética del D.F.: Alrededor de 600 mil capitalinos adultos.
- Total: 3.8 millones de personas contempladas.

Si se supone que solo el 15% de la población tiene el poder adquisitivo para obtener un producto libre de azúcares, la población estimada desciende a 570000 personas aproximadamente. Si se parte del supuesto de que el producto impacta en un inicio solo en el 1% de dicha población, se tiene un total de 5700 consumidores potenciales.

Para cada individuo se requeriría una bolsa de 100 gramos cada 2 meses, por lo tanto sería necesario producir 285 kg mensualmente. De tal forma que se alcanzaría un total de 2850 bolsas con 100 gramos de producto mensual.

Así, el precio unitario de cada uno de los productos se estima como se muestra a continuación con base en las formulaciones empleadas:

Tabla 41. Costo por kilogramo de caramelo duro sin azúcar

Materia prima	Costo (\$ pesos) / kilogramo	Costo (\$ pesos) / Kg de producto
Jarabe de poliglicitol	45.3	35.890
Agua	0.024	0.004
Ácido cítrico	66	1.281
Saborizante	245	1.740
Sucralosa	3875	2.713
Colorante	127.6	0.013
TOTAL		41.640

Si se considera que se fabrican 285 kg/mes, el costo total mensual de materia prima es de \$11867.40 mensual.

Haciendo algunas otras aproximaciones, se tiene que el costo total es el siguiente:

Tabla 42. Costo neto total de la producción de caramelo duro sin azúcares

	Costo (\$ pesos) / mes
Materia prima	11867.40
Mano de obra directa	8000
Empaque	3000
Costos indirectos	3500
TOTAL	26367.40

En este caso, es necesario puntualizar algunos aspectos:

- Ya que no es una producción elevada, es posible generar tal cantidad de kg mensuales de caramelo duro con solo dos personas trabajando 6 horas diarias, con un pago de tres salarios mínimos inclusive.
- Puesto que es un proyecto en fase inicial, el empaque propuesto para caramelo duro se compondría de una envoltura individual de celofán transparente para cada caramelo cerrado por “doble retorcido” como envase primario; contenidos en bolsas de polietileno de baja densidad 100% oxo-biodegradable de 25x15 cm, como envase secundario. El celofán, además de ser económico es un material que provee de excelente barrera contra la humedad gases al producto. Es de fácil manejo y posee un sellado bueno. El polietileno posee las mismas características antes mencionadas, con la ventaja adicional de ser

altamente resistentes al rasgado y posee una mayor facilidad para la impresión de tinta. Además es económico con respecto a otros materiales de empaque.

- Se consideran como costos indirectos transporte, energía eléctrica, etc.

Puesto que el costo neto total es de \$26367.40 el precio unitario por bolsa es de \$9.25. Estableciendo un 35% de ganancia por cada bolsa de producto, el precio al público es de \$12.48, lo cual resulta bastante competitivo con respecto a otras marcas.

Para el precio de las gomitas, los costos son:

Tabla 43. Costo por kilogramo de gomitas de grenetina sin azúcar

Materia prima	Costo (\$ pesos) / kilogramo	Costo (\$ pesos) / Kg de productos
Jarabe de poliglicitol	45.15	28.43
Agua	0.024	0.01
Grenetina	120	8.10
Glicerol	31.9	1.91
Ácido cítrico (50% v/v)	66	0.99
Saborizante	275	2.06
Sucralosa	3875	1.16
Colorante	127.6	0.03
TOTAL		42.69

La presentación para gomitas de grenetina será en bolsas con 100 gramos de producto cada una. Se considera producir la misma cantidad de gomitas que de caramelo mensualmente, es decir, 285 kg. De esta forma el costo total mensual de materia prima es de \$12166.65 pesos.

Contemplando las siguientes aproximaciones, el costo total es:

Tabla 44. Costo neto total de la producción de gomitas de grenetina libre de azúcares

	Costo (\$ pesos) / mes
Materia prima	12166.65
Mano de obra directa	8000
Empaque	2500
Costos indirectos	3500
TOTAL	26166.65

Se debe hacer mención a los siguientes puntos:

- En el caso de mano de obra directa y costos indirectos, los costos son idénticos a los reportados en caramelo duro puesto que incluye la fabricación de ambos productos.
- El empaque propuesto para las gomitas son bolsas de polietileno de baja densidad de 25x15 cm. como envase primario y punto de venta, por las características señaladas anteriormente. Los costos se reducen pues solo requiere de un solo empaque para el producto.

Puesto que el costo neto total es de \$20083.33 el precio unitario por bolsa es de \$9.18. Estableciendo un 35% de ganancia por cada bolsa de producto, el precio al público es de \$12.39, lo cual resulta bastante competitivo con respecto a otras marcas.

8. ANÁLISIS DE RESULTADOS

A raíz de los problemas de salud con respecto a las enfermedades no transmisibles por los que actualmente atraviesa nuestra sociedad, se generó un proyecto que permitiera desarrollar algún producto alimenticio de fácil acceso para la población y que además, estuviera dirigido a un amplio sector de la gente que contribuyera a equilibrar la problemática de salud y así, las personas habitadas a consumir “snacks” y golosinas tengan una alternativa más saludable de dichos productos y con mejor sabor, a un precio asequible. Es así, que se eligió elaborar dos productos de confitería populares dentro de la población y con una total aceptación por parte de ella, tales como el caramelo duro y las gomitas.

Después de diversos ensayos experimentales, se lograron obtener dos formulaciones de características fisicoquímicas y sensoriales adecuadas para caramelo duro y gomitas de grenetina completamente libre de azúcares. A partir de una formulación tradicional de estos productos, se elaboraron las pertinentes libres de azúcar empleando polioles.

8.1 Caramelo duro

Proceso

Mientras se elaboraba el caramelo duro, se observó que el comportamiento térmico y los cambios fisicoquímicos ocurridos durante el proceso de elaboración fue el esperado tanto en la formulación a base de sacarosa y glucosa como la de jarabe de poliglicitol. A pesar de que hubo problemas para lograr el control de la temperatura en las primeras sesiones, finalmente se logró optimizar el proceso obteniendo un caramelo duro con características físicas y sensoriales adecuadas. Esto es importante porque los procesos de pirólisis que se producen cuando se incrementa la temperatura generan los productos responsables de aroma y color característicos presentes en este producto. Ahora bien, si se observa la gráfica 23 y la tabla 26, es notable el hecho de que la curva de comportamiento térmico del caramelo a base de sacarosa alcanza el punto de “bola dura” tiempo después que lo hace la formulación con poliol, de igual forma, las temperaturas en las que ocurren los cambios principales durante la evolución del calentamiento están por debajo de la formulación de sacarosa por 3 o 4 grados Celsius. Este comportamiento inesperado no afecta en la calidad sensorial del producto, y por el contrario, optimiza los tiempos de producción en comparación con una formulación tradicional de caramelo duro e incluso se refleja en la reducción de costos.

Es importante señalar también, que la incorporación de ingredientes, así como el mezclado y la formación de los productos es más sencilla en el proceso en cuya formulación se involucran polioles, puesto que se reduce el contenido de sólidos de la mezcla final. Los hechos antes mencionados representan ventajas técnicas que mejoran las operaciones unitarias relacionadas con la elaboración del caramelo.

Humedad

Por otro lado, se debe hacer mención que el contenido de humedad es de las características fisicoquímicas más importantes de un caramelo duro. Para producir caramelos con una vida propia satisfactoria, el producto final debe tener una humedad residual mínima. Jackson indica que para que esto se logre el contenido máximo de humedad debe ser del 3% (Jackson, 1990) sin embargo, otros autores indican que el límite superior de contenido de humedad no debe sobrepasar el 2%. (García, 2006). Experimentalmente se encontró que la humedad del producto no supera dicho límite, aunque se observa un aumento directamente proporcional al tiempo de almacenaje de 30 días que se estabiliza al final según lo señala la gráfica correspondiente (ver gráfico 24). A pesar del incremento en el contenido de humedad del producto, las características físicas tales como brillo, dureza y palatabilidad permanecieron estables. Cabe señalar que efectivamente, se esperaba que el producto tuviera un ligero aumento en la humedad sin que éste sufriera cambios físicos importantes. Asimismo, dicho comportamiento lo presentó también el caramelo comercial a base de azúcar. Es interesante observar que la diferencia total de los valores iniciales y finales de ambos productos es menor en el caramelo con poliglicitol que en el de azúcares, mostrando un 0.24% contra un 0.68%, sin embargo la humedad final del caramelo desarrollado en el presente trabajo posee un valor más alto que el caramelo tradicional comercial (1.96% vs 1.85%), y aunque ninguno supera el valor límite, es trascendental controlar este parámetro y lograr un incremento gradual en la ganancia de humedad a través de un adecuado manejo del proceso, del producto y sobre todo, un adecuado material de empaque y excelentes condiciones de almacenamiento.

Es muy probable que en el caso del producto elaborado en el laboratorio, se haya presentado una humedad hasta cierto punto alta debida a algunos factores que se mencionarán a continuación, y que afectan de forma directa en la fabricación de caramelos duros:

- *Las condiciones climatológicas.* Cabe señalar, que en algunas sesiones de trabajo, a pesar de no variar ninguna condición en cuanto a proporciones, ingredientes y material empleado, los caramelos adquirirían un estado final cauchoso y no vítreo, presentando características como pegajosidad al momento de ingerirlos. Es posible que tales defectos

hayan sido originados por un clima lluvioso y con humedades relativas al momento de trabajar de hasta 75% en la Ciudad de México, lo cual ocasionaría problemas en la mezcla final del caramelo e incluso, en su tiempo de almacenaje.

- *Material de empaque.* Los productos se empacaron en bolsas de celofán transparentes de 10x5 cm, almacenando 10 caramelos en cada bolsa. Posteriormente fueron selladas con calor. Si bien el celofán posee varias características nobles y funciona como un buen material de empaque para muchos productos alimenticios en general, y es sobre todo una gran barrera contra la humedad, no es el mejor material para realizar un sellado y por ende, debió considerarse un segundo material con excelente respuesta al sellar, como alguna película de baja densidad. Además, como ha de notarse, los caramelos no se empacaron de forma individual, razón que tampoco ayudó mucho en el mantenimiento de la humedad inicial.
- *Condiciones del proceso.* Como ya se señaló, el proceso de elaboración de los productos se hizo de manera tradicional y sin controlar por completo parámetros como presión y temperatura. Esto es un factor trascendental para diseñar dulces, sobre todo aquellos cuyas formulaciones contengan polioles, especialmente HSH. Resulta significativo poder tener un control de dichos parámetros porque los caramelos duros se encuentran en el estado vítreo. Si algunas condiciones del proceso varían como la temperatura o el contenido de humedad en el producto, provocaría un cambio del estado vítreo al estado cauchoso del mismo (Cedeño, 2009). Los especialistas recomiendan que los dulces hechos con HSH deben ser envasados en caliente en un envase resistente a la humedad. Además sugieren que la temperatura de ebullición debe llegar a 160 °C al vacío para llegar a un nivel de humedad inferior al 1%, lo cual es lo más recomendable para alargar y estabilizar la vida de anaquel del producto. Puesto que no se contaba con material especializado, tales condiciones no pudieron seguirse como se debería.

Estas razones intervinieron directamente en los resultados finales de humedad y no fueron los esperados en este sentido pues es ideal con base en la experiencia que la humedad se mantenga muy por debajo del 2% y sobre todo con la menor cantidad de variación conforme pasa el tiempo de almacenaje, ya que de lo contrario, podría mermar la vida de anaquel del caramelo.

Cabe mencionar que si bien el material de empaque tuvo ciertas deficiencias de sellado, una calidad de almacenamiento pobre se evidencia por un color blanquecino en caso de los caramelos duros, en concreto, la opacidad indica recristalización y también se revela por sí misma mediante la formación de pliegues y arrugas sobre la superficie, así como la aparición de una sensación grasa

o adhesividad y reblandecimiento de la superficie de un caramelo duro (Arenz y Bernard, 2007). Ya que no se presentaron en los dulces ninguna de las particularidades mencionadas anteriormente, es posible establecer que si bien no fue posible controlar los factores referidos en los párrafos previos, este producto en particular es viable según los resultados durante por lo menos 30 días, ya que a pesar de todo, mantuvo adecuadamente los atributos sensoriales desde el inicio de su elaboración y las condiciones de humedad mínimas para lograr un caramelo con características atractivas para el consumidor, tal como lo indica el análisis sensorial discutido más adelante.

Con respecto a los rendimientos obtenidos (69.6% y 62.24%) para caramelo tradicional y reducido en calorías respectivamente, se establece que la pérdida es principalmente a la gran evaporación de agua que ocurre al final de la manufactura del caramelo y parte de mezcla residual en la olla de aluminio. Sin embargo, los porcentajes logrados son similares entre sí con amplias posibilidades a conseguir mayores rendimientos mejorando las condiciones en la preparación del producto. Sobre todo si se emplea un sistema cerrado para controlar adecuadamente la temperatura, presión y humedad relativa.

Valor energético total

Por otra parte, uno de los objetivos de la tesis es verificar que los caramelos con poliglicitol presentan menor cantidad de calorías con respecto a un caramelo comercial con azúcar y a otro elaborado en el laboratorio cuya base es sacarosa y glucosa. El punto 6.1.2 y en particular la tabla 27, exponen que dicho objetivo es cierto. Se anticipaban estos resultados ya que teóricamente, el jarabe de poliglicitol aporta 3 kcal/g con respecto a los carbohidratos tradicionales. No sorprende entonces descubrir que el caramelo formulado en el presente trabajo posee 18.25% menos de energía calórica total que un caramelo comercial de la marca Micro® y un 9.5% menos que el caramelo a base de azúcar elaborado en el laboratorio, sin embargo, este último dato puede explicarse en términos de la poca reproducibilidad de los resultados en las determinaciones de esa muestra, pues existe alta disparidad en las tres repeticiones realizadas.

Evaluación Sensorial

Para evaluar el impacto del caramelo sin azúcar en la población se hizo una evaluación sensorial dividida en dos etapas: una a nivel laboratorio y otra con consumidores habituales. Como ya se mencionó, se emplearon las pruebas afectivas de nivel de agrado, prueba de preferencia y de aceptación en la primera etapa y las dos primeras en la segunda.

Conviene mencionar en esta parte que el jarabe de poliglicitol proporcionó ciertas diferencias al caramelo duro respecto a la formulación tradicional a base de azúcar, tales como una mayor dureza y un mayor tiempo de disolución en la boca. Además el producto final presenta mejor brillo que el hecho a base de sacarosa, por lo que visualmente podría ser más atractivo para el consumidor. Esto se vio reflejado en los resultados sensoriales.

Los atributos evaluados a través de escalas hedónicas tuvieron un mayor nivel de agrado para el caramelo bajo en calorías tal como lo representan la tabla 28. En una escala cuyo valor máximo corresponde a 5, es el caramelo con poliol el que recibe calificaciones más altas que un caramelo elaborado con base en azúcar. Esto significa que en esta prueba a nivel laboratorio, es decir, con solo 50 panelistas más del 70% de las respuestas para las características de sabor y dulzor pertenecieron a la escala “Me agrada” y “Me agrada mucho”. De acuerdo al análisis estadístico se demuestra que el caramelo reducido en calorías posee un mejor posicionamiento en nivel de agrado en todos los atributos exceptuando el de dureza, ya que a pesar de poseer una rigidez superior que la presentada por el producto elaborado mediante una formulación tradicional, los encuestados parecen no identificar dicha diferencia. Es así que en general, el agrado es mayor para el producto bajo en calorías, lo cual también se refleja en las otras pruebas realizadas.

Ahora bien, al conocer los resultados obtenidos a nivel laboratorio, se evaluó el caramelo con una población de 100 jóvenes potencialmente consumidores de estos productos, comparando en esta ocasión con un caramelo a base de azúcar de la marca Micro® bastante conocida. La tabla 30 exhibe que el caramelo comercial posee mejores promedios que el caramelo libre de azúcares, no obstante el análisis estadístico correspondiente revela que no existe una diferencia significativa entre ambos productos para los mismo atributos, excepto en el caso de dureza, lo cual contrariamente al ensayo hecho a nivel laboratorio, los consumidores indican que el caramelo sin azúcar es “más difícil de morder” y “se tarda mucho en deshacerse”. Y si bien las calificaciones para dicho atributo son bajas comparativamente hablando con las que se obtuvieron en la primera etapa, son aceptables y de hecho, ya se esperaban. La razón que se encuentra concretamente para tales resultados es la edad de los consumidores, ya que en la primera parte la media fue de 24 años contra 13 de la segunda, por tanto mientras los niños muerden inmediatamente los caramelos, las personas de mayor edad que disfrutan de los dulces procuran mantener en la boca un poco más de tiempo el producto degustado. Dicha examinación se refleja en el valor de “Apariencia general” del producto de interés, pues mientras por un lado el caramelo Micro® obtuvo un 4.4, el reducido en calorías se quedó en 4.21. Esto es también estadísticamente diferente según una probabilidad del 95%. Este motivo se verifica incluso en las figuras 26 y 29 de las pruebas de

preferencia en ambas etapas. En la primera gráfica se observa que del 100% de las respuestas las que prefirieron el caramelo reducido en calorías debido a su dureza equivalen solo al 7%, siendo el sabor la razón principal por la que se elige el producto. En el segundo caso, solo el 12% elige al caramelo sin azúcares también por su dureza, siendo nuevamente el sabor el motivo primordial de su predilección; en contraste, el caramelo comercial fue elegido sobre todo por el sabor y su dureza, lo cual evidencia la importancia que le da a dicho atributo la población infantil. Por otra parte, la preferencia del caramelo a base de poliol fue tres veces superior al caramelo elaborado con azúcar y glucosa (ver tabla 29), pero dicha ventaja decreció durante la etapa 2 de la evaluación sensorial, pues el caramelo comercial tuvo dentro de la población un 54% de preferencia con respecto al 46% del caramelo reducido en calorías (ver tabla 31). A pesar de ello, estos resultados son en primera instancia una prueba fidedigna de una posible comercialización del producto ya que su nivel de agrado y preferencia se encuentran muy a la par de los caramelos comunes. Además provee a la población de una mayor gama de opciones en cuanto a confitería se refiere, ampliando así las posibilidades de elección y dirigiéndose como un producto que podría representar una seria competencia no solo para la confitería “sugar free” sino incluso, para la confitería tradicional.

Finalmente, como última parte de las evaluaciones afectivas, se les preguntó a los jueces si comprarían o no el producto, como un indicativo de qué tan aceptado es el caramelo dentro de una población. Ya que el 80% de las respuestas fueron afirmativas (ver figura 27), es decir, aseguran que adquirirían el producto si éste estuviera en venta, dicha pregunta no fue repetida una segunda ocasión pues este resultado es lo suficientemente contundente como para prever que el producto se aceptaría con mucha facilidad en gran parte de la gente. En esta parte se aprecia sensorialmente la sinergia fisicoquímica entre el edulcorante empleado (sucralosa) y el jarabe de poliglicitol, otorgándole al producto final un perfil de sabor agradable para el consumidor.

8.2 Gomas de grenetina

Proceso

La elaboración de las gomas de grenetina representa una mayor laboriosidad, sobre todo porque se requiere de una hidratación previa de la grenetina empleada y una posterior adición a la mezcla de ingredientes cuidadosa y rápida para evitar la formación de grumos de grenetina. El comportamiento térmico exhibido en la Figura 31 así como la Tabla 33 demuestra rotundamente que las gomas de grenetina a base de sacarosa alcanzan la temperatura final (105 °C) en la mitad del tiempo que lo hace el jarabe correspondiente a las gomas fabricadas con poliol. Este paso es

previo a la adición de la grenetina fundida. La explicación atribuible de este comportamiento puede relacionarse con la humedad relativa presente en el ambiente. De acuerdo a los datos reportados por el Servicio Meteorológico Nacional, los días en los cuales se elaboraron las gomitas de grenetina la humedad relativa en el Valle de México tuvieron un promedio de 60%. Ya que el sistema empleado en la fabricación era abierto, el tiempo en alcanzar las temperaturas fue mayor ya que el jarabe tardó unos minutos en igualar las condiciones de presión del ambiente. Por este motivo es necesario idear un sistema de calentamiento cerrado para lograr controlar adecuadamente las condiciones de temperatura y presión, disminuyendo así las fuentes de error para la manufactura de los productos. A pesar de todo, las características finales de las gomitas permanecieron estables desde su elaboración hasta los análisis fisicoquímico y sensorial, observando sobre todo la misma firmeza del gel y gomosidad durante su almacenamiento cuyas condiciones fueron las mismas que las empleadas en caramelo duro, es decir, se empacaron un total de 10 gomitas en bolsas de celofán selladas con calor y guardadas en sequedad y sin exposición al ambiente.

Se precisa hacer mención que los rendimientos obtenidos fueron del 62.98% para las elaboradas de forma tradicional y de 69.05% para las formuladas con polirol. Igualmente que con caramelo, dichos porcentajes pueden incrementarse si se emplea un sistema cerrado a través del cual sea posible controlar variables importantes como la presión, temperatura y humedad relativa. En general, estos rendimientos son aceptables si se toma en cuenta que el sistema empleado para su fabricación siempre fue abierto y sin controlar ningún parámetro.

Textura

Del mismo modo que se examinó la humedad en caramelo, análisis básico para determinar su calidad, en el caso de gomitas de grenetina uno de los estudios elementales para saber cuán firme es la gomita y especialmente para conocer la estabilidad y calidad final del producto es preciso estudiar su textura. Puesto que no existe aún una metodología para la evaluación de la textura de gomitas de grenetina o algún producto alimenticio similar, se desarrolló un procedimiento simple con ayuda de un texturómetro para monitorear y evaluar las características propias del gel de grenetina, comparándolo con un producto comercial de la marca Ricolino®. A pesar de la falta de técnica en este sentido, esta prueba ayudaría a conseguir un acercamiento en cuanto a la vida útil del producto elaborado, ya que a través del grado de dureza de la gomita puede inducirse cuánto es que se ha perdido esta característica, sabiendo de antemano que los perfiles de textura de dureza y estabilidad de los geles de grenetina se caracterizan por su firmeza y elasticidad (Carr, et. al., 1995). En este tipo de golosinas, la mayor firmeza asociada a la elasticidad es una

característica ampliamente deseable. Lo anterior es solo un indicativo de la calidad del producto recién elaborado y durante su almacenamiento, lo cual no es sin embargo, un parámetro exclusivo para determinar la vida de anaquel del producto. Es así que al comparar ambos tipos de gomita de grenetina (ver Tabla 34), se observa que las comerciales poseen una dureza estadísticamente idéntica a las elaboradas con maltitol. Resulta seductor el que a pesar de poseer valores casi idénticos entre ambos productos, las gomitas reducidas energéticamente poseen una mayor facilidad de deglución y masticación. En adición, es altamente significativo evidenciar que los polioles empleados para la elaboración de estos productos mantienen la estructura esperada y característica de las gomitas de grenetina, siendo comprobable la aplicación y sinergia que estos ingredientes poseen en combinación con otros tales como los hidrocoloides, sirviendo –en este caso- como estabilizante de la red del gel que se forma.

Valor energético total

Por otro lado, la determinación de la energía calórica de las gomitas con poliol poseen un 16.6% menos de contenido energético con respecto al producto comercial, y un 12.4% en proporción al producto tradicional. Si bien se tenía la perspectiva de que la diferencia fuera mayor entre el producto de interés y los otros, es seguro que dicha disminución no fuera mayor debido a la disparidad de las repeticiones de la muestra tradicional especialmente.

Evaluación Sensorial

El estudio sensorial de la primera etapa sirvió para dar por sentado que igual que el caramelo, las gomitas también fueron altamente favorecidas por los consumidores participantes. Las tablas 36 y 37 ejemplifican el enunciado anterior al poner de manifiesto que en nivel de agrado, las gomitas hechas con poliol resultaron en calificaciones promedio significativamente superiores a las gomitas hechas solo con azúcar; este resultado se vincula estrechamente con el porcentaje de preferencia obtenido, pues el 87% de las respuestas coloca a las gomitas de poliol por encima de las elaboradas con los ingredientes tradicionales, reafirmando la misma tendencia. Lo anterior representa gráficamente que para el nivel de agrado más del 80% de los juicios otorgados para las gomitas reducidas en calorías correspondieron a los niveles de “Me agrada” y “Me agrada mucho”.

No obstante estos resultados se ven disminuidos en calificaciones promedio en las mismas pruebas durante la segunda parte de la evaluación en la que como ya se ha mencionado, se contó con la participación de 100 jóvenes potencialmente consumidores de estos dulces. Para dicho análisis el producto con el que se compararon las gomitas de interés fueron gomitas de la marca Ricolino®, el balance general fue favorable para este producto el cual es enormemente conocido

entre la población infantil y juvenil. En lo que al método de nivel de agrado se refiere, la formulación libre de azúcares obtuvo menores puntajes en los atributos correspondientes de sabor y dulzor (ver Tabla 38). Esta diferencia es justificable con base en la variedad de sabor que posee el producto comercial, ya que muchos no estaban habituados al sabor durazno en gomitas que es el que se les presentó a los consumidores en la formulación libre de azúcares, además conviene decir que la población gusta sobre todo de sabores cítricos. Pese a ello, el promedio de calificaciones de los atributos no es bajo en sí mismo, y resulta satisfactorio hallar que el producto elaborado en este trabajo es equiparable a productos comercialmente identificables y dominantes dentro del sector.

Asimismo, y tal como se esperaba, también el porcentaje de preferencia fue menor con respecto al producto comercial registrando solo 44%. Esto significa que dichas personas colocan en primer lugar a las gomitas comerciales, y aunque sí es un resultado desfavorable, es alto según las expectativas que se tenían ya que la marca Ricolino® es líder en este tipo de productos. Lo que se encuentra interesante, es que de acuerdo a la figura 36 las razones que intervinieron en esta elección poseen porcentajes semejantes para ambos productos por lo que podría indicar que no existe un atributo que predomine para efectuar una preferencia, sino todos en conjunto son importantes para la población. También se analizó la posibilidad de que la figura de la gomita (un osito) haya sido un referéndum para pre-escoger inconscientemente el producto comercial antes que el libre de azúcares. Esto se induce ya que en la primera etapa, en la prueba de preferencia tuvo un aspecto predominante la dureza de la gomita, la figura 33 indica que un tercio de las respuestas obtenidas en favor de las gomitas con poliol es debido a este parámetro.

Así como el caramelo tuvo un alto porcentaje de aceptación, las gomitas excedieron las expectativas en este sentido ya que la prueba de aceptación indicó que el porcentaje del producto elaborado con poliol fue del 88%, lo cual superó gratamente las expectativas, ya que esto indica que el perfil de sabor en general y las formulaciones finales con las que se trabajaron fueron las idóneas para lograr un producto apropiado tanto sensorial como fisicoquímicamente. Este motivo fue suficiente para omitir esta prueba en la parte complementaria de la evaluación sensorial.

8.3 Hábitos de consumo

Las figuras 30 y 37 muestran los hábitos que tiene la población total participante de la evaluación sensorial en ambas etapas. Como es notorio, en ambos casos el consumo tiene un porcentaje alto, pues al menos 19% y 15% ingieren una vez al mes tanto el caramelo como las gomitas respectivamente. Esto es una de las pruebas que demuestran que en la alimentación del sector

infantil y juvenil incluye golosinas de este tipo. Resulta inquietante descubrir el hecho que un porcentaje alto de la población acostumbra consumir dulces. Claramente es una oportunidad desde el aspecto mercadológico, pero al mismo tiempo representa un riesgo para la salud si quienes adquieren estos productos los ingieren con frecuencia. Por ello, es importante preservar sobre todo la calidad nutricia de los productos que elaboran los responsables de la Industria Alimentaria, ya que ésta es copartícipe junto con la sociedad de mejorar la situación alimentaria actual en el país.

Si bien los snacks y dulces son parte importante de la alimentación porque proveen a la gente de productos que genera “placer”, no deben ser base de una dieta y mucho menos exagerar su consumo. Sin embargo, puede contribuirse al mejoramiento de esta situación elaborando productos como los que se proponen en el presente trabajo.

Así, si se relacionan los datos recopilados en esta tesis en cuanto a hábitos de consumo con los datos no oficiales que el IMSS provee, resulta alarmante descubrir que hace tres años se atendían a 2 niños con diabetes, hoy se atienden a más de 200 diariamente (INSP, 2006). Si se toma en cuenta que la dieta actual de todos los sectores de la mayoría de la población está desequilibrada, no es sorprendente descubrir datos como los que se mencionan. Además, deben considerarse factores relacionados con la elección de los alimentos tales como el costo, la rapidez de preparación, la facilidad para adquirirlos y el tiempo con el que se cuenta para consumir los alimentos, por mencionar algunos. Si bien en épocas anteriores se disponía de tiempo para comer con la familia y elaborar los alimentos, actualmente debido al ritmo de vida que tiene gran parte de la sociedad, el tiempo destinado a ingerir los alimentos y la calidad de los mismos se ven reducidos sobre todo en el aspecto nutricional.

8.4 Aspectos legislativos y mercadológicos

Los polioles no poseen normatividad exclusiva para su uso y especificaciones como tal en México. Lo que se ha tomado como base para la elaboración de estos productos es la “Norma Oficial Mexicana NOM-086-SSA1-1994, Bienes y Servicios. Alimentos Y Bebidas No Alcohólicas con modificaciones en su composición. Especificaciones Nutrimientales”. En ella se definen algunos aspectos relacionados con los edulcorantes empleados en el país y con la manufactura de productos alimenticios bajos en calorías y sin azúcar, sin embargo, no hacen referencia a los polioles empleados en el presente trabajo. No existe tampoco concordancia con alguna norma internacional. Sin embargo es la que actualmente se emplea para regular su elaboración en alimentos similares a los desarrollados en esta tesis.

Debe señalarse que de acuerdo a esta norma, los dulces hechos corresponden a productos denominados como "Productos sin azúcar" y a su vez como un "Producto bajo en calorías". A pesar de la nula mención en la NOM 086 de los edulcorantes de volumen utilizados, se sugiere imprimir en la etiqueta del envase la leyenda "El abuso de este producto puede causar efectos laxantes" pues aunque el contenido del poliol no supera los 70 g/día que deben ingerirse para tener estos efectos, es recomendable hacer una declaración precautoria al respecto, ya que la norma estipula que tal declaración debe mencionarse cuando se emplea sorbitol o isomalt, ingredientes similares a los polioles aplicados en las presentes golosinas. Es preciso recalcar que se obedeció al límite máximo de sucralosa permitido en dulces correspondiente al 0.07%.

Desafortunadamente, no hay un marco legal completo para el uso de estos aditivos, ya sea para sus uso en productos de confitería -el cual es actualmente vasto-, o en cualquier otro sector de la Industria Alimentaria en donde se emplean comúnmente para la elaboración de productos y "snacks" con un beneficio para la salud pues son reducidos y/o libres de grasa, calorías, azúcares, etc. En lo que al tema confitero compete, se propuso en el año 2002 un proyecto de norma bajo el título de "PROYECTO de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-217-SSA1-2002, Productos y servicios. Productos de confitería. Especificaciones sanitarias. Métodos de prueba" que no fue aprobado pero que sin duda es un primer paso para la creación de un marco normativo necesario el cual abre el camino para continuar legislándose al respecto, pues como ya se ha explicado ampliamente en la parte teórica, la cantidad de aplicaciones es vasta pero el uso de los edulcorantes debe hacerse de manera moderada y considerando los riesgos de salud que pudieran ocasionar para el consumidor en caso de un empleo indebido o exagerado por parte de los responsables del Desarrollo de Alimentos dentro de la Industria, pues si bien la FDA ha reconocido a los HSH como sustancias GRAS y no estableció una cantidad ADI para tales sustancias, dicha normatividad aunque se emplee muchas veces como referencia no es aplicable para nuestro país.

Por otro lado, es comercialmente viable y con posibilidades dentro del mercado el posicionar estos dulces. Como se demostró en el estudio de mercado realizado (ver Tabla 40), la mayor cantidad de golosinas libres de azúcar son chicles y unas cuantas marcas incursionan dentro de los caramelos. Realmente, la diversidad en este sentido es poca y por ende, los dulces elaborados poseen un gran potencial de aceptación y de venta dentro del mercado. Si se lleva a cabo una buena campaña de publicidad y un buen mercadeo, la demanda de ambos productos puede verse gratamente favorecida.

Los precios de introducción que se proponen de \$12.48 y \$12.39 para el caramelo y gomitas respectivamente, están muy por encima del precio fijado por los mismos consumidores de \$5.02 y \$8.21; sin embargo, estos precios son solo un referente, porque los jóvenes y niños están acostumbrados a comprar y consumir dulces en porciones pequeñas, es decir, basta para adquirir una sola unidad y no el empaque completo. Ya que se plantea una sola presentación para ambos confites y los puntos de venta serían tiendas especializadas y ventas directas al consumidor, en una fase inmediata de comercialización y campañas publicitarias se promocionaría una versión mini de cada presentación con un 25% menos del neto total lo cual resulta bastante atractivo para la población, pues se paga menos por el producto y satisface la necesidad inmediata de consumo.

Ideas de generar versiones “minis” de los productos ya conocidos es efectiva y generalmente arroja buenos resultados. Como ejemplo basta lo que Hershey® de México realizó con la marca Pelón Pelo Rico® al experimentar con versiones más pequeñas del ya famoso y conocido producto. La consecuencia de ello fueron altas tasas de venta y de éxito para la marca, siendo también uno de los lanzamientos más innovadores de los últimos dos años en el sector confitero dentro del nicho de las golosinas azucaradas elaboradas con chili (Euromonitor y Mintel International, 2008). Este fenómeno se ha manifestado en los últimos meses por parte de empresas alimenticias que ofrecen sus productos dentro de las escuelas de educación básica del país, gracias al nuevo lineamiento para la venta de alimentos y bebidas que se ofrecen en las cooperativas escolares, el cual restringe la venta de dichos productos si éstos no cumplen con los requisitos nutrimentales del mencionado acuerdo. Esto ha generado que las compañías no solo reduzcan las porciones sino que han modificado la forma de preparación de sus productos con la finalidad de cumplir con las disposiciones oficiales.

Estas y otras ideas pueden y deben implementarse para lograr un gran impacto dentro de la población de ambos productos y a su vez, generar una fidelidad a la marca.

9. CONCLUSIONES

- Se desarrollaron dos productos de confitería: gomitas de grenetina y caramelo duro bajo en calorías empleando polioles con características fisicoquímicas adecuadas que se logran mantener estables aún después de un período de almacenamiento de 30 días considerándolos comercialmente viables al menos durante tal período.
- Sensorialmente se obtuvieron altos porcentajes de aceptación, y competitivos resultados de preferencia y nivel de agrado para ambos productos al ser comparados con sus similares tradicionales que se venden en el mercado actual.
- Para llevar a cabo la comercialización de estos productos es necesario realizar los análisis pertinentes (microbiológicos y químicos) para asegurar la inocuidad de los mismos, garantizando así el empleo de las BPM y BPF.
- Es conveniente modificar los sistemas de fabricación empleados y las condiciones de proceso de los dulces sustituyéndolos por sistemas cerrados y al vacío para controlar parámetros que inciden directamente sobre la calidad del producto final como humedad del ambiente, temperatura y presión, entre otros. De esta manera se cuidan características fisicoquímicas importantes que aseguran la estabilidad del producto y alargan la vida de anaquel del mismo. Asimismo el empleo de un equipo adecuado de este tipo redundaría en un mayor rendimiento y en una reducción de tiempo de fabricación, lo cual implicaría una disminución de costos.
- Mediante la combinación de edulcorantes de alta intensidad y edulcorantes de volumen como los polioles es posible ampliar la gama de productos libres de azúcar obteniendo productos con características sensoriales equiparables a los elaborados tradicionalmente con sacarosa y azúcares similares.
- Los polioles empleados ofrecen al consumidor ventajas sobre su salud como una respuesta glicémica baja y la nula cariogenicidad, y aunque son considerados por la FDA como sustancias GRAS (generalmente reconocidos como seguros) y no constituyen un riesgo para el consumo humano, debido a la intolerancia y sensibilidad que puedan presentar algunas personas, es conveniente que éstas sean informadas de su presencia en los productos alimenticios de tal forma que limiten su uso adecuadamente para evitar malestares gastrointestinales.
- Con relación a dicha seguridad, aun cuando los polioles son sustancias GRAS resultaría conveniente llevar a cabo un estudio biológico principalmente con jóvenes y niños para determinar la sensibilidad que presentaría esta población ante este tipo de productos.

- El desarrollo de nuevos productos de confitería reducidos en calorías donde se involucra el uso de polioles enfrenta un importante desafío pues se debe buscar que no se afecte el costo final del producto, o bien que éste sea por completo nuevo en el mercado.
- La Industria Alimentaria debe tomar responsabilidad en el manejo de la problemática de salud pública por la que el país atraviesa en cuanto a enfermedades no transmisibles como la obesidad y la diabetes mellitus. Es así que el desarrollo de productos como los que se ostentan en la presente investigación son una alternativa para combatir y disminuir los riesgos inherentes al consumo de golosinas.
- Es necesario regular el uso y la aplicación de sustancias como los polioles de manera puntual y precisa, ya que no hay un marco regulatorio para dichas sustancias y la aplicación de las mismas en diversos productos es al alza debido a la creciente demanda de alimentos indulgentes y funcionales originada por las problemáticas de salud conocidas.

10. BIBLIOGRAFIA

- 1) AAPPA, *Introducción a la tecnología de alimentos*. México: Limusa Noriega Editores, 2004, pp. 137.
- 2) ALEXANDER RJ, *Sweeteners: Nutritive*. Estados Unidos: Eagan Press Handbook Series, 1998. pp. 63-77.
- 3) ALLISON RG, *Dietary sugars in health and disease III. Sorbitol*. Report from Life Sciences Research Office, Federation of American Societies for Experimental Biology, Bethesda, MD. 1979, pp. 1-51.
- 4) American Dietetic Association. "Position of the American Dietetic Association: Use of Nutritive and Nonnutritive Sweeteners", En: Journal of the American Dietetic Association 2004. Vol. 104 (2): 255-275.
- 5) ARENZ M, BERNARD J, *Organoleptically improved, in particular, storage stable hard candy*. US patent 2007/0202243 A1. 2007-08-30. [En línea] <<http://www.freepatentsonline.com/y2007/0202243.html>> [Consulta: 03-04-2009].
- 6) BENAVIDES-MONTES M, "Grenetina. La mejor herramienta para la confitería", [publicación en línea]. En: Énfasis Alimentación Online. 26-03-2008. Disponible desde internet en: <<http://www.alimentacion.enfasis.com/notas/8612-la-mejor-herramienta-la-confiteria>> [Consulta: 10-05-2010].
- 7) CARR JM, SUFFERLING K, POPPE J. "Hydrocolloids and their use in the confectionery industry". En: Food Technology 1995. Vol. 49 (7): 41- 44.
- 8) CEDEÑO BRIONES, María de los Ángeles. *Determinación de la Temperatura Vítreo de Transición en caramelos duros*. [tesis para optar el grado de Ingeniera de Alimentos]. Ecuador: Escuela Superior Politécnica del Litoral; 2009.

- 9) CEDILLO ANGELARES, Paola Rocío. *Sustitutos del azúcar adicionados a los dulces y a su influencia en la caries dental*. [tesina para optar el grado de Cirujana Dentista]. México: Universidad Nacional Autónoma de México; 2008.
- 10) CORONA R, GÓMEZ-REYES E, “*Golosinas funcionales. El binomio indulgencia-salud*”, [publicación en línea]. En: Énfasis Alimentación Online. 14-05-2010. Disponible desde internet en: <<http://www.alimentacion.enfasis.com/notas/16564-el-binomio-indulgencia-salud>> [Consulta: 29-08-2010].
- 11) CUBERO N, [et. al.]. *Aditivos Alimentarios*. Madrid, España: Mundi Prensa. 2002. pp. 192.
- 12) DeMARS LL, ZIEGLER GR, “*Texture and structure of gelatin/pectin-based gummy confections*”, En: Food Hydrocolloids 2001. Vol. 15: 643-653.
- 13) DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN DE MÉXICO, “*Acuerdo mediante el cual se establecen los lineamientos generales para el expendio o distribución de alimentos y bebidas en los establecimientos de consumo escolar de los planteles de educación básica*”, Secretaría de Educación Pública. - Secretaría de Salud. 23-08-2010. Disponible desde internet en <http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5156173&fecha=23/08/2010> [Consulta: 11-02-2011].
- 14) EBERHARDT L, “*Hydrogenated Starch Hydrolysates and Maltitol Syrups*”, En: O'Brien-Nabors Lyn ed., *Alternative Sweeteners*, Tercera Edición, Estados Unidos: Marcel Dekker Inc., 2001, pp. 255-264.
- 15) EDWARDS WP, “*Sweets and Candies. Sugar Confectionery*”, En: Benjamín Caballero ed., *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition*, Segunda Edición, Oxford: Academic Press, 2003, pp. 5703-5710.
- *La ciencia de las golosinas*. Zaragoza, España: Acribia, 2002. pp. 5, 145 – 158, 185.
- 16) EMBUSCADO ME, SAKHARAM KP, “*Erythritol*”, En: O'Brien-Nabors Lyn ed., *Alternative Sweeteners*, Tercera Edición, Estados Unidos: Marcel Dekker Inc., 2001, pp. 235-254.

- 17) EUROMONITOR Y MINTEL INTERNATIONAL, “*Snacks y Golosinas. Estadísticas del ‘snacking’*”, [publicación en línea]. En: Énfasis Alimentación Online. 05-08-2010. Disponible desde internet en: <<http://www.alimentacion.enfasis.com/notas/17223-estadisticas-del-snacking>> [Consulta: 06-08-2010].
- 18) FRANCO QUINTERO MÁRMOL, María Lilia. *Desarrollo de un caramelo macizo para regímenes especiales*. [tesis para optar el grado de Química de Alimentos]. México: Universidad Nacional Autónoma de México; 1997.
- 19) GARCÍA ESTRADA, Carlos. *Aplicación y evaluación de un sabor “contratipo” en un caramelo macizo*. [trabajo profesional para optar por el grado de Ingeniero en Alimentos]. México: Universidad Nacional Autónoma de México; 2006.
- 20) GOLDSMITH LA, MERKEL CM, “Sucralose”, En: O’Brien-Nabors Lyn ed., *Alternative Sweeteners*, Tercera Edición, Estados Unidos: Marcel Dekker Inc., 2001, pp. 187.
- 21) GRABITZKE HA, SLAVIN JL. “*Low-Digestible Carbohydrates in practice*”. En: *Journal of the American dietetic association* 2008. Vol. 108 (10): 1677-1681.
- 22) INEGI. *México en cifras*. Disponible en línea desde <<http://www.inegi.org.mx>> [Consulta: 10-11-2010].
- 23) JACKSON EB ed., *Sugar confectionery manufacture*, Gran Bretaña: Blackie – Van Nostrand Reinhold, 1990, pp. 13-32, 190, 400.
- 24) KATO K, MOSKOWITZ AH, “*Maltitol*”, En: O’Brien-Nabors Lyn ed., *Alternative Sweeteners*, Tercera Edición, Estados Unidos: Marcel Dekker Inc., 2001, pp. 283-295.
- 25) KAUFER-HORWITZ M, “*Alimentación y Nutrición en México*”, En: Luis Rubio, Arturo Fernández eds., *México a la hora del cambio*, México: Cal y Arena, Centro de Investigación para el Desarrollo, A. C., 1995, pp. 775-826.
- 26) LE AS, BOWE-MULDERRIG, “*Sorbitol and Mannitol*”, En: O’Brien-Nabors Lyn ed., *Alternative Sweeteners*, Tercera Edición, Estados Unidos: Marcel Dekker Inc., 2001, pp. 317-334.

- 27) LLAMAS JM, "Golosinas", [documento en línea]. ANTAD. 2006. Disponible desde internet en: <<http://www.antad.org.mx/articulos/golosinas.pdf>> [Consulta: 22-05-2010].
- 28) MACIAS OJEDA, Diana Alejandra. *Propiedades y aplicaciones de los polioles en la elaboración de productos alimenticios de bajo aporte calórico*. [tesis para optar el grado de Química de Alimentos]. México: Universidad Nacional Autónoma de México; 2010.
- 29) MARTÍN-ARAGÓN S, "Azúcares y edulcorantes en la dieta: características y usos". En: Farmacia Profesional Feb 2006, Vol. 20 (2): 66-70.
- 30) MOLINA-FRECHERO N, CASTAÑEDA-CASTANEIRA RE, REYES-REYES RE, "Streptococcus mutans en escolares de 6 y 11 años de edad" En: Revista de Enfermedades Infecciosas en Pediatría 2007. Vol. XX (79): 54-58.
- 31) NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-086-SSA1-1994, Bienes y Servicios. Alimentos y Bebidas No Alcohólicas con Modificaciones en su Composición. Especificaciones Nutrimientales. Disponible desde internet en <<http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/086ssa14.html>> [Consulta: 03-04-2009].
- 32) O' BRIEN-NABORS L, GELARDI RC, eds., *Alternative sweeteners*, Segunda edición, Estados Unidos: Marcel Dekker, Inc., 1991, pp. 1-9, 173-195, 259-278.
- 33) OLAIZ G, [et. al] ed., *Encuesta Nacional de Salud 2000*, Tomo 2, La salud de los adultos, Cuernavaca, México: Instituto Nacional de Salud Pública, 2003.
- 34) OLINGER PM, PEPPER T, "Xylitol", En: O'Brien-Nabors Lyn ed., *Alternative Sweeteners*, Tercera Edición, Estados Unidos: Marcel Dekker Inc., 2001, pp. 335-365.
- 35) PEDRERO F DL, PANGBORN RM, *Evaluación Sensorial de los alimentos. Métodos analíticos*. México: Alhambra Mexicana, 1997, pp. 15-20, 103-107, 127-131, 145-147, 219, 221, 237-248.
- 36) QUILES-IZQUIERDO J, "Energía", En: José Miguel Soriano del Castillo ed., *Nutrición básica humana*, Valencia: PUV, 2006, pp. 68-71.

- 37) RESTREPO-GALLEGO M, “Sinergia entre edulcorantes no calóricos y el ácido fumárico”, En: Revista Lasallista de Investigación 2004, Vol. 1(002): 46-53.
- 38) RIVERA J, SHAMA T, “Análisis crítico de la evolución de la mala nutrición durante las últimas décadas en México: Resultados de niños”, En: Salud Pública México, 2007: 49, E267-E269.
- 39) SALMINEN S, HALLIKAINEN A, “Sweeteners”, En: AL Branen, PM Davidson, S Salminen and JH III eds., Food Additives. Second Edition Revised and Expanded, New York: Marcel Dekker, Inc., 2002, pp. 938.
- 40) SCHEPPACH W, HARDI L, THOMAS M, “Beneficial health effects of low-digestible carbohydrate consumption”. En: British Journal of Nutrition 2001. 85 (supl 1): S23-S30.
- 41) SHAMAH-LEVY T, VILLALPANDO-HERNÁNDEZ S, RIVERA-DOMMARCO JA eds., *Resultados de Nutrición de la ENSANUT 2006*. Cuernavaca, México: Instituto Nacional de Salud Pública, 2007.
- 42) SRIVASTAVA S, *High-Intensity sweetener-polyol compositions*. US patent 2005/0196503 A1. 2005-09-08. [En línea] < <http://www.freepatentsonline.com/y2005/0196503.html> > [Consulta: 10-10-2009].
- 43) VILCHES ÁLVAREZ, Felipe Andrés. *Formulación y elaboración de un “snack” de arándano con incorporación de fibra dietética*. [tesis para optar el grado de Ingeniero Agrónomo]. Chile: Universidad de Chile; 2005.
- 44) WIJERS MC, STRÄTER PJ, “Isomalt”, En: O’Brien-Nabors Lyn ed., *Alternative Sweeteners*, Tercera Edición, Estados Unidos: Marcel Dekker Inc., 2001, pp. 265-282.
- 45) ZUMBÉ A, LEE A, STOREY D, “Polyols in confectionery: the route to sugar free, reduced sugar and reduced calorie confectionery”. [En línea]. British Journal of Nutrition 2001. 85 (supl.1): S31-S45. Disponible desde internet en <<http://journals.cambridge.org/action/displayAbstract?fromPage=online&aid=890900>> [Consulta: 03-04-2009]

ANEXO
CUESTIONARIOS DE EVALUACIÓN SENSORIAL

PRIMERA ETAPA

Fecha _____

Edad: _____

Sexo: F _____ M _____

A continuación se presentan distintas muestras de caramelo duro de sabor "mora azul". Indique el nivel de agrado, preferencia y aceptación de las mismas.

Cuestionario: *Prueba de nivel de agrado*

Instrucciones: Pruebe las muestras de izquierda a derecha e indique con una "X" sobre la escala su nivel de agrado.

Clave:	Sabor	Dulzor	Dureza	Color	Clave:	Sabor	Dulzor	Dureza	Color
☺	Me agrada mucho				☺	Me agrada mucho			
☺	Me agrada				☺	Me agrada			
☺	Indiferente				☺	Indiferente			
☹	Me disgusta				☹	Me disgusta			
☹	Me disgusta mucho				☹	Me disgusta mucho			

Cuestionario: *Prueba de preferencia*

Instrucciones: Pruebe las muestras de izquierda a derecha y ordénelas según su preferencia, otorgándole el valor de 1 a la menos preferida y 5 a la más preferida. No se permiten empates.

Muestras	Lugar de Preferencia
Clave	
Clave	

¿Qué tan frecuentemente consume este producto de confitería?

Diario	Más de una vez a la semana (especifique)	Una vez a la semana	Una vez cada 15 días	Una vez al mes	Nunca

¿Cuál es el motivo por el cual le gustó más el producto de su elección?

Sabor	Nivel de dulzor	Textura	Otra (Especifique)

¿Conoce algunas marcas de algún producto similar presente en el mercado?

Cuestionario: *Prueba de aceptación*

Instrucciones: De cada muestra indique con una "X" si la compraría o no.

Muestras	¿La compraría?	
	SÍ	NO
Clave		
Clave		

Agradeceremos sus comentarios adicionales sobre los productos:

—

Fecha _____

Edad: _____

Sexo: F _____ M _____

A continuación se presentan distintas muestras de gomitas de grenetina. Indique el nivel de agrado, preferencia y aceptación de las mismas.

Questionario: Prueba de nivel de agrado

Instrucciones: Pruebe las muestras de izquierda a derecha e indique con una "X" sobre la escala su nivel de agrado.

Clave:	Sabor	Dulzor	Dureza	Color	Clave:	Sabor	Dulzor	Dureza	Color
☺ Me agrada mucho					☺ Me agrada mucho				
☺ Me agrada					☺ Me agrada				
☺ Indiferente					☺ Indiferente				
☺ Me disgusta					☺ Me disgusta				
☺ Me disgusta mucho					☺ Me disgusta mucho				

Questionario: Prueba de preferencia

Instrucciones: Pruebe las muestras de izquierda a derecha y ordénelas según su preferencia de mayor a menor. No se permiten empates.

Clave	Lugar de Preferencia

Marque con una X. ¿Qué tan frecuentemente consume este producto de confitería?

Diario	Más de una vez a la semana (especifique)	Una vez a la semana	Una vez cada 15 días	Una vez al mes	Nunca

¿Cuál es el motivo por el cual le gustó más el producto de su elección?

Sabor	Nivel de dulzor	Textura	Otra (Especifique)

¿Conoce algunas marcas de algún producto similar presente en el mercado?

Questionario: Prueba de aceptación

Instrucciones: De cada muestra indique con una "X" si la compraría o no.

Muestras	¿La compraría?	
	SÍ	NO

Agradeceremos sus comentarios adicionales sobre los productos:

SEGUNDA ETAPA

¡Hola!

Edad: _____ Sexo: Niño/Niña

Enfrente de ti hay dos muestras de caramelos. Por favor, pruébalos de IZQUIERDA a DERECHA y marca con una "X" cuánto te agrada cada uno de ellos, en sus diferentes características.

Muestra: 302	Me agrada mucho	Me agrada moderadamente	Indiferente	Me disgusta moderadamente	Me disgusta mucho
	😊	🙂	😐	😞	😡
Sabor					
Dulzor					
Dureza					
Color					
Apariencia general					

Muestra: 507	Me agrada mucho	Me agrada moderadamente	Indiferente	Me disgusta moderadamente	Me disgusta mucho
	😊	🙂	😐	😞	😡
Sabor					
Dulzor					
Dureza					
Color					
Apariencia general					

¿De qué otro sabor te gustaría que se hicieran los dulces?

Ahora, anota en primer lugar al dulce que más te haya gustado.

Preferencia	Clave del caramelo
1er. Lugar	
2do. Lugar	

¿Por qué razón te gustó más el dulce que colocaste en primer lugar? (Puedes subrayar más de una)

- a) Por su sabor
- b) Por su nivel de dulzor
- c) Por su dureza
- d) Por su color
- e) Otra (indica cuál) _____

Por último, contesta por favor la siguiente pregunta indicando con una "X" la respuesta:

¿Qué tan seguido comes caramelos?

Diario	De 3 a 5 veces a la semana	1 o 2 veces a la semana	Al menos una vez cada 15 días	Una vez al mes	Nunca
--------	----------------------------	-------------------------	-------------------------------	----------------	-------

¿Qué marcas conoces de caramelos macizos? _____

¿Cuánto pagas por los dulces que compras? _____

iHola!

Edad: _____ Sexo: Niño/Niña

Enfrente de ti hay dos muestras de gomitas. Por favor, pruébalos de IZQUIERDA a DERECHA y marca con una "X" cuánto te agrada cada uno de ellos, en sus diferentes características.

Muestra: 248	Me agrada mucho	Me agrada moderadamente	Indiferente	Me disgusta moderadamente	Me disgusta mucho
					
Sabor					
Dulzor					
Dureza					
Color					
Apariencia general					

Muestra: 739	Me agrada mucho	Me agrada moderadamente	Indiferente	Me disgusta moderadamente	Me disgusta mucho
					
Sabor					
Dulzor					
Dureza					
Color					
Apariencia general					

Ahora, anota en primer lugar al dulce que más te haya gustado.

Preferencia	Clave de la gomita
1er. Lugar	
2do. Lugar	

¿Por qué razón te gustó más la gomita que colocaste en primer lugar? (Puedes subrayar más de una)

- a) Por su sabor
- b) Por su nivel de dulzor
- c) Por su dureza
- d) Por su color
- e) Otra (indica cuál) _____

Por último, contesta por favor la siguiente pregunta indicando con una "X" la respuesta:

¿Qué tan seguido comes gomitas?

Diario	De 3 a 5 veces a la semana	1 o 2 veces a la semana	Al menos una vez cada 15 días	Una vez al mes	Nunca
--------	----------------------------	-------------------------	-------------------------------	----------------	-------

¿Qué marcas conoces de gomitas? _____

¿Cuánto pagas por los dulces que compras? _____