

Nº 25
REV.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

ELABORACION DE UN PRODUCTO DE CONFITERIA
DE BAJAS CALORIAS HECHO A BASE DE SORBITOL
(HEXITOL)

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
QUIMICAS FARMACEUTICAS BIOLOGAS
P R E S E N T A N :
MARIA DEL ROSARIO CARRASCO ZAMORA
CLEMENTINA DE LA ROSA PADRON



MEXICO, D. F.

1992

FALLA DE ORIGEN



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 está 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.

I N D I C E

INTRODUCCION	9
------------------------	---

CAPITULO I

GENERALIDADES

A) Antecedentes	12
B) Historia de la Confitería	18
C) Clasificación de Confituras	21
D) Edulcorantes	22
E) Edulcorantes no nutritivos	24
F) Edulcorantes nutritivos	32
G) Polioles	35
H) Manitol	41
I) Sorbitol	43

CAPITULO II

DISEÑO EXPERIMENTAL

A) Elaboración de caramelo macizo a base de sacarosa	59
B) Bases Teóricas para elaboración de caramelos	60
C) Elaboración de caramelo macizo bajo en calorías.	63
D) Función de ingredientes de caramelos bajos en calorías . .	66

CAPITULO III

RESULTADOS Y ANALISIS

A) Desarrollo del caramelo	69
B) Evaluación sensorial (Prueba hedónica)	75
C) Análisis de resultados	78
CONCLUSIONES	80
APENDICE	82
GLOSARIO	85
BIBLIOGRAFIA	89

O B J E T I V O :

Desarrollar un producto de confitería bajo en calorías, utilizando como edulcorante sorbitol, sin que se afecten las características de consistencia y sabor, manteniéndolas similares a las de un caramelo hecho a base de sacarosa.

INTRODUCCION

I N T R O D U C C I O N

Actualmente nuestro país cuenta con aproximadamente 80 millones de habitantes y, de acuerdo con el Instituto Nacional de la Nutrición, el 21% de la población ingiere un exceso de calorías; siendo los carbohidratos y no las grasas (como se creía anteriormente) los principales elementos de la alimentación que ocasionan dicho exceso, comúnmente llamado obesidad.

La obesidad es una acumulación de grasa en el tejido subcutáneo y alrededor de ciertas vísceras y órganos internos de nuestro organismo como consecuencia de una alteración del metabolismo en general. Esta alteración consiste en el aumento de las adquisiciones anabólicas sobre las pérdidas catabólicas, de manera que la diferencia se almacena en el organismo como grasa de reserva.

La causa de la alteración metabólica de las grasas que origina la obesidad reside tanto en el exceso de alimentación (sobre todo de carbohidratos) como en el reducido consumo catabólico, a consecuencia de una vida demasiado sedentaria. Es decir, la obesidad se caracteriza por una tendencia a ingerir más de lo que el organismo necesita para graduar su equilibrio en el peso corporal normal.

La obesidad origina serios trastornos fisiológicos y es un factor que contribuye en la incidencia de la diabetes.

La diabetes es una alteración, un trastorno defectuoso del metabolismo de los hidratos de carbono. Considera un conjunto de transformaciones bioquímicas que sufren en nuestro organismo los alimentos ingeridos, para asegurar la energía calórica necesaria para el mantenimiento de la temperatura corporal interna. Se caracteriza por la disminución de la cantidad de la insulina, con hiperglicemia consecuente, además por la excreción habitual de una cantidad excesiva de orina y por una sed intensa principalmente.

En la actualidad, la Diabetes mellitus se considera uno de los principales problemas de salud debido a su elevada incidencia en la población, ya que varios estudios estadísticos señalan que de un 2 a un 4.5% de la población en general en México, son personas que padecen diabetes.

Por otra parte, dentro del área de la odontología, se considera a la caries dental como una enfermedad infecciosa dieta-dependiente. La relación entre el azúcar ingerida y la caries se considera compleja y particularmente dependiente de la dosificación, el uso potencial de edulcorantes nutritivos se basa en el concepto de reemplazantes de sacarosa, particularmente en alimentos específicos para la prevención de la caries.⁽²⁷⁾

En los tratamientos dietéticos hay que procurar que los pacientes no se sientan distintos al resto de la población y, hasta donde sea posible se les debe permitir que consuman los

mismos tipos de alimentos que los otros miembros de la familia. Si la cantidad o variedad se les limita excesivamente pueden ser demasiado condescendientes consigo mismos y relajar su control dietético.

El presente trabajo será enfocado al desarrollo de un producto de confitería bajo en calorías, para dar una alternativa a la variedad de productos que no están restringidos, en las personas que presentan el tipo de enfermedades antes mencionadas, ya que ésta población es la que, principalmente, puede resultar beneficiada con el producto de confitería bajo en calorías.

GENERALIDADES

C A P I T U L O I

A) ANTECEDENTES

Los alimentos son materias primas que en estado natural, procesadas y cocinadas se consumen por el hombre como fuente de nutrientes y para su satisfacción sensorial.

Dentro de la industria alimentaria existe un grupo de productos que debido a su increíble versatilidad en cuanto a conceptos, formulaciones, presentaciones, colores, sabores y texturas, posee una gran aceptación por todo tipo de consumidores. Este segmento se refiere a la industria de la confitería.

La industria de la confitería es la novena entre las industrias más grandes alimentarias en los E.U.A. ⁽¹²⁾

Las principales industrias alimentarias, que emplean la mayor cantidad de edulcorantes, en orden de volumen están relacionadas con la elaboración de: refrescos, pan, confitería, enlatados, lácteos y cervezas.

La fabricación de dulces alcanzó la categoría de industria al incrementarse la disponibilidad del azúcar en el siglo XVII. Esto permitió que la población de escasos recursos

disfrutara de dulces, que antes era un lujo elaborado a muy alto costo y tenían a su alcance muy pocas personas. En la actualidad, es un alimento de costo relativamente bajo que llega a millones de consumidores.

Como productos de confitería, se considera al subgrupo de los alimentos llamados dulces. Estos productos que se fabrican a base de azúcar de cualquier clase, sola o con diversos aditivos de otros alimentos (productos lácteos, miel, grasas, cacao, chocolate, frutas, mermeladas, gelatinas, zumos de frutas, especias, extracto de malta, semillas, sustancias gelificantes, ácidos comestibles, esencias, etc); comprende además los preparados para pastelería de larga conservación, preparados de cacao, chocolates y helados.

El componente esencial y característico de todos éstos productos es como se menciona el azúcar, donde se utiliza no sólo a la sacarosa para endulzar, sino también otras clases de azúcares (azúcar de almidón, jarabe de almidón, azúcar invertido, maltosa, lactosa, etc.).

Una alternativa de edulcorantes carbohidratos es el grupo de los alcoholes poliohidrídicos llamados también polioles (ver tabla 1.1),⁽¹⁰⁾ los cuales incluyen como edulcorantes al sorbitol, manitol, xilitol y maltitol entre otros.⁽⁵⁾ De estos polioles que con mayor frecuencia se adicionan en la preparación de alimentos, sólo dos existen libres en forma natural estos son: el sorbitol y el manitol.⁽¹²⁾

Tabla 1.1 Algunas propiedades de los polioles.

POLIOLOL	PODER EDULCORANTE (comparativo con sacarosa)	EFFECTO LAXANTE *	IDA. (año de evaluación). **
Xilitol	90-100	++	No especificada (1985)
Sorbitol	50-60	++	No especificada (1982)
Manitol	50-60	+++	No especificada (1987)
Lactitol	30-40	+	No especificada (1983)
Maltitol	80-90	++	No especificada (1985)
Isomaltitol	50	+++	No especificada (1985)

* Hay una adaptación metabólica gradual a xilitol, sorbitol, manitol y lactitol en humanos durante un consumo prolongado.

** OMS

+ Ligeramente laxante

++ Moderadamente laxante

+++ Muy laxante

Aunque éstos edulcorantes imparten niveles bajos de dulzor, cuando se comparan con los edulcorantes artificiales, poseen otras características individuales que pueden considerarse deseables para aplicaciones específicas en alimentos. Por ejemplo su habilidad para impartir propiedades especiales de sabor y textura en productos alimentarios.

Como producto alimentario, el sorbitol se considera un producto seguro (GRAS), es no tóxico, además de poseer un valor nutricional de 3.9 cal/g (el mismo que la glucosa), aunque éste valor calórico es similar al del resto de los azúcares, el sorbitol es menos propenso a causar hiperglicemia (elevación del nivel de glucosa en la sangre), debido a que en gran parte es transformado a fructosa por el hígado, donde es metabolizado.

Como edulcorante, el sorbitol no necesita de un manejo especial, por lo que se convierte en una opción atractiva para productos que requieran propiedades especiales como alta viscosidad, humedad y se desee evitar la cristalización. Por ejemplo en confitería, el sorbitol (solución al 70%), es ampliamente usado en la producción de caramelos, fudges y fondants para retardar la cristalización de la sacarosa y con ello impartir frescura y sabor.

Por otra parte, el manitol se usa en alimentos con el propósito de impartir cuerpo y consistencia, también se utiliza como agente texturizante; en su forma cristalina, se utiliza como ingrediente inerte; y como azúcar libre, es empleado en gomitas de mascar.

Durante los últimos 15 años la ciencia ha desarrollado una gran tarea, tratando de aliviar a los enfermos de diabetes, a quienes les está prohibido consumir el azúcar de caña en cualesquiera de sus formas y la misma limitación se hace extensiva, aunque ligeramente modificada, a la dextrina, almidón e hidratos de carbono en general.

La sobrealimentación y la obesidad pueden inducir el desarrollo de la diabetes, al menos en aquellas personas, que presentan una predisposición a la enfermedad de carácter hereditario.

La glucosa, sacarosa y almidones absorbidos causan cambios rápidos en la concentración de glucosa en la sangre, y fácilmente éstos pueden interrumpir el control metabólico de los diabéticos; por lo tanto, el consumo de dichos carbohidratos se restringe en la dieta de estas personas.

El sorbitol, la fructosa y xilitol son absorbidos más lentamente que la glucosa y pueden causar cambios menores en la concentración sanguínea de glucosa. Su uso como edulcorantes se permite en dietas para los diabéticos, en donde se busca que los alimentos, que son normalmente ricos en carbohidratos, se presenten con un contenido muy bajo de éstos nutrientes, lo que permite a los diabéticos elegir de entre una gran variedad de alimentos, puesto que la sacarosa les está prohibida, la obtención de un sabor dulce constituye aún un grave problema.

Las bebidas, frutas, y jugo de frutas enlatadas se edulcoran a menudo con sacarina, que carece de valor energético, pero el sabor de ésta sustancia es poco atractivo, por dejar un resabio amargo.

Dos productos: el sorbitol y el manitol, forman parte de muchas fórmulas diabéticas. El sorbitol se recomendó por primera vez en 1929 porque su poder edulcorante es del 60% de la sacarosa, y sólo origina una pequeña elevación de la glucosa sanguínea. Tal aumento se debe, al parecer, a su lento de ritmo de absorción. Es bien tolerado por los diabéticos y además útil, por lo tanto, como agente edulcorante y como fuente calórica.

El comité del Codex Alimentario ha sugerido que los alimentos para diabéticos deben tener una concentración de carbohidratos reducida menos de la mitad de los alimentos naturales similares. Los azúcares rápidamente absorbibles tales como la glucosa, azúcares invertidos, disacáridos o jarabes de glucosa no se permiten como aditivos, en dichos alimentos.

En odontología uno de los problemas, son: los azúcares que fermentan fácilmente y pueden producir ácidos débiles orgánicos, capaces de disolver los constituyentes minerales del esmalte y la dentina. La combinación del azúcar con ciertas bacterias presentes en la placa dental (una película incolora y viscosa de bacterias bucales, no patógenas que se forman en los dientes), origina ácidos que atacan a estos y causan putrefacción, los alimentos que se adhieren a los dientes y los dulces pegajosos son los más nocivos. La frecuencia de ingestión de azúcares quizá favorezca más la caries que incluso la cantidad total de azúcar ingerida. ⁽²⁾

La cariogenicidad de diferentes mono y disacáridos se ha investigado y ésta información ha mostrado que la glucosa, fructosa, galactosa y maltosa han sido menos cariogénicos que la sacarosa. Durante años recientes diferentes estudios se han enfocado a determinar la cariogenicidad relativa de ciertos polioles y mezclas de ellos, por ejemplo: sorbitol, xilitol, manitol y lycasina; en éstos experimentos el sorbitol se ha encontrado medianamente cariogénico; aunque en menor proporción que la sacarosa. ⁽²⁷⁾

En algunas de las sociedades contemporáneas se inicia una reacción favorable en los buenos hábitos alimenticios a través del control de los nutrientes.⁽⁷⁾

Los tratamientos dietéticos implican la reducción de la ingesta de carbohidratos a la vez que se distribuyen a lo largo de la jornada evitando cualquier fuente concentrada de azúcar.

El tratamiento dietético para la obesidad está basado en la restricción de la ingesta de calorías en la forma de éstos polioles.⁽²⁷⁾

B) HISTORIA DE LA CONFITERIA

Desde tiempos muy remotos el hombre ha buscado con tesón nuevos métodos para perfeccionar la elaboración de dulces, y ha recurrido para ello a las más variadas combinaciones de mieles y azúcares con otros productos de origen animal y vegetal: leche, huevo, frutas, nueces, gelatinas, esencias, etc.

Hay constancias de que los antiguos egipcios acostumbraban comer dulces elaborados con higos, dátiles o nueces, que endulzaban con miel de abeja ya que aún no se conocía el azúcar, y además aromatizaban con especias.

Casi nada se sabe respecto a la elaboración de dulces, sin embargo, fue hasta mediados del siglo XIV, en que se usó por primera vez, con éste fin, un cargamento de azúcar recibido en Venecia. Por muchos años la elaboración de dulces no pasó a ser una actividad casera; sin embargo, a medida que se fue extendiendo el cultivo de la caña y que se perfeccionó la refinación del azúcar, empezó a convertirse en una verdadera industria. Todavía a mediados del siglo XVIII, los métodos que se empleaban para su fabricación seguían siendo bastante rudimentarios.

La mayoría de las operaciones se ejecutaban a mano, con ayuda de unos cuantos utensilios, destinados al conocimiento de las mieles y demás ingredientes, y de moldes en que se vaciaban las pastas. Con la introducción de maquinaria, hacia fines del siglo mencionado, esta industria empezó a crecer rápidamente hasta alcanzar la importancia mundial que tiene en la actualidad.

A los progresos realizados en el campo de la mecánica siguieron después los adelantos logrados en el campo de la química industrial. La combinación de ambos elementos ha dado como resultado la elaboración de dulces sea ya un proceso científico, en el cual no sólo se observan escrupulosamente las más severas normas de higiene, sino que se concede atención muy particular a la calidad de los ingredientes que se emplean. En las modernas fábricas de dulces, la mayor parte del trabajo lo hacen máquinas automáticas. No sería posible mencionar aquí las

distintas clases de dulces que se fabrican, pues estas se cuentan por millares. Baste mencionar que algunos dulces, tales como los caramelos y los bombones, que han adquirido aceptación mundial, en tanto que otros, conservan su carácter exclusivamente regional.⁽¹⁵⁾

Los aztecas y los mayas eran grandes consumidores de bebidas de chocolate; durante la conquista española se dió gran impulso a la preparación de chocolate y su difusión en casi todo el mundo, ampliando los horizontes de la confitería, repostería y pastelería. Posteriormente el azúcar hizo posible la fabricación de conservas de frutas, de gran número de bebidas y de la fabricación de caramelos.

Los asombrosos descubrimientos de la química de síntesis en nuestro siglo han producido una revolución que, desde el punto de vista de las relaciones del hombre con la naturaleza y con la vida, no tiene comparación.

En la década de los 30's como consecuencia de una serie de factores políticos y económicos, se produjo un hecho fundamental en la estructura del mundo del dulce: el incremento en el acceso significativo de azúcar entre las clases populares.

Hacia 1940 y 1960 las opiniones médicas tendían a promover los dulces y el azúcar como el gran energético básico en toda buena nutrición; las mismas industrias que ayer afirmaban: "Cuide de que sus pequeños tengan un organismo fuerte que los prevenga

contra enfermedades, para ello, no les escatime los dulces", en la actualidad promueven los dulces sin azúcar, los refrescos "Diet" y la sustitución de los edulcorantes naturales por otros edulcorantes.⁽⁷⁾

El caramelo es un producto resultante del sobrecalentamiento de los jarabes concentrados; la sacarosa se descompone parcialmente con la formación de productos de olor y gustos característicos.

La tecnología de elaboración de dulces se basa esencialmente en la ciencia y arte del manejo del azúcar que es su principal ingrediente, esto con el propósito de obtener resultados especiales en cuanto a texturas, sabores etc; que son agradables a la mayoría de la población.

C) CLASIFICACION DE CONFITURAS

Las confituras se clasifican en tres grupos principales: dulces duros o caramelos; dulces para masticar y artículos aireados o batidos. Los dulces para masticar y los aireados se clasifican todavía en dos subgrupos: dulces graneados y sin granear. Los dulces graneados tienen estructura cristalina y se obtienen de soluciones sobresaturadas de azúcar; los no graneados, de soluciones insaturadas. Dentro del subgrupo de los dulces graneados se encuentran los de tipo pasta de azúcar

(fondant), los dulces de chocolate (fudges) y los de centro crema. Dentro del subgrupo de los dulces sin granear se encuentran los malvaviscos, chiclosos y dulces para masticar.⁽¹²⁾

Clasificación de confituras

Clasificación de confituras	}	1) Dulces duros o caramelos	}	
		2) Dulces aireados o batidos		Dulces graneados (Fondant fudges)
		3) Dulces para masticar		Dulces sin granear (malvaviscos, chiclosos)

D) EDULCORANTES

Algunos autores prefieren clasificar estas sustancias bajo categorías generales de edulcorantes nutritivos y edulcorantes no nutritivos, otros, enumeran las sustancias de acuerdo con su poder edulcorante relativo o en clases como edulcorantes de bajas, medias y altas calorías (ver tabla 2.1).⁽⁴⁶⁾

TABLA DE EDULCORANTES

Tabla 2.1 Edulcorantes no nutritivos y nutritivos

Edulcorantes nutritivos	Edulcorante no nutritivos
Glucosa	<u>Comunmente usados</u>
Fructosa	Sacarina
Azúcar invertido	Ciclamatos
Sacarosa	Aspartame
Jarabe de glucosa hidrogenado	Acesulfame K
<u>Poliol</u>	<u>Otros</u>
Lactitol	Taumatina
Maltitol	Esteviósidos
Xilitol	Dihidrochalconas
Isomaltitol	Monelina
Lactulosa	Miraculina
Manitol	Dulcina
Sorbitol	Glicirricina
	Filodulcina
	Osladina
	Oxima
	Nitroanilina
	Sucralosa
	Alitame

Los edulcorantes no nutritivos incluyen un rango de productos naturales y algunos son químicamente sintetizados, los edulcorantes nutritivos son usualmente derivados de carbohidratos.

La mayor diferencia entre edulcorantes nutritivos y los no nutritivos es en el contenido energético.

Como sustitutos de azúcar se consideran a las sustancias que con sabor dulce, se emplean para reemplazar al azúcar (sacarosa o glucosa) en aquellos alimentos dietéticos empleados para diabéticos, donde los más importantes son los polioles como sorbitol y manitol. Con el nombre de edulcorantes no nutritivos se designan a compuestos naturales o sintéticos que tienen sabor dulce en los que es insignificante su poder energético, por lo que carecen de valor nutritivo. Así estos edulcorantes contienen menos del 2% de calorías valuadas en una unidad equivalente a su capacidad edulcorante. Para el empleo de estos edulcorantes hay que tener en cuenta su solubilidad, estabilidad a diversas temperaturas y pH, que su sabor dulce no esté acompañado de otros sabores secundarios o que permanezcan en el paladar (resabio), y finalmente que su poder edulcorante respecto a la sacarosa permita que sea económico su empleo.⁽⁴⁾

E) EDULCORANTES NO NUTRITIVOS

Sacarina

La sacarina es, junto con el ciclamato, la sustancia edulcorante más importante y se usa principalmente en forma de sal sódica o cálcica.⁽⁶⁾

Este edulcorante en grandes concentraciones produce un ligero sabor amargo y metálico. Es 300-400 veces más dulce que la sacarosa, fue el primer edulcorante sintetizado en U.S.A. en 1879, y su fórmula molecular es $C_7H_5NO_3S$.⁽⁶⁾

Los principales usos de la sacarina incluyen refrescos, alimentos dietéticos, en cosméticos y usos farmacéuticos. La sacarina no se metaboliza en animales experimentales ni en el hombre, sino que se excreta inalterada. Algunos estudios en donde se emplean altas concentraciones de sacarina en ratas (5%), originaron la inducción de cáncer en la vejiga.

Basándose en una concentración sin efectos del 1% de la dieta, el Codex Alimentario acordó que se podría asignar una I.D.A. provisional de 0-2.5 mg/kg. de peso corporal.⁽⁴⁶⁾

Ciclamato

El ciclamato es la segunda sustancia edulcorante por su importancia actual; se presenta como sal sódica o cálcica del ácido ciclohexilsulfámico. La intensidad edulcorante es menor que la sacarina, y tiene un poder edulcorante aproximadamente de 15 veces respecto a la solución al 10% de la sacarosa, no tiene ningún sabor amargo secundario, tiene un efecto sinérgico edulcorante cuando se combina con sacarina.⁽⁴⁵⁾

En los años 70's se comienza a observar que la ciclohexilamina, producto de la degradación de ciclamatos, causaba daño en cromosomas, deformaciones en fetos, así como carcinomas en vejiga de varios animales. Además, libera catecolaminas de las terminaciones simpáticas por lo cual está prohibido su uso.⁽⁴⁵⁾

Aspartame

Es un éster dipeptídico que está formado por ac.-L aspártico y L-fenilalanina. Su sabor es dulce al igual que otros muchos derivados del ácido aspártico; su uso en otros alimentos se incrementa rápidamente, si bien su estabilidad no es siempre satisfactoria . El poder edulcorante del aspartame es 200 veces mayor que la sacarosa. El aspartame puede ser fácilmente aplicado en: gomas de mascar, café instantáneo, té, refrescos, yogurt, helados y postres mixtos. ⁽⁸⁾

El aspartame puede ser ampliamente consumido por la población, a excepción de un pequeño grupo de recién nacidos que presentan una deficiencia genética conocida como fenilcetonuria, o sea la imposibilidad de metabolizar fenilalanina por lo cual las madres embarazadas deben tomar ciertas precauciones para proteger a sus hijos. Los expertos de la FAO/OMS recomendaron una I.D.A. de 40 mg/kg por peso corporal para humanos. ⁽⁴⁵⁾

Acesulfame K

Es un derivado sintético muy similar a la sacarina, hasta el momento no se han encontrado efectos adversos, es 150 veces más potente que la sacarosa; su uso está autorizado en el Reino Unido. ⁽⁴⁵⁾

En 1983 se dispuso de los resultados de estudios solicitados por la comisión del Codex Alimentario, según los cuales el acesulfame K no presenta acción mutagénica, ni carcinogénica.

Se tiene información sobre la estabilidad de esta sustancia en los alimentos y se considera que la naturaleza y cantidad de sus productos de degradación no presentan problemas de origen toxicológico.

Basándose en la dosis sin efecto, determinada en un estudio de alimentación durante 2 años con perros, se asignó para el acesulfame K una I.D.A. de 0-9 mg/kg₃ en peso corporal.⁽⁴⁶⁾

Taumatina

La taumatina es una proteína con propiedades edulcorantes y probablemente sea la más potente respecto a esta característica, ya que es 2500 veces más dulce que el azúcar. Se extrae de la planta africana *Thaumatococcus danielli*. Presenta un resabio dulce y persistente lo que la hace poco atractiva; está aprobada para su uso en alimentos en la Gran Bretaña. No se han encontrado problemas de mutagenicidad, teratogenecidad, alergenicidad, pero sí de sensibilización.⁽⁴⁵⁾ En estudios de alimentación durante 90 días en ratas y perros, en concentraciones elevadas de taumatina se produjeron anomalías hematológicas. El comité del Codex Alimentario estimó que no se podía establecer una I.D.A. para la taumatina hasta que se dispusiera de datos obtenidos en estudios de larga duración o en estudios en el ser humano que incluyan, si es posible, estudios epidemiológicos sobre las aplicaciones de extractos brutos de taumatina.⁽⁴⁶⁾

Esteviosidos

Las hojas de la *Stevia rebaudiana* contiene hasta el 6% de esteviósido que tiene una intensidad de sabor dulce 300 veces más que la sacarosa. Este compuesto tiene posibilidades de ser utilizado como edulcorante en un futuro próximo, no obstante quedan dudas sobre su seguridad de uso, ya que faltan datos toxicológicos que prueben su inocuidad.^(6,45)

Dihidrochalconas

Algunas dihidrochalconas derivadas de flavanonas poseen un sabor relativamente puro que se percibe lentamente y persiste en cierto tiempo su poder edulcorante que es de 1100 veces más dulce que la sacarosa. Actualmente, se piensa en la posibilidad de su uso en goma de mascar y en diversos tipos de caramelos.⁽⁴⁵⁾ La limitación actual para su producción es el alto costo de ésta, así como la carencia de análisis toxicológicos, a pesar de que se les conoce desde hace tiempo como potentes edulcorantes.

Monelina

La pulpa del fruto *Dioscoreophillum cumminsii* contiene una proteína dulce, la monelina, consiste en dos cadenas peptídicas A y B, las cadenas aisladas no son dulces y su poder edulcorante es de 3000 veces más dulce que la sacarosa.

La monelina es soluble en agua, pero muy inestable, sobre todo en condiciones extremas de pH y temperatura, lo cual dificulta su desarrollo comercial.

En cuanto a su toxicidad, no se han encontrado evidencias en pruebas realizadas con animales de laboratorio. (6)

Miraculina

La miraculina es una glicoproteína, que se encuentra en los frutos de *Synsepalum dulcificum*. No tiene sabor, pero tiene la propiedad de presentar, en soluciones ácidas, un sabor dulce que modifica otros sabores. (6)

Dulcina

La dulcina 4-etoxifenilurea es, en cuanto a sabor, la más parecida a la sacarosa y a la sacarina. Su poder edulcorante es de 109 veces más dulce que la solución al 5% de sacarosa, es decir, más bajo que la sacarina. La dulcina se ha usado mezclada con sacarina, pero se ha dejado usar por sus propiedades tóxicas, ya que produce tumores hepáticos, con incidencia no establecida, a la concentración de 0.1% y superiores. En 1967 se recomendó que este producto no se utilizara como aditivo alimentario a causa de su acción tumorigena. (6, 46)

Glicirricina

Es el principio activo más importante del regaliz (*Glycyrrhiza glabra*), es la glicirricina diglucurónido del ácido glicirrético. Su poder edulcorante es 50 veces mayor al de la

sacarosa. Como edulcorante es utilizado en la elaboración de dulces a base del regaliz. Su acción secundaria, parecida a la cortisona, limita su uso. ⁽⁶⁾

Filodulcina

Las hojas de *Hydrangea macrophylla* contienen el derivado de la 1,4-dihidroisocumarina, filodulcina. Las propiedades sensoriales son parecidas a las de dihidrochalcona y el regaliz. La sensación gustativa es relativamente lenta, y disminuye también. Su intensidad edulcorante es de 200-300 veces. Podría usarse, por ejemplo, en ciertos caramelos y gomas de mascar. ⁽⁶⁾

Osladina

La osaldina procede del rizoma del vegetal *Polypodium vulgare*; es una sustancia muy dulce, su poder edulcorante es de 300 veces más dulce que la sacarosa. Dada su acción tóxica, no tiene importancia como sustancia edulcorante. ⁽⁶⁾

Oxima

Desde hace tiempo es conocido el sabor dulce intenso de la oxima, su uso se ve limitado por su escasa solubilidad en agua. Su poder edulcorante es de 2000. ⁽⁶⁾

Nitroanilina

Algunas m-nitroanilinas son potentes sustancias edulcorantes. Su intensidad de sabor aumenta al incrementarse la masa del sustituyente R. El derivado propoxi tiene un poder edulcorante de 4100 veces y es, hasta ahora, la sustancia edulcorante más potente que se conoce. Desgraciadamente, la toxicidad hace que carezcan de importancia.⁽⁶⁾

Sucralosa

La sucralosa es un nuevo edulcorante no calórico producido por la clorinación selectiva de la sacarosa. Es de 600-800 veces más dulce que la sacarosa. La sucralosa se encuentra bajo revisión de la F.D.A. para su uso en gomas de mascar.⁽²⁸⁾

Alitame

Es un edulcorante relativamente nuevo, es un dipéptido con base en amidas, es 2000 veces más dulce que la sacarosa. Actualmente, no se ha aprobado para su uso en alimentos. Sin embargo, la compañía Pfizer lo produce. En agosto de 1986 se hizo una petición para el uso de alitame en 16 diferentes categorías de alimentos que incluyen refrescos, caramelos duros, pastillas para la tos y gomas de mascar.⁽²⁸⁾

F) EDULCORANTES NUTRITIVOS

Glucosa

D-glucosa es un monosacárido reductor muy abundante en la naturaleza donde se encuentra libre o bien formando parte de oligo y polisacárido, principalmente el almidón, que es de donde se obtiene industrialmente en las formas alfa y beta.

La glucosa es el producto cristalizado obtenido de la hidrólisis del almidón, se encuentra disponible comercialmente como monohidrato de glucosa, y como solución concentrada bajo diferentes marcas. Actualmente está encontrando crecientes aplicaciones.⁽⁴⁴⁾ La forma industrial de obtención de glucosa es a través de un proceso enzimático o de una hidrólisis ácida del almidón. Entre sus características están su dulzor, que es del 75-80% respecto a la sacarosa, y la posibilidad de promover la reacción de obscurecimiento.⁽⁴⁾

Debido al calor de solución negativo que posee, produce una sensación refrescante, la cual incrementa los sabores frutales. Tiene además las siguientes cualidades: es humectante, higroscópica y, por su dulzor, es apropiada para su uso en gelatinas, gomas de mascar, pastas, panificación, bebidas y productos enlatados, a los que se añade para preservar la forma, el color y el sabor de los frutos.

Azúcar invertido

El azúcar invertido se produce cuando la sacarosa se hidroliza a dos monosácaridos en presencia de invertasa, ácido o calor. Consiste en fructosa y glucosa en cantidades equimolares (llamadas levulosa y dextrosa en el comercio de la confitería). EL azúcar invertido preparado por medio de ácidos, tiene un color más oscuro que el producido por medio de invertasa. ⁽²⁸⁾

El azúcar invertido no sólo limita el grado de cristalización de la sacarosa, sino que propicia la formación de cristales pequeños esenciales, dando textura suave y no arenosa en cremas de fondant, mentas blandas y fudges. Otra propiedad del azúcar invertido es la higroscopicidad que ayuda a prevenir que los dulces más chiclosos se resequen y se pongan quebradizos; además, influye en la dulzura del producto, ya que de sus componentes la dextrosa es menos dulce y la levulosa más dulce que la sacarosa. Una mezcla de azúcar invertido es más dulce que la sacarosa sola. ⁽³⁶⁾

El azúcar invertido es deseable en dulces con alto contenido de humedad, tales como malvaviscos, gelatina, etc. que deben permanecer suaves durante el almacenamiento; sin embargo, un exceso de azúcar invertido puede provocar pegajosidad y humedecimiento.

El azúcar invertido no es un ingrediente deseable en dulces de baja humedad, ya que incrementan su pegajosidad. ⁽⁴⁴⁾

Sacarosa

La sacarosa es un carbohidrato, disacárido que se forma con dos compuestos monosacáridos: D-glucosa y D-fructosa. La sacarosa es el más extendido y abundante de los azúcares presentes en la savia de las plantas. En la savia de la caña de azúcar, se encuentra más de 17% de sacarosa, lo mismo que en la savia de la remolacha. En otras diversas plantas se localiza en pequeñas concentraciones. Este carbohidrato, generalmente llamado "azúcar", se obtiene a través de un proceso de purificación, en el cual se separan impurezas de los cristales de sacarosa. Es muy soluble en agua, y estable frente a los álcalis. Se usa en chocolates y confitería a los cuales da consistencia, textura, propiedades de preservación y dulzor. La sacarosa está comercialmente disponible como un líquido de 67 grados Brix o como un producto sólido granulado, en diferentes grados y tamaños de cristal, para aplicaciones específicas. ⁽²⁸⁾

Jarabe de glucosa hidrogenado

El jarabe de glucosa hidrogenado es una mezcla compleja que se prepara hidrolizando almidones de diversas procedencias, con diferentes enzimas, hasta obtener glucosa y varios oligosacáridos que luego se hidrogenan dando una mezcla de sorbitol, manitol y otros polioles. ⁽⁴⁶⁾

Consiste de 2-8% de sorbitol, 50-55% de maltitol, del 15-20% de maltotriol, y 20-30% de tri o heptasacáridos hidrogenados.

El jarabe de glucosa hidrogenado es usualmente comercializado como jarabe y contiene aproximadamente 75% de sólidos que no cristalizan a altas concentraciones. No forma pigmentos oscuros ni da reacción de Maillard, porque no tiene grupos aldehídos. El jarabe hidrogenado de glucosa se usa como un sustituto de la glucosa, sacarosa o sorbitol. Este reduce la cariogenicidad comparado con la glucosa, sacarosa y sorbitol. Se ha encontrado en estudios realizados en seres humanos que el jarabe de glucosa hidrogenado no es dañino para la salud.

En 1985 a esta sustancia se le asignó una I.D.A. sin especificar, de acuerdo con las normas químicas establecidas por la Comisión del Codex Alimentario.⁽⁸⁾

G) POLIOLES

Los alcoholes polioxhidrílicos o polioles, representan una amplia variedad de productos químicos que pueden definirse como compuestos orgánicos de cadena recta, en donde el único grupo funcional presente es el oxhidrilo. Los polioles en general, se emplean como: 1) vehículos, 2) humectantes y 3) reactivos químicos.

Las aplicaciones en alimentos se basan con frecuencia, en otros efectos tales como poder disolvente, control de cristalización y otros específicos del procesamiento de alimentos y de los problemas de manejo. Este tipo de alcoholes evitan la

evaporación del agua, solubilizan los saborizantes, ayudan a rehidratar polvos, secuestran metales. Por su efecto en la presión osmótica actúan como conservadores, por ser poco metabolizados y por su sabor dulce se emplean en productos dietéticos.⁽¹²⁾

Los polioles que se utilizan en productos alimenticios son: glicerina, sorbitol, manitol y propilenglicol. Estos materiales se emplean solos y en combinación para producir efectos especiales en alimentos. Ciertos polioles pueden mezclarse con azúcares para obtener efectos de cristalización benéficos. La principal diferencia entre los polioles y los azúcares se relaciona al enlace aldehídico presente en estos últimos. Como clase, los polioles son química y térmicamente más estables que los azúcares. Casi siempre son más costosos que éstos; por lo tanto, la industria alimentaria requiere que un poliol proporcione una propiedad notable en el producto final. Se define a los alcoholes polioxhidrílicos como derivados de hidrocarburos alifáticos, formados por la sustitución de dos o más átomos de hidrógeno con dos o más grupos oxhidrílicos monovalentes cada uno de los cuales está unido a un átomo de carbono distinto.

Lactitol

El lactitol es un alcohol disacárido (1,4-galactosil-glucitol) producido por la hidrogenación de lactosa o lactulosa. En investigaciones biológicas recientes y que cita la OMS (1983) se indica que el lactitol tiene una

evaluación de poca energía comparada con otros edulcorantes carbohidratos. El lactitol no tiene grupos carbonilo y debido a esto no da reacción de Maillard. En usos generales, el lactitol es más estable que la lactosa. Su dulzor es alrededor del 50% de la glucosa.

El lactitol es un poliol que se aplica en dietas especiales de alimentación, que puede ser consumido por diabéticos a quienes proporciona la cantidad de calorías requerida.

Debido a su bajo dulzor no es muy atractivo, sin embargo, puede tener otros usos como agente texturizante y para dar cuerpo, porque es valorado como de bajas calorías. Los productos que son laxantes manufacturados con lactitol tienen una excelente palatabilidad y no dejan resabio desagradable. En altas concentraciones puede ser laxante.⁽⁸⁾

Maltitol

El maltitol es una molécula 4-O-β-D glucopiranosil-D-glucitol consiste de una unidad de glucosa y otra de sorbitol; el maltitol se produce por hidrólisis enzimática del almidón de lo que se obtiene un jarabe alto en maltosa, el cual es hidrógenoado, para obtener cristales de maltitol.

El poder edulcorante del maltitol cristalino es 0-9 veces más dulce que la sacarosa, y el del líquido, 0.6 veces.⁽⁹⁾

La hidrogenación de la maltosa da como resultado maltitol, un poliol. El maltitol es muy higroscópico, se encuentra ampliamente en la naturaleza en la corteza de ciertos árboles.

El maltitol no es absorbido por el tracto gastrointestinal y así puede ser usado en productos diabéticos y dietéticos, éste puede ser usado en bebidas carbonatadas, frutas enlatadas y en productos de pastelería; presenta un incremento en la retención de la humedad y ha sido propuesto para la elaboración de galletas y pasteles de bajo contenido calórico, aunque esto es cuestionable.⁽⁸⁾

El maltitol no es mutagénico y los estudios teratogénicos también han sido negativos. Su dosis, letal media es de 24 g/kg.

Mediante estudios realizados en ratas, se observó una disminución en el crecimiento de éstas, cuando se les dió en su alimento; tal situación se explica debido a la reducción calórica en la ingesta.

Sin embargo, su alto costo de producción puede limitar su uso extensivo.⁽⁸⁾

Xilitol

Es un polialcohol derivado hidrogenado de la xilosa, es un pentitol que puede encontrarse en muchas frutas, vegetales y en bayas. Es, además, un edulcorante de sabor dulce, semejante al de la sacarosa, que produce la sensación de frescura en la boca.⁽⁸⁾

El xilitol es un edulcorante no cariogénico y es recomendable para alimentos diabéticos y dietéticos.⁽²⁷⁾

Se usa en la elaboración de confitería, chocolates y gomas de mascar. El xilitol es absorbido lentamente por el intestino y en dosis de 50 a 70 g. produce diarrea; sin embargo, a largo plazo puede producir adaptación. Es metabolizado por el hígado, y en dosis de 30 g. no causa efectos significativos en el incremento de secreción de insulina en la sangre.⁽²⁷⁾

En altas concentraciones de xilitol en el hígado pueden causarse cambios considerables en el metabolismo. El Comité mixto FAO/OMS le asignó una I.D.A. "sin especificación" en 1983.⁽⁴⁶⁾

Los estudios toxicológicos incluyen cariogenicidad, mutagenicidad y teratogenicidad. Todos estos estudios han indicado que el xilitol es de uso seguro en alimentos.⁽⁸⁾

Isomaltitol

Es una mezcla equimolar de 6-O- β -D-glucopiranosil-D-glucitol y 1-O- β -D-glucopiranosil-D-manitol.

El isomaltitol es aproximadamente 0.5 veces más dulce que la sacarosa; puede ser usado como sustituto de azúcar en confitería, gomas de mascar, bebidas refrescantes y postres. Tiene la característica de ser menos laxante que el sorbitol y el xilitol; asimismo, es menos cariogénico que la sacarosa y solamente el 50% del isomaltitol es metabolizado en humanos.

Estudios a corto plazo realizados en ratas indican el incremento en el nivel de bilirrubina. El Comité mixto FAO/OMS le asignó una I.D.A. de "no especificado", en 1985.⁽⁴⁶⁾

Lactulosa

Es un derivado cetónico de la lactosa, disacárido reductor que se forma por la epimerización de la lactosa durante el calentamiento de la leche, compuesto por una molécula de galactosa y otra de fructosa.⁽⁸⁾

La lactulosa puede ser utilizada en alimentos líquidos, pero debido a su bajo dulzor no tiene mucha aplicación en otros alimentos. Se utiliza como edulcorante y se ha propuesto en alimentos infantiles en fórmulas que incrementan el desarrollo de flora intestinal. La lactulosa tiene también aplicaciones en preparaciones farmacéuticas.

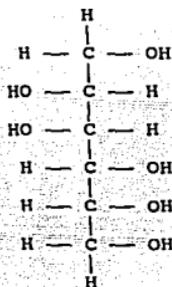
Se ha utilizado por años en el tratamiento de constipación crónica y encefalopatía portal sistémica, y los pacientes han recibido altas dosis de lactulosa con tratamientos largos. Puede causar diarrea ocasional.⁽⁸⁾

H) MANITOL

Su fórmula química es $C_6H_{14}O_6$, su peso molecular es 182 g/mol. El manitol es un hexitol que es estereoisómero del sorbitol.

El nombre de manitol proviene de la palabra *manna* un edulcorante obtenido del fresno (*Fraxinus ornus*).

Es relativamente abundante en algas marinas y su extracción industrial se realiza en algunas ciudades asiáticas. Sin embargo, su mayor producción está basada en la hidrólisis catalítica de la fructosa (50% manitol más 50% sorbitol).



Fórmula desarrollada de manitol

El azúcar invertido fue usado tradicionalmente como materia prima para la producción de D-manitol, lo que redujo la mezcla de sorbitol y manitol (75% y 25% respectivamente). El almidón también puede ser usado como materia prima para la producción de D-manitol (hidrogenación de D-manosa).

Su aporte energético está calculado en 2 calorías/g y oficialmente, 4 calorías/g. ⁽²¹⁾

Entre sus propiedades están las siguientes: es un polvo cristalino blanco no higroscópico, su propiedad más característica es la baja solubilidad en agua: 18% p/p a 25°C.

Tiene efecto refrescante, el cual se debe a su calor de solución de -29 Kcal/g. a 25 grados centígrados y este efecto es menor que el del sorbitol. Su punto de fusión es de 165-168°C.

Su relativo alto costo y algunas de sus propiedades, como su baja solubilidad y su recristalización, limitan el rango de posibles aplicaciones del manitol, por eso se usa preferentemente como un agente texturizante que da consistencia en alimentos, y en su forma cristalina, como un ingrediente inerte en gomas de mascar, cereales, alimentos congelados y en productos farmacéuticos. ⁽⁸⁾

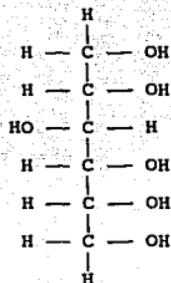
El intestino humano absorbe lenta y no completamente el manitol. Su lenta absorción puede causar diarrea osmótica y flatulencia en altos niveles de consumo (más de 20 g.). No obstante, en estudios experimentales, se ha encontrado una adaptación al manitol.

La mayor parte del manitol absorbido es excretado sin ningún cambio en la orina. El manitol no requiere para su metabolismo insulina por lo que es conveniente para los diabéticos. Los estudios toxicológicos no han indicado ningún otro efecto adverso. Por lo tanto, el manitol se considera seguro para su uso en alimentos. El manitol se encuentra en la lista U.S. F.D.A. GRAS.

En 1986 estudios complementarios permitieron al comité asignar a este edulcorante una I.D.A. "No especificada".⁽⁴⁶⁾

I) SORBITOL

El sorbitol es un polialcohol, conocido también como: D-Glucitol, D-Sorbitol, Sorbita, Sorbol, Hexitol. Es hexavalente, (1,2,3,4,5,6 Hexahidroxihexano o Hexano-hexol), de cadena recta, con 6 átomos de carbono y 6 grupos oxhidrilo; de peso molecular 182.17 g/mol (anhidro). A la temperatura ambiente se presenta como un sólido cristalino con media molécula de agua de cristalización, y presenta la siguiente estructura:



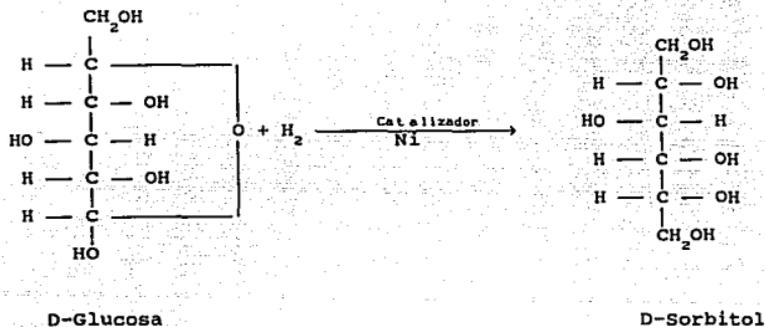
Fórmula desarrollada de D-sorbitol

Fue aislado del jugo de las bayas silvestres (*Sorbus aucuparia*) por primera vez, por el químico J. Boussignault en 1832, sólo que permaneció como una curiosidad de laboratorio hasta los primeros años de la década de 1930, debido a que su extracción de los productos naturales, aún en los de mayor abundancia, tenía costos muy elevados.

En 1937, una firma estadounidense (Atlas Powder Co.) inició su producción comercial. La industria dulcera (de los Estados Unidos) se interesó en este polialcohol por la posibilidad que representaba para producir chocolates para diabéticos y, más adelante, por haberse encontrado que puede ser un aditivo muy importante en muchos productos de la industria dulcera.

El sorbitol es el alcohol polivalente más distribuido en el reino vegetal. Se encuentra en las serbas en una proporción de 5-10% y además en algas, tabaco, peras, manzanas, ciruelas, cerezas y duraznos.

Se prepara por hidrogenación de la glucosa, cuya fuente abundante de obtención es el almidón.



Obtención de Sorbitol por hidrogenación

Entre las propiedades físicas del sorbitol se pueden citar las siguientes: el sorbitol puro es un sólido blanco inodoro, de sabor fresco muy agradable, higroscópico; se disuelve fácilmente en agua (2 g/ml), en alcohol caliente, glicerina y muy poco en hidrocarburos, esta solubilidad aumenta conforme se incrementa la temperatura, como se muestra en la figura 1. Es miscible en todas proporciones con los alcoholes polihídricos.

La solución acuosa se satura a 20°C y contiene aproximadamente 70% de sorbitol puro y 30% de agua en peso; es un jarabe incoloro e inodoro, y de agradable sabor dulce; tiene tendencias a la cristalización; su densidad es 1.6 g/ml.

Su poder edulcorante es aproximadamente un 60% de la sacarosa. Normalmente, cristaliza en forma de agujas prismáticas perfectamente bien definidas. Su punto de fusión es alrededor de 97°C.

Sólidos secos
en peso (%)

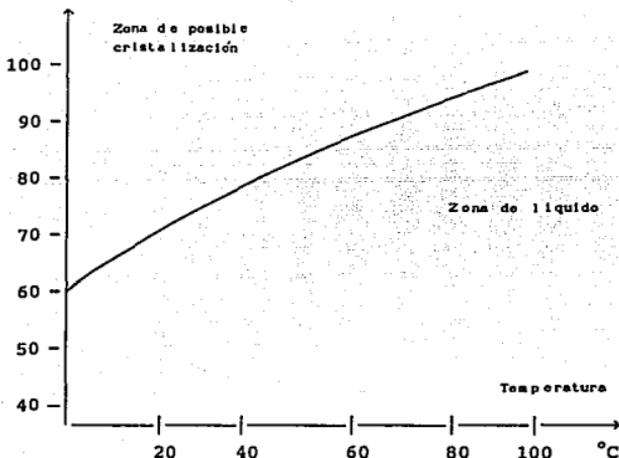


Figura 1. Solubilidad de sorbitol puro en agua.

La densidad aparente del polvo de sorbitol depende del tamaño de la partícula que es 0.6 a 0.7 mm.

Su calor de solución es negativo, aproximadamente -25 Kcal/g, este hecho, asociado a la rápida solubilidad del polvo de sorbitol en contacto con la saliva, resulta en grata sensación en la boca, comúnmente llamada sensación refrescante.

El sorbitol es el menos volátil de los polioles comunmente usados, y por lo tanto no es destilable por vapor. Esta propiedad va unida a sus propiedades humectantes.

Las soluciones que contiene el 70% de sorbitol tienen un punto de ebullición de 105°C, a condiciones normales de presión (760 mmHg). En la figura 2 se muestra la variación del punto de ebullición de las soluciones acuosas de sorbitol, respecto a su concentración a 760 mmHg de presión.

Temperatura de ebullición
(en °C y presión normal)

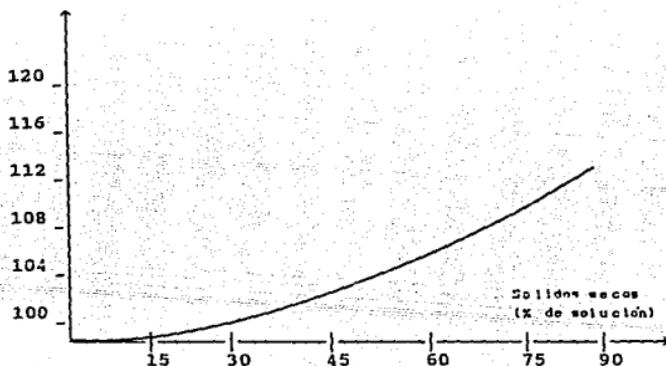


Figura 2. Temperatura de ebullición de soluciones acuosas de sorbitol.

El sorbitol es muy higroscópico, en efecto, es más lento para perder o ganar agua con los cambios de humedad atmosférica que los alcoholes de peso molecular inferior, es decir, que en medio seco restituye menor cantidad de agua y en medio húmedo absorbe menos que los alcoholes mencionados, como se observa en la figura 3.

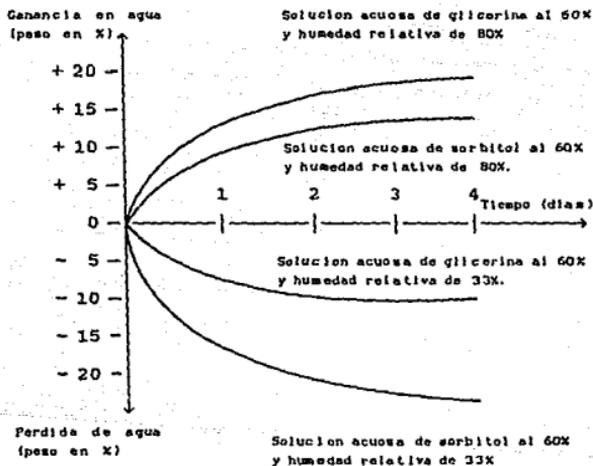


Figura 3. Comparación de Higroscopicidad de soluciones acuosas de sorbitol y glicerina

Por lo que corresponde a sus propiedades químicas, el sorbitol experimenta todas las reacciones usuales de los alcoholes: halogenación, esterificación, acetilación, reducción, oxidación, etc. El sorbitol es estable ante los ácidos y álcalis

diluidos, no es atacado por el oxígeno del aire, y como no posee función aldehído no reduce el reactivo de felhing. Tampoco da compuestos de Maillard con aminoácidos, (no da reacciones de oscurecimiento). El sorbitol líquido forma complejos con iones metálicos (hierro, cobre y aluminio) y actúa como agente secuestrante (agente quelante). La oxidación bacteriana del sorbitol produce sorbosa y este paso de conversión se usa industrialmente en la producción de vitamina "C" (ácido ascórbico).

En cuanto a sus propiedades bacteriológicas, las levaduras no degradan al sorbitol así como tampoco numerosas bacterias; pero esta característica puede ser un factor limitante sobre el desarrollo de hongos. Algunos ensayos bacteriológicos han mostrado que los medios de cultivo para hongos (medio de Sabourand) o para *bacillus* (triptosa agar) inoculados respectivamente con hongos del tipo *Penicillum* o *Aspergillus*, de bacilos del tipo *subtillis*, de levaduras del tipo *Cándida*, han desarrollado de 5 a 6 veces menos hongos, 1.2 veces de levadura, y 1.3 veces de *bacillus*, cuando se le añadió 5% de sorbitol. Estas características son de interés en varias aplicaciones, por ejemplo, en caries dental, productos dulces y pastelería.

Entre las propiedades fisiológicas del sorbitol, se encuentra la que está asociada con el metabolismo, ya que el intestino humano absorbe el sorbitol solamente por difusión pasiva y, por lo tanto, la absorción es bastante lenta, además de que en altas dosis no es completamente absorbido, de ahí que algo

del sorbitol entre al colón y pueda causar diarrea osmótica. Debido a la lenta absorción y a que el hígado lo asimila rápidamente, la concentración del sorbitol en circulación periférica es muy baja después de su ingesta oral.

En el hígado, el sorbitol se oxida a fructosa, con ayuda de una poliol deshidrogenasa no específica, (ver metabolismo del sorbitol pp. 52) la cual se localiza en las células hepáticas. Después de esto, el metabolismo sigue la ruta metabólica de la fructosa. Las enzimas necesarias para el metabolismo del sorbitol se encuentran en cantidades considerables solamente en el hígado; la porción de sorbitol metabolizado en el hígado es controlado solamente por el paso de la poliol deshidrogenasa.

Así, otros tejidos pueden utilizar el sorbitol para producción de energía únicamente después de que éste se convierte en glucosa.

Practicamente el paso más importante y limitante en el metabolismo del sorbitol (oral), es la absorción intestinal. Después de la ingesta oral, la absorción del sorbitol es lenta y la concentración en sangre portal es tan baja que es improbable que pueda cambiar alguna alteración significativa en el metabolismo intermediario hepático, así que la ingesta oral del sorbitol es segura.

El sorbitol, después de su conversión a fructosa en el cuerpo humano bajo la acción de sorbitol deshidrogenasa, se metaboliza a través de la enzima fructoquinasa, actuando independientemente de la insulina (de la cual carecen los diabéticos), mientras que otros azúcares convertidos en glucosa son metabolizados por la acción de la enzima glucoquinasa dependiente de la insulina.

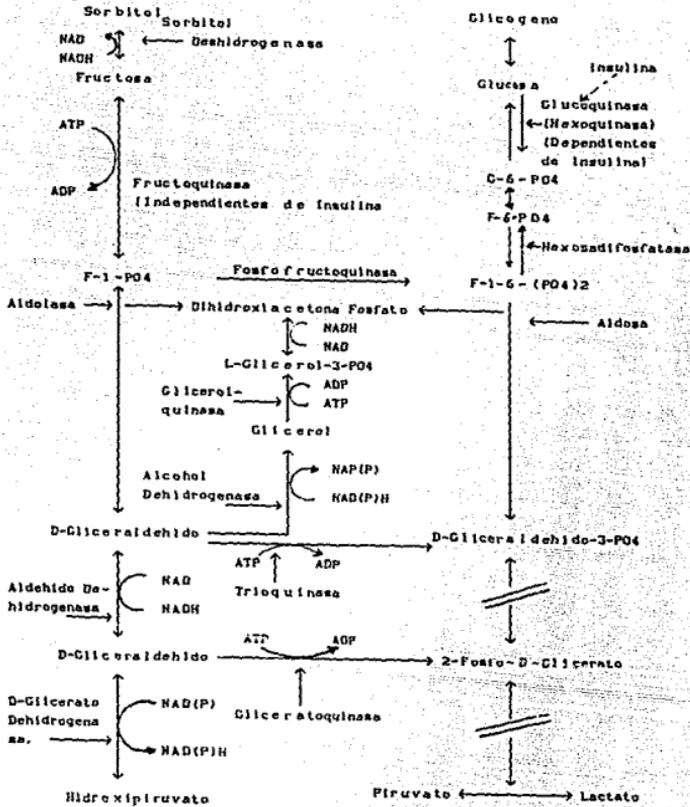
Con base en la comparación de los azúcares, el ciclo de conversión es mucho más lento. Estas propiedades, junto con su habilidad anticetogénica, se conocen hace algún tiempo, lo que justifica su uso en dietas para diabéticos.

El sorbitol es un diurético de tipo osmótico. Es neutral para la piel y membrana mucosa, y no modifica la apariencia o acción de otros productos.

El hombre puede absorber de 10 a 20 gramos por hora de sorbitol y con una ingesta excedida de 20 gramos por hora puede resultar en diarrea, por lo tanto el consumo no debe exceder de 20 gramos. Para niños, esto puede ajustarse de acuerdo con su edad. ⁽²⁸⁾

El sorbitol no causa efectos negativos, comparado con los carbohidratos, si se ingiere sin excederse de los límites que puede conducir a laxatividad. Estos límites pueden variar de acuerdo con cada individuo. Las personas se pueden llegar a adoptar al sorbitol con el tiempo. ^(35,38,41,40)

METABOLISMO DE SORBITOL



La solución de sorbitol, aunque técnicamente no es un azúcar u otro carbohidrato, tiene una evaluación nutritiva de 2.8 cal/gr. cercanos a los mismos azúcares y otros carbohidratos.

En lo que concierne a los usos del sorbitol, éste puede ser usado en productos alimenticios, cuando se requieren las siguientes propiedades:

- Estabilidad de la humedad (influencia sobre el aw).
- Mayor blandura y suavidad.
- Fijación de aromas y sabores.
- Intensificación de color y brillo.
- Prevención de cristalización (para chocolates, licores).
- Mejor estructura y textura.
- Efecto antioxidante (prevención de rancidez) por complejamiento de metales de oxidación catalítica).
- No fermentabilidad por levaduras (cerveza, etc.).
- Ausencia de reacción de Maillard, la cual es común entre azúcares reductores y proteínas.

En confitería y elaboración de chocolates, el sorbitol se emplea en chocolates con licor, toffes, caramelo suave, cremas de chocolate y malvaviscos, para estabilizar la textura de los productos aireados, e impartir propiedades de preservación.

En frutas enlatadas, previene la cristalización, reduce el obscurecimiento e incrementa el tiempo de preservación.

En gomas de mascar, suaviza la goma base y proporciona un efecto refrescante en la boca.

En mermeladas, jaleas y frutas enlatadas, mejora la apariencia de la fruta e incrementa el sabor y transparencia.

En elaboración de galletas, las previene de la resequeidad, mejora la apariencia y sabor, acentúa el color y retarda la rancidez de los productos que contienen avellanas, almendras o cocoa.

Especialmente se usa en la elaboración de pastas amarillas, pasteles, macarrones y pasteles esponjados, etc.

En la industria de alimentos congelados, en nieves, helados y sorbetes, el sorbitol baja el punto de congelación del agua, haciendo al helado más manejable. Es también anticristalizante de otros azúcares presentes en el producto. Se usa igualmente en filetes de pescado congelado, caviar y croquetas de pescado.

Asimismo se emplea en productos de la industria de la carne: salchicha, jamón, etc., en los que actúa como estabilizador de la humedad.

En salsa de tomate, mayonesa y grasas, aumenta su conservación, porque retarda la rancidez.

En la producción de cervezas, se usa también debido a que es un sólido no fermentable por levaduras de cerveza, aumentando el cuerpo de ésta.

Sus usos también se extienden a productos en polvo (café, té, chocolate, sabores, etc.), ya que el sorbitol preserva el sabor y el gusto, durante el transporte.

En bebidas no alcohólicas (whisky, etc.), proporciona el sabor y el dulzor del espíritu.

Muchos productos basados en sorbitol se elaboran en todo el mundo como productos dietéticos. En este campo, las propiedades bacteriológicas del sorbitol (caries dental) y sus propiedades fisiológicas en nutrición diabética, son muy usados, particularmente: sorbitol en caramelos duros y gomas de mascar.

Otros usos de este polialcohol está en la industria de los cosméticos; en pastas de dientes, es humectante e imparte consistencia y plasticidad.

En cosméticos, ofrece las características de estabilizar la humedad, mejora la consistencia y plasticidad de los productos y les otorga acción antioxidante, acción emoliente (suavizante para la piel), aumenta el efecto espumante, mejora la habilidad de limpieza y favorece la compatibilidad con otros componentes usados en cosmetología.

En productos farmacéuticos, el sorbitol en polvo o en forma líquida es un excelente, y no reactivo incipiente en numerosas preparaciones farmacéuticas. Se utiliza como vehículo base en jarabes, enjuagues bucales, preparaciones laxantes, da consistencia viscosa, previene la recristalización de la sacarosa y no se torna amarillento con el tiempo.

En pastas, pomadas, cremas, supositorios, linimentos, mantiene la consistencia del producto (tiene una acción higroscópica, emoliente y emulsificante).

En vitaminas y preparaciones con metales pesados, es materia prima para la vitamina "C"

En cápsulas de gelatina, es plastificante.

En soluciones inyectables, posee la misma presión osmótica que la glucosa o previene la hiperglicemia; es recomendable para diabéticos y hepáticos.

En la industria textil, el sorbitol actúa como un humectante y un agente antiestático en el hilado. Durante el entintado, el sorbitol juega un doble papel al favorecer la dispersión y al estabilizar el contenido de humedad.

En la industria tabaquera, ofrece las siguientes ventajas: incrementa el sabor, es compatible y miscible con otros polioles, no es tóxico ni volátil.

En gomas y adhesivos, se usa como agente humectante y plastificante.

En la industria del papel, debido a sus propiedades higroscópicas y plastificantes, el sorbitol es un buen aditivo, porque mejora el control en el contenido de humedad del papel, además de que evita el arrugamiento e imparte suavidad a éste.

En pigmentos para pinturas, tintas, papeles, plásticos, etc., mejora la afinidad y dispersión de pigmentos como el óxido de titanio.

En fundición, se usa como agente fraccionante en el proceso con silicatos, pues tiene la facilidad de romper y desintegrar la arena.

Legislación del sorbitol.

En lo que concierne a la legislación sobre el sorbitol, la solución de éste se reconoce como no tóxica, como ingrediente nutritivo en alimentos y no fermentable como la glicerina y las soluciones de azúcar.

No hay estándares formales de identificación para la mayor parte de los productos alimenticios, en los cuales la solución del sorbitol ha sido usada. El sorbitol no se enlista como un ingrediente opcional en los estándares de identificación para frutas empacadas. En la mayoría de las ciudades, el sorbitol ha sido aprobado como un ingrediente, cuando se usa con propósitos

de edulcorante. En los Estados Unidos, el sorbitol está autorizado como un aditivo alimentario por la U.S. F.D.A. También se considera como GRAS para usarse a manera de un nutriente y suplemento dietético (1973).

DISEÑO EXPERIMENTAL

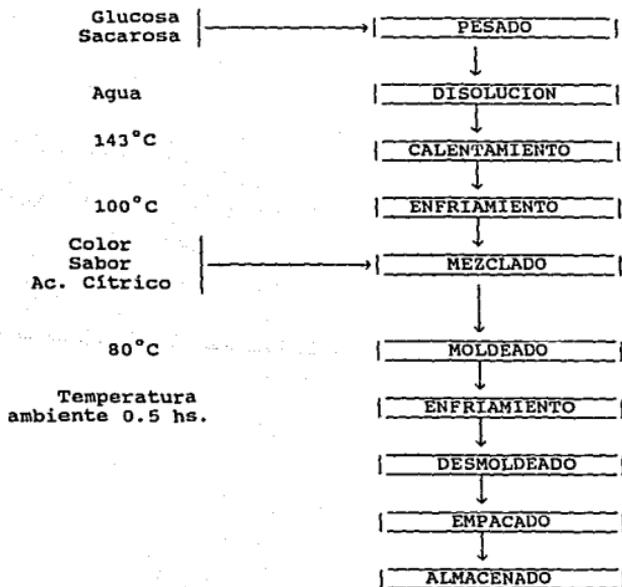
C A P I T U L O I I

DISEÑO EXPERIMENTAL

A) ELABORACION DE CARAMELO MACIZO A BASE DE SACAROSA

DIAGRAMA DE BLOQUES

PROCESO



Formulación para caramelo hecho a base de sacarosa:

Sacarosa	59.76 %
Glucosa	39.84 %
Ac. Cítrico	0.10 %
Sabor	0.20 %
Color	0.10 %
Agua	10.00 ml.

Proceso de elaboración de caramelo macizo a base de sacarosa.

1. Pesar los ingredientes y colocar la sacarosa, agua y glucosa en un recipiente.
2. Disolver el azúcar completamente, si es necesario calentar sin llegar a ebullición.
3. Calentar hasta que la temperatura llegue a 146°C.
4. Enfriar hasta llegar a 100°C, y añadir ácido cítrico, colorante, saborizante, y mezclar bien los ingredientes.
5. Vaciar la fundición del caramelo una vez que esté cocido sobre el molde.
6. Dejar enfriar hasta que endurezca el caramelo.
7. Desmoldar los caramelos.
8. Empacar.

B) BASES TEORICAS PARA ELABORACION DE CARAMELOS

La disolución del azúcar es de una importancia decisiva para el producto final. Si se desea obtener una estructura libre de cristales, habrá que efectuar una disolución perfecta. Para obtener una solución de azúcar que no vuelva a cristalizar, será necesario prever en ella una cantidad determinada de agua; esta cantidad está en función de la temperatura a la cual se calienta

la solución. Si quedan restos de cristales sin disolver, en la solución precalentada, éstos atraerán las moléculas de azúcar disueltas, comenzando así el proceso de recristalización.

La ebullición de las soluciones de azúcar es el proceso usado en confitería para reducir su contenido de humedad al nivel deseado, por medio de la evaporación. El contenido de humedad se puede deducir de la temperatura de ebullición, de tal manera que conforme este punto sea más alto, menor será el contenido de agua que tenga el lote.

El cocimiento del azúcar es una operación relativamente simple, pero es necesario tener cuidado para obtener resultados consistentes. Al incorporar a la solución de azúcares, ácido cítrico, sabor y color es necesario disminuir la temperatura, con el fin de que los compuestos volátiles que conforman el sabor no se pierdan, la mezcla común provoca un enfriamiento más rápido de la solución de azúcar que se opone a la evaporación del sabor y aroma. Los dulces se forman a partir de una mezcla muy líquida. Se les moldea antes de que se endurezcan rápidamente al enfriarse y se vacían al molde previamente barnizado con aceite vegetal para evitar que se peguen, y facilitar el desmoldeado.

Existe una gran variedad de materiales para empaques de alimentos, todos ellos tienen como objetivo principal la conservación del producto envasado. El alimento no debe absorber ni perder humedad de la atmósfera. Al secarse el producto, se

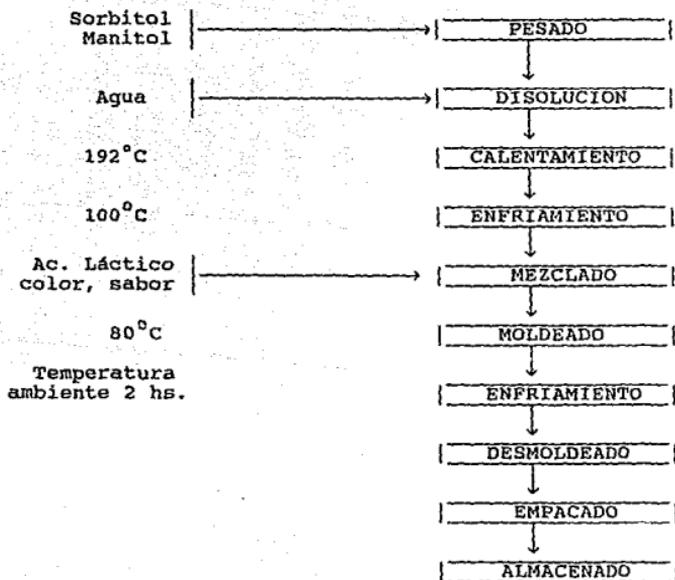
vuelve más duro, mientras que al absorber agua (cuando la humedad del aire es elevada) puede volverse pegajoso, lo cual puede producir la cristalización del azúcar.

Un buen contenido de agua se conserva por principio cuando el producto está envuelto en forma hermética contra efectos del vapor de agua y de los aromas.

C) ELABORACION DE CARAMELO MACIZO BAJO EN CALORIAS

DIAGRAMA DE BLOQUES.

PROCESO



MATERIAL

- Pipetas de 1 y 5 ml.
- Vasos de pp de 100 y 200 ml.
- Agitador de vidrio
- Triángulo de porcelana
- Crisoles
- Mechero
- Tripié
- Tela de asbesto
- Termómetro 0 - 200°C
- Pesafiltro
- Moldes para caramelo macizo
- Recipiente de acero inoxidable
- Pala de madera
- Papel celofán

EQUIPO

- Balanza granataria
- Balanza analítica
- Estufa

MATERIA PRIMA

- Sorbitol al 70%
- Manitol
- Esencias cítricas
- Colorantes
- Agua
- Acido láctico
- Aceite vegetal comestible.

FORMULACION BASICA

(Ref. no. 20)

Sorbitol al 70%	92.15 g
Manitol	7.85 g
Agua	50.00 ml
Acido láctico al 80%	2.00 ml
Sabor (concentrado)	0.20 g
Color	0.03 g

Proceso de elaboración

1. Pesar Sorbitol 92.15 g y Manitol 7.85 g, mezclar muy bien.
2. Adicionar agua, 50 ml y disolver, posteriormente calentar hasta 192°C.
3. Dejar que la temperatura baje hasta 80°C.
4. Adicionar en seguida 2% de ácido láctico al 80% en buffer, sabor y color; estos últimos deberán estar finamente mezclados para evitar así las burbujas de aire.
5. Depositar en moldes de teflón y dejar que permanezcan ahí por dos horas, como mínimo antes de desmoldear.
6. Desmoldear los caramelos.
7. Empacar.

Determinación de humedad

Norma 3 E/1.952 OICC.AOAC.

La descripción de la técnica empleada se encuentra al final, de la tesis, en el apéndice.

Determinación de cenizas

Norma /1.973 OICC.AOAC.

La descripción de la técnica empleada se encuentra al final, de la tesis, en el apéndice.

Evaluación sensorial de los caramelos.

Considerando que en el mercado nacional no existe un producto similar para poder compararse con nuestro producto, la

prueba más adecuada para éste es la prueba de nivel de aceptación (prueba hedónica); esta prueba consiste en determinar el nivel de agrado o desagrado que provoca una muestra específica, utilizando una escala no estructurada en las cuales se puntualiza la característica de agrado.

Es una prueba sencilla de aplicar y no requiere de entrenamiento o experiencia por parte de los jueces consumidores.

Esta prueba permite detectar el nivel de agrado que una muestra representa para una población en particular. Los jueces afectivos no deben conocer la problemática del estudio, solamente entender el procedimiento de la prueba y responder a ella; y se requiere de un mínimo de 50 jueces afectivos, para considerar los resultados como representativos de las tendencias de los gustos de una determinada población o mercado.

D) FUNCION DE INGREDIENTES DE CARAMELOS BAJOS EN CALORIAS

Sorbitol y Manitol: Su función es la de impartir dulzura y suavidad al producto. Los azúcares de bajo peso molecular se usan con el fin de retener la humedad del producto o bien, para que éste absorba humedad, ya que son altamente higroscópicos. También dan cuerpo, textura y consistencia al producto.

Agua: Su función es la de ayudar a activar los estabilizadores, así como la de fluidizar a los cocidos al modificar su viscosidad. La humedad final del producto determina su textura y consistencia.

Acidulantes: Se emplean ácidos orgánicos o sus sales referidas a ácidos de gustos frutales hasta el nivel deseado. Los más comúnmente empleados son: ácido cítrico, ácido láctico, ácido tartárico y cremor tartáreo.

En el caso de los caramelos elaborados con sacarosa, los ácidos aceleran la hidrólisis de la sacarosa, produciendo azúcar invertido en presencia de altas temperaturas. Por lo tanto, su aplicación a los cocidos se hará en el momento en el que se obtenga la temperatura deseada, que origine los efectos deseados en el producto. Otra de las funciones de los ácidos es la de resaltar el sabor al suministrar acidez y características más propicias de las frutas. Para lograr esto, el ácido debe agregarse al final de la elaboración del cocido, precisamente antes de moldear.

El nivel óptimo del empleo del ácido es de 0.1 - 2%, para controlar el nivel de acidez; pueden emplearse amortiguadores, pero en un nivel tal que no se perjudique el sabor del ácido; las sales amortiguadoras más comúnmente empleadas son acetato o citrato de sodio.

Sabor y color: Pueden emplearse una gran variedad de sabores y colores, en niveles que dependerán del nivel de concentración a la cual se encuentren, y de las características organolépticas deseadas.

Deberán añadirse al cocido, después de haber finalizado el cocimiento, ya que si se aplican durante éste, la intensidad de color se debilitará u opacará y los sabores se volatizarán, lo que dará un producto de baja calidad.

RESULTADOS Y ANALISIS

C A P I T U L O I I I

RESULTADOS Y ANALISIS

A) DESARROLLO DEL CARAMELO

Los primeros caramelos fueron elaborados con la formulación base no. 1, a los que se les aplicó una prueba de evaluación preliminar con diez jueces afectivos, quienes observaron que estos caramelos no tenían un buen nivel de aceptación; dicha prueba dió los siguientes resultados:

-El caramelo se disolvió muy rápidamente y dejó un resabio desagradable en la boca, con la siguiente evaluación de atributos:

- o Alta acidez;
- o Superficie no lisa;
- o Nivel de dulzor alto;
- o Consistencia blanda;
- o Textura rugosa;
- o Astringentes;
- o Agradable sensación refrescante; y
- o Translúcidez.

Por otra parte, se pudo observar que el tiempo de endurecimiento era mayor al esperado (2 hs.); con base en estas observaciones, se realizó una segunda reformulación, incrementando la concentración de sorbitol y eliminando la de manitol (ver formulación número 2), para observar las características proporcionadas únicamente por este edulcorante.

Los caramelos elaborados con esta reformulación nuevamente se sometieron a una evaluación preliminar con diez jueces afectivos, en la que no se obtuvo un buen nivel de aceptación; sin embargo, se observó mejoría. La evaluación de este caramelo mostró lo siguiente:

- o Se disolvían más rápido en la boca que con la formulación anterior;
- o El dulzor aún era alto;
- o Eran translúcidos;
- o De superficie no lisa;
- o Daban una agradable sensación refrescante; y
- o Astringentes;

Además se observó que el tiempo de endurecimiento era mayor al esperado (2 hs.) considerando lo anterior, se procedió a reformular; para ello, se aumentó la concentración del manitol y se disminuyó la del sorbitol (ver formulación No. 3)

Los caramelos elaborados con esta nueva reformulación nuevamente se sometieron a una prueba de evaluación preliminar con diez jueces afectivos, en la que no se obtuvo un buen nivel de aceptación; sin embargo, se observó mejoría en la evaluación de este caramelo, en los siguientes aspectos:

- Se disolvió menos rápido que con la formulación anterior, dejando resabio desagradable en la boca;
- El nivel de dulzor era aún alto;
- Tenían alta acidez;
- De textura áspera; y
- Agradable sensación refrescante.

Por otro lado, se observó que el tiempo de endurecimiento era mayor de 2 hs. Con base en las formulaciones anteriores se notó que al aumentar la concentración de manitol y al disminuir la del sorbitol la consistencia del caramelo mejoraba, por lo que se procedió a reformular (ver formulación No. 4).

A los caramelos elaborados con esta reformulación se les hizo una prueba de evaluación preliminar con diez jueces afectivos y se obtuvo un buen nivel de aceptación, con las siguientes observaciones:

- El tiempo de disolución del caramelo en la boca fue similar a la de un caramelo de sacarosa;
- El nivel de dulzor fue aceptable;
- No dejó resabio en la boca;
- No eran astringentes;
- Su superficie era más lisa;
- Tenían una agradable sensación refrescante; y
- No eran translúcidos.

Se observó que estos caramelos tuvieron un tiempo de endurecimiento óptimo de 2 hs. además, se observaron las siguientes desventajas:

- Después de un lapso de 20 días la superficie del caramelo se tornó blanca;
- El nivel de acidez aún era alto; y
- No era muy perceptible el sabor;

Con los resultados anteriores, se observó que la consistencia y el cuerpo del caramelo eran aceptables, sólo era necesario ajustar la cantidad adecuada de sabor y ácido.

El siguiente paso fue probar con la formulación núm. 4 diferentes concentraciones de sabor, y diferentes sabores, y ajustar la acidez. Se realizaron 30 reformulaciones evaluando en cada una de ellas el nivel de aceptación mediante pruebas de evaluación preliminar con 10 jueces afectivos, en donde se obtuvo como resultado que los sabores más aceptados fueron: fresa,

cereza, naranja, limón y mandarina, pero de estos cinco sabores, el de cereza fue el más aceptado. Con este sabor se procedió a hacer una reformulación (ver formulación núm. 5) para lo cual se ajustó la concentración de sabor, color y de ácido.

A los caramelos elaborados con esta nueva formulación, se les hizo una prueba de nivel de aceptación con 50 jueces afectivos, con el objeto de hacer esta prueba más representativa a partir de las posibilidades con las que se contaban en el laboratorio (el cuestionario de esta prueba se anexa en el apéndice).

Las formulaciones realizadas fueron las siguientes:

TABLA DE FORMULACIONES

Formulación No. 1

Sustancias	Porcentaje
Sorbitol al 70%	90.14
Manitol	7.68
Ac. láctico al 80%	1.96
Sabor	0.20
Color	0.02
Agua	<u>10.00 ml</u>
	100.00%

Formulación No. 2

Sustancias	Porcentaje
Sorbitol al 70%	97.82
Manitol	0.00
Ac. Láctico al 80%	1.96
Sabor	0.20
Color	0.02
Agua	<u>10.00 ml</u>
	100.00%

Formulación No. 3

Sustancias	Porcentaje
Sorbitol	88.00
Manitol	9.77
Ac. Láctico	2.00
Sabor	0.20
Color	0.03
Agua	<u>10.00ml</u>
	100.00%

Formulación No. 4

Sustancias	Porcentaje
Sorbitol al 70%	73.38
Manitol	24.45
Ac. láctico al 80%	1.95
Sabor	0.20
Color	0.02
Agua	<u>10.00 ml</u>
	100.00%

Formulación No. 5

Sustancias	Porcentaje
Sorbitol al 70%	74.5
Manitol	24.17
Ac. láctico al 80%	1.00
Sabor	0.30
Color	0.03
Agua	<u>10.00ml</u>
	100.00%

B) EVALUACION SENSORIAL (prueba hedónica)

Se procedió a evaluar de la siguiente manera:

Escala de evaluación

<u>Puntuación</u>	
Me gusta mucho	10.0
Me gusta	7.5
Me es indiferente	5.0
Casi no me gusta	2.5
No me gusta	0.0

Se hizo la siguiente pregunta:

¿Le gusta el caramelo?

	% de respuesta
Me gusta mucho	24
Me gusta	62
Me es indiferente	10
Casi no me gusta	4
No me gusta	0

Puntuación Total	Promedio	Desviación estándar
382.5	7.65	1.77

El producto tiene el 91% de aceptación.

Nota:

Se considera que después de 6.25 el producto es aceptable.

Determinación del intervalo de Confianza

Fórmula para la determinación del intervalo de Confianza:

$$(X - Z Sx) < \mu < (X + Z Sx)$$

Donde:

$(X - Z Sx)$ = Límite de Confianza inferior

$(X + Z Sx)$ = Límite de Confianza superior

Sx = Desviación estándar de la población

Z = Nivel de confianza al 95%

X = Media de la muestra.

Sustituyendo:

$$7.65 - (1.96) (0.23) < \mu < 7.65 + (1.96) (0.23)$$

$$7.20 < \mu < 8.10 \quad \text{Intervalo de Confianza para la media de la población.}$$

Las siguientes preguntas se hicieron con el objeto de obtener una noción general y subjetiva del producto; los resultados fueron los siguientes:

Pregunta	Promedio	Desviación estándar
1. ¿Qué le parece el dulzor?	7.7	1.2
2. ¿Le agrada el nivel de acidez del caramelo?	7.5	1.6
3. ¿Le gusta su sabor?	7.8	1.3

De las anteriores preguntas, se obtuvieron las siguientes observaciones:

El nivel del dulzor, la acidez y sabor de acuerdo con la escala de evaluación elegida para esta investigación fue aceptable.

La pregunta núm. 4 del cuestionario, (ver hoja de Encuesta al final de el Apendice) permitió verificar que la consistencia del caramelo es dura y áspera.

La pregunta núm. 5 del cuestionario, (ver hoja de Encuesta al final de el Apendice) nos indicó que el caramelo deja un ligero resabio, no muy perceptible por todas las personas.

Determinación de cenizas

Norma /1.973 OICC.AOAC.

La disposición legal señala que la cantidad de cenizas de caramelo macizo insolubles en ácido, debe ser como máximo de 3%.

El porcentaje de cenizas del caramelo bajo en calorías fue de 2.87%. (La descripción de la técnica empleada se encuentra en el apéndice).

Determinación de humedad

Norma 3E/1.952 OICC.AOAC.

La disposición legal señala que la humedad en caramelo macizo debe ser como máximo 7%.

El porcentaje de humedad del caramelo bajo en calorías fue de 2.5%. (La descripción de la técnica empleada se encuentra en el Apéndice).

C) ANALISIS DE RESULTADOS

Se observó que al ir reformulando, las características del producto mejoraban cada vez en las formulaciones de la núm. 1 a la núm. 4; al llegar a la formulación núm. 5, las características organolépticas de este caramelo eran muy similares a las de uno preparado a base de sacarosa, estas características son:

- o El cuerpo y consistencia del caramelo;
- o El nivel de dulzor; y
- o El tiempo de disolución en la boca.

Aunque también se encontraron algunas variantes con respecto a un caramelo hecho a base de sacarosa, tales como:

- El tiempo de endurecimiento del caramelo bajo en calorías es mayor (dos horas aproximadamente).

- Después de un lapso de 20 días la superficie del caramelo se tornó blanca, probablemente debido a una recristalización de los polioles o a una posible deshidratación de éstos.

De la prueba hedónica se puede deducir que el producto obtenido es aceptable, ya que se considera que a partir de 6.25 puntos es aceptable, y el producto bajo en calorías tiene 7.65 puntos como media teniendo un 91% de aceptación en una población estudiantil.

El intervalo de Confianza obtenido indica que si al ser éste de 7.2 a 8.1 y el mínimo valor de aceptación 6.25, al realizar nuevamente la prueba hedónica la media poblacional siempre será aceptable.

Las preguntas núms. 1, 2 y 3 del cuestionario, indican, de una manera subjetiva, que las características sensoriales de sabor, dulzor y acidez son aceptables.

Con respecto a la humedad del producto terminado, ésta es de 2.5%; y está dentro de los límites establecidos por la disposición legal europea. (Esto debido a que en México no hay norma oficial para caramelo macizo).

La disposición legal para cenizas de un caramelo hecho a base de sacarosa indica como máximo 3%, en el caso que aquí se analizó, el caramelo tiene 2.87% de cenizas. Se puede decir que está dentro del rango establecido por la disposición legal europea para un caramelo hecho a base de sacarosa.

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

Se desarrolló un caramelo macizo bajo en calorías con características de sabor y consistencia similares a las de otro hecho a base de sacarosa; esto es, se logró el objetivo propuesto inicialmente; aunque el producto obtenido presenta algunas diferencias en su elaboración, tales como un mayor tiempo de endurecimiento y la formación de una superficie blanca después de aproximadamente 20 días, por lo que se recomienda, para mejorar el producto, utilizar un material de empaque poco permeable a la humedad, ya que este tipo de productos se ven muy afectados por los cambios de humedad del medio ambiente.

Este producto puede ser elaborado también con otro edulcorante (xilitol), que puede tener algunas ventajas con respecto al sorbitol, en cuanto a cariogenicidad y en poder edulcorante, ya que éste es igual al de la sacarosa; sin embargo, su costo es 10 veces mayor al de la sacarosa.

Este caramelo bajo en calorías está elaborado con dos edulcorantes sustitutos del azúcar, que pueden tener un efecto colateral: producen diarrea osmótica si son consumidos en altas cantidades. Sin embargo, existen algunos estudios que demuestran que hay una adaptación en la mayoría de los humanos, durante un prolongado consumo de altas dosis de xilitol, sorbitol y manitol.

El caramelo macizo bajo en calorías fue aceptado por una población estudiantil que no tiene problemas para el consumo de azúcares (como: diabetes, cariogenicidad o bien deseen controlar su peso); por lo que se concluye que este caramelo tendrá probablemente mayor aceptación en las personas con los padecimientos anteriormente mencionados. Abriendo así una posibilidad de consumo de productos de confitería para estas personas, por tener características adecuadas y confiables.

El caramelo bajo en calorías tiene un costo mayor de cinco veces a un caramelo hecho a base de sacarosa, ya que el sorbitol y el manitol son dos edulcorantes que tienen un precio más elevado que la sacarosa.

No hay perfecto sustituto de la sacarosa, ya que el sabor de un producto elaborado con ésta no se podrá igualar con ningún edulcorante sustituto de sacarosa.

Para obtener un conocimiento más preciso acerca de la estabilidad que tiene el caramelo durante un determinado tiempo, se recomienda hacer una evaluación de su contenido de humedad, durante cierto tiempo, en diferentes condiciones de temperatura, humedad relativa.

APENDICE

A P E N D I C E

Determinación de Humedad

Es indispensable conocer la humedad de la muestra para darle un valor real a la cantidad de los otros componentes; y por otro lado, el dato de humedad está relacionado con la edad y el estado de conservación de la muestra.

Procedimiento: Pesar de 2 a 3 gramos de muestra preparada en un pesafiltro de aluminio con tapa que ha sido previamente pesado después de secarlo 2 h. a 130 ± 3 grados centígrados. Secar la muestra 1 hora a la estufa a 130 ± 3 grados centígrados, con la ventilación abierta. Retirar de la estufa, tapar, dejar enfriar en desecador y pesar tan pronto como se equilibre con la temperatura ambiente.

Cálculo del porcentaje de humedad, que muestra, como pérdida por secado, 130°C .

$$\% \text{ de humedad} = \frac{A - B * 100}{M}$$

M = Peso de muestra

A = Peso pesafiltro más muestra

B = Peso pesafiltro más muestra después de secar a la estufa.

Determinación de cenizas

Las cenizas incluyen todos los compuestos inorgánicos fijos de la muestra, tanto los originales como los de contaminación.

Procedimiento:

Pesar con precisión 5 g. de la muestra en la cápsula, previamente pesada, después de calcinarla 2 hs. a 600°C. Calcinar la muestra; para ello, carbonizar primero con mechero y meter a la mufla, cuidando que la temperatura no se pase de 550°C para evitar que los cloruros se volaticen. Se suspende el calentamiento cuando las cenizas estén blancas o grises (si se observan puntos negros, se humedecen con una gota de agua destilada, se secan en la estufa a 130°C y se vuelven a calcinar). Enfriar en desecador y pesar.

Cálculo del porcentaje de cenizas.

$$\% \text{ de cenizas} = \frac{(\text{Peso cap.} + \text{cenizas}) - (\text{Peso cap. vacía}) * 100}{\text{Peso muestra}}$$

HOJA DE ENCUESTA

1) ¿Qué le parece el dulzor?

Excelente _____
Bueno _____
Regular _____
Malo _____
Pésimo _____

2) ¿Le agrada la acidez del caramelo?

Excelente _____
Buena _____
Regular _____
Mala _____
Pésima _____

3) ¿Le gusta su sabor?

Excelente _____
Bueno _____
Regular _____
Malo _____
Pésimo _____

4) ¿Qué le parece la consistencia?

Dura _____
Lisa _____
Elástica _____
Aspera _____
Gránulosa _____

5) ¿Le deja salgún resabio?

Sí _____ No _____

Indique cual:

Amargo _____
Astringente _____
Picante _____
Otro _____

¿Cuál? _____

6) ¿Le agrada el caramelo?

Me gusta mucho _____
Me gusta _____
Me es indiferente _____
Casi no me gusta _____
No me gusta _____

7) Comentarios: _____

GLOSARIO

GLOSARIO

Alergia: Estado de hipersensibilidad de un individuo a ciertos alimentos, medicamentos y otras sustancias que provoca perturbaciones en la piel, las mucosas y las vías respiratorias.

Anticetógeno: Adj. Que evita la producción de cuerpos cetógenos.

Astringencia: Propiedad sensorial física de algunas sustancias como lo polifenoles, en especial los taninos, que al estimular las terminaciones de la cavidad bucal provoca una sensación ligera de dolor, enjuntamiento, picor y sequedad, que en ocasiones se confunde con el gusto amargo. Se considera que esto se relaciona con la facilidad de los taninos de formar completamente precipitables con las proteínas o la saliva.

Brix, grados: Escala arbitraria para medir densidades de soluciones de azúcares con el aerómetro; cada grado Brix corresponde a 1 g. de sacarosa en 100 ml. de agua.

Cariogénico: Que produce caries.

Carcinógeno: Agente que provoca el cáncer en tejidos activos.

Circulación portal: O de la vena porta. Paso de la sangre venosa desde el conducto digestivo y bazo por el interior del hígado y, finalmente, por las venas hepáticas a la vena cava inferior.

Colateral: Que acompaña, que marcha al lado.

Cremor tártaro: Tártrato ácido de potasio.

Dulce: Uno de los cuatro sabores básicos que se percibe principalmente por los corpúsculos gustativos de las papilas fungiformes de la parte anterior de la lengua, lo provocan los azúcares, los alcoholes y otros compuestos.

Dulzor: Capacidad de las sustancias de producir la sensación de dulzura; medida subjetiva que se efectúa, tomando como referencia la sacarosa, la cual recibe un valor arbitrario de 100 o de 1.

Edulcorantes: Sustancia que produce la sensación de dulzura; los hay de origen natural y sintético.

Epímero: En general, cada uno de los isómeros que sólo se diferencian en la configuración de un centro quiral.

En el caso de los azúcares, isómero que se diferencia de la estereoquímica de -OH de un átomo de carbono diferente al de referencia (el que determina si es L o D).

Higroscópico: Material que absorbe humedad de la atmósfera.

Matágeno: Compuesto que provoca mutaciones en los tejidos animales y vegetales.

Palatabilidad: Cualidad del ser grato un alimento al paladar.

Regaliz: (latino *glycyrrhiza*) y Regaliza, planta leguminosa de raíz medicinal. Zumo de dicha raíz.

Orozuz liconce, planta herbácea vivaz de la familia de las papilionáceas, *Glycyrrhiza glabra* y otras variedades, de cuya raíz y rizoma se obtiene un extracto al 20% con agua caliente que contiene glicirricina (potente edulcorante), flavonoides, isoflavonoides, chalconas, cumarinas y otros; por su intenso sabor dulce con ligera nota a especias se usa como saborizante.

Teratógeno: Compuesto que provoca una malformación de los tejidos embrionarios.

SIGNIFICADO DE SIGLAS

- a.w. = Actividad acuosa.
- F.A.O. = Food and Agriculture Organization.
- F.D.A. = Food and Drug Administration.
- G.R.A.S. = Generalmente reconocidos como seguros.
- I.D.A. = Ingesta diaria alimenticia.
- P/P = Peso/peso.
- P.C. = Peso corporal.
- O.M.S. = Organización Mundial de la Salud.

BIBLIOGRAFIA

1. AMOS, A.J., *Manual de Industrias de los Alimentos*, Ed. Acribia, Zaragoza (España), 1969, pp. 114-115.
2. Anderson, Dibble M.V., *Nutrición y Dieta de Cooper*, Interamericana, México D.F., 1988. 17a. Edición.
3. Badui, Dergal S., *Diccionario de Tecnología de los Alimentos*, Alhambra Mexicana/ UNAM, México D.F.; 1988.
4. Badui, Dergal S., *Química de los Alimentos*, Alhambra Mexicana/ UNAM, México D.F.; 1986.
5. "Bases Teóricas para la Fabricación de Artículos de Confeitería, Industria Alimentaria", *Dulcelandia*, No. 555, año XLVI, pp. 10-11.
6. Belitz, D.H., *Food Chemistry*, Library of Congress Cataloging, Publication Data, U.S.A., 1985, pp. 209-212, 223, 352,-359.
7. Bender, A.E., *Nutrición y Alimentos Dietéticos*, Acribia, Zaragoza (España), 1973.
8. Branen, A.L., Davidson M., y Salminen S., *Food Additives*, Marcel Dekker, Inc., New York, 1989.
9. Codex Alimentario, vol. XIV, *Directrices para una Evaluación Sensilla de la Ingesta de Aditivos Alimentarios*, O.N.U., Roma 1990.

10. Charley, H., *Preparación de Alimentos*, Orientación, S.A. de C.V., 1988, pp. 113-137.
11. Chavolla, A. E., *Anteproyecto de una planta para obtener sorbital industrial*, Tesis UNAM, 1965.
12. Desrosier, N.W., *Elementos de Tecnología de Alimentos*, Continental S.A. de C.V., 1986.
13. *Diabetes Mellitus en Medicina General*, XI Curso Panamericano para graduados, Unidad de Congresos del Centro Médico Nacional del I.M.S.S., (Memorias), abril 1980.
14. *Diccionario Enciclopédico de las Ciencias Médicas*, Mc. Graw Hill, 4a. Ed., Vol. II; 1985.
15. *Disposiciones Legales*, Clasificación Arancelaria, Título IV, Art. 17, Sección 17.04, R.F.A. pp. 4.7.
16. *Enciclopedia Básica*, Tomo VI, Balsa de Consulta Fácil, pp. 70-71.
17. *Enciclopedia Salvat de la Cocina*, Tomo VII, Pamplona, 1972, p. 140.
18. FAO/OMS, *Food Additives Data System, Evaluations by the Joint Expert Committee on Food Additives*, 1984.
19. Pennema, O.R., *Introducción a la Ciencia de los Alimentos*, Revérte, S.A., Barcelona, España, 1985.

20. Firmenich, S.A., *Confectionery Sugarless Candies, Flavor Application Laboratories*, Génève 8.
21. Firmenich, *Technical Bulletin*, no. 8, 1991.
22. "Fundamentos de la Confitería", *Dulcelandia* no. 538, Año XLIV, 1985, pp. 16-17.
23. *Gran Enciclopedia Universal, Quid Ilustrado*, Promexa, México, 1983, pp. 126-127.
24. Hall, C.W., *Encyclopedia of Food Engineering*, 2nd. Edition AVI, Publishing Company, Inc., 1989.
25. Harrison, Thorn, Adams y Petersdor, *Medicina Interna*, Tomo I, 5a. Ed., La Prensa Médica Mexicana, México, 1984.
26. Heras, E.H., *Caramelos y Bombones primeros métodos y materias*, 2a. Ed., Sintex Ronda Universidad, Barcelona, España, 1960, p. 53.
27. Hough, P.V., *Developments in Sweeteners*, *Applied Science* 1979, pp. 69-83.
28. "Ingredients for Sweet Success", *Food Technology*, October 1989.
29. Kalb, B.B., *Papel que desempeña el azúcar en la conservación de productos alimenticios*, Tesis UNAM, 1963.
30. Kreyszig, E., *Estadística Matemática*, Limusa, México, 1983.

31. Meiners, A., Joike H., *Yllesia Confitolene*, Manual no. II, Manual para la Industria de Confitería, W. Germany, 1969.
32. Minifie, B.W., *Chocolate, Cocoa and Confectionery*, AVI Publishing, Company Inc., 2nd. Ed.
33. Nikiforuk, G., *Caries dental, Aspectos Básicos y Clínicos*, Muadi, A.I.C. y F., Buenos Aires, Argentina, 1986.
34. Pedrero, F.D., *Evaluación sensorial de los alimentos*, Alhambra Mexicana, México, 1989, pp. 105-107.
35. Pekka, K., *Carbohydrate Sweeteners in Food Product Development*, Academic Press, New York, 1980.
36. Potter, N., *Ciencia de los Alimentos*, Edutex, S.A., México, 1978.
37. "Reglas básicas para la elaboración de caramelos", *Dulcelandia*, I.A., No. 539, año XLIV, Junio 1985, pp. 13-18.
38. "Sorbitol", *Raquette freres*.
39. Segatore, L., *Diccionario Médico*, Teide, Barcelona, España, 1975.
40. "Sorbitol", Food Departament, Chemicals Division, *Atlas Powder*, Co. Delaware.
41. "Sweet Taste of Success", *Food Technology*, vol. 10, no. 10, 48, Oct. 1988.
42. *The Merck Index*, Merck & Inc., Boston, 1985.

43. Thylstrup, A. *García*, Doyma, Barcelona España, 1986, pp. 130.
44. "Utilización de Materias Primas", *Dulcelandia*, No. 538, año XLIV 2227, Mayo 1985.
45. Valle, V.P., *Toxicología de Alimentos*, Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud, Metepec, México, 1980, pp. 101-106.
46. Vettorazzi, "El desarrollo de los Sucedáneos del Azúcar", *Revista Alimentaria*, Octubre 1986, pp. 17-27.
47. Zolla, C., *Estadística Sabar del Dulce*, Fondo de Cultura Económica, México, pp. 226-249.