

11
21



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

FACULTAD DE QUIMICA

DESARROLLO DE UN CARAMELO
MACIZO PARA REGIMENES ESPECIALES.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
QUIMICA DE ALIMENTOS
P R E S E N T A :
MARIA LILIA FRANCO QUINTERO MARMOL



MEXICO, D. F.

1997.

**TESIS CON
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

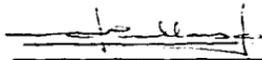
Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

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

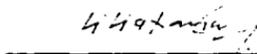
Presidente Prof. VALLE VEGA PEDRO
Vocal Prof. CARREÑO ORTIZ HUGO RUBEN
Secretario Prof. CASILLAS GÓMEZ FRANCISCO JAVIER
1er. suplente Prof. RODRIGUEZ PALACIOS FELIPE DE JESUS
2do. suplente Prof. GIL VIEYRA LETICIA

Sitio donde se desarrolló el tema: Edif. A Lab 4-A
Depto. de Alimentos y Biotecnología
Facultad de Química
UNAM



Asesor

M. en C. Francisco Javier Casillas Gómez



Sustentante

Ma. Lilia Franco Quintero Mármol

**Con todo mi amor para mis papás,
para Manolo y Franqui,
para mi abu y,
para mi abuelito Manuel.**

Agradecimientos:

a la Universidad Nacional Autónoma de México por haberme permitido vivir esta etapa de mi vida y haber concluido la carrera de Química de Alimentos.

al Prof. Francisco Javier Casillas por su tiempo, disponibilidad, accesibilidad y ayuda en el asesoramiento de este trabajo.

a Hugo Carreño y al Prof. Guillermo Molina por todas sus enseñanzas y apoyo.

al Prof. Pedro Valle por la revisión de este trabajo.

a Adriana, Ana, Vanesa, Mónica, Sara, Liz, Sofía, Valentina y Carla por todas las desveladas, las risas, los viajes, los esfuerzos y las experiencias que vivimos juntas.

a Lucy Cornejo por todo su apoyo, animo y alegría que siempre supo transmitirme.

al Sr. Arturo Pulido por toda su ayuda.

a la Compañía Wong's por las determinaciones de humedad, los consejos y la ayuda en la realización de esta tesis.

a Chabe por compartir conmigo todos estos años.

a Diana, Chanis, Laura P. y Laura R. por su amistad.

a Paty López E. y Gladys López R. por su ayuda y enseñanzas.

a Dios por darme la oportunidad de coincidir aquí y ahora.

Temario

1. Introducción	3
2. Justificación	5
3. Objetivos	8
4. Generalidades	9
4.1 Diabetes mellitus	9
4.1.1 Insulina	9
4.1.2 Diabetes mellitus	11
4.1.3 Tipos de Diabetes mellitus	13
4.1.4 Diagnósis y tratamiento	15
4.2 Caries	19
4.2.1 Causas	20
4.3 Confitería	25
4.3.1 Clasificación de los productos de confitería	26
4.3.2 Ing. y aditivos empleados en la elab. de prod. de confitería	27
4.3.3 Caramelo macizo	28
4.3.4 Proceso de elaboración del caramelo macizo	30
4.4 Edulcorantes	32
4.4.1 Definición y clasificación	33
4.4.2 Edulcorantes y diabetes	36
4.4.3 Edulcorantes y caries	39
4.5 Sorbitol	41
4.5.1 Polialcoholes	41
4.5.2 Propiedades del sorbitol	42
4.5.3 Producción comercial del sorbitol	44
4.5.4 Absorción y metabolismo	45
4.5.5 Efectos del sorbitol	48
4.5.6 Valor calórico del sorbitol	51
4.5.7 Prevención de caries por el sorbitol	53
4.5.8 Otras aplicaciones del sorbitol	55
4.5.9 Legislación del sorbitol	55
4.6 Caramelo macizo "libre de azúcar"	57
5. Metodología	59
5.1 Materia prima	59
5.2 Proceso de elaboración del caramelo macizo	59
5.3 Diseño experimental	60
5.3.1 Det. del % de goma arábica a utilizar en el caramelo	61
5.3.2 Det. del % de aspartame a utilizar en el caramelo	61
5.3.3 Det. de las dosis de sabor, ácido y color en el caramelo	62
5.3.4 Evitar la hidratación del caramelo	64

5.4 Evaluación sensorial	64
5.4.1 Prueba protomonadica	64
5.4.2 Prueba de aceptación	65
5.5 Determinación de humedad	66
6. Resultados	67
6.1 Det. del % de goma arábica a utilizar en el caramelo	67
6.2 Det. del % de aspartame a utilizar en el caramelo	67
6.3 Det. de las dosis de sabor, ácido y color en el caramelo	68
6.4 Evitar la hidratación del caramelo	68
6.5 Evaluación sensorial	69
6.5.1 Prueba protomonadica	69
6.5.2 Prueba de aceptación	71
6.6 Determinación de humedad	74
7. Análisis de resultados	75
8. Aspectos mercadológicos	82
8.1 Segmentación	82
8.2 Análisis de la competencia	83
8.3 Análisis de costos	84
9. Conclusiones	87
10. Bibliografía	88
11. Anexo	92
11.1 Especificaciones del sorbitol en polvo	92
11.2 Proceso de elaboración del caramelo macizo tradicional	93
11.3 Prueba protomonadica	94
11.4 Prueba de aceptación	95

1. Introducción...

Los azúcares y los edulcorantes han jugado desde siempre un rol muy importante en la nutrición humana. Históricamente la sacarosa ha sido una fuente de energía de bajo costo para la humanidad, pero en las últimas décadas, esta sustancia ha sido sujeta a grandes controversias sobre su rol nutricional en las cambiantes necesidades dietéticas de las poblaciones industrializadas.

Mucho se ha estudiado y debatido sobre la influencia de este azúcar en problemas de salud como caries dental, obesidad, diabetes, hipertensión, hipoglucemia y, enfermedades del corazón. Esto ha incrementado el número de personas conscientes de la necesidad de substituir este azúcar de manera alternativa, satisfaciendo así su necesidad de consumir edulcorantes sin el riesgo de contraer algún problema de salud. Las consecuencias de todo esto han provocado una expansión en la demanda de los productos bajos o libres de azúcar.

En este sentido y en otros más han surgido los denominados Alimentos para Regímenes Especiales, destinados a un grupo de personas que por determinadas razones no pueden satisfacer de manera usual sus necesidades nutricionales.

Así la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) crearon el Comité de Nutrición y Alimentos para Regímenes Especiales, el cual los define como "aqueños preparados especialmente para satisfacer las necesidades particulares de alimentación determinadas por condiciones físicas o fisiológicas particulares y/o enfermedades o trastornos específicos que se presentan como tal".

Para la industria de la confitería, en donde la sacarosa, por sus propiedades funcionales y su sabor es el ingrediente principal, existe actualmente la demanda de productos para regímenes especiales.

En el pasado se han hecho un gran número de intentos para sustituir a este azúcar tradicional por edulcorantes nutritivos y no nutritivos y crear productos "bajos o libres de azúcar". Los desarrollos en esta rama de la confitería comenzaron en Europa a principios de los años 50.^{1,2} Actualmente se han desarrollado una serie de aditivos alimentarios para la confitería libre de azúcar, permitiendo así expandir este mercado. Existe entonces el reto de formular productos libres de azúcar con características comunes a los productos de confitería tradicionales que permitan un alto crecimiento de la industria confitera.^{3,4}

El caramelo que se propone en este proyecto es un producto hecho básicamente a base de sorbitol y goma arábiga sensorialmente similar a un caramelo duro tradicional, pero con la ventaja de ser para regímenes especiales: apto para diabéticos, bajo en calorías y menos cariogénico.

La sustitución de sacarosa y glucosa en el caramelo no es una tarea sencilla pues estos edulcorantes imparten además del dulzor, cuerpo y viscosidad que difícilmente llegan a ser igualados por otros edulcorantes alternativos, es por eso que es necesario utilizar otros aditivos alimenticios que permitan lograr la textura requerida.

2. Justificación.

Advertir al consumidor que minimice su consumo de sacarosa absteniéndose de botanas y golosinas entre comidas, no suele ser efectivo pues el hombre nace con el deseo de consumir productos dulces. Contrario a lo que se cree, esto es un reacción innata que muestran muchos animales y no se adquiere por el aprendizaje o por el condicionamiento. Es por consecuencia muy difícil resistirse al impulso de comer dulces y es el consumidor quien debe resolver los conflictos entre proteger su salud o gratificar su deseo de dulzor.

La disponibilidad de materias primas para producir confitería "baja en azúcares" ha resuelto el dilema, permitiéndole al consumidor satisfacer sus deseos hedónicos sin sacrificar su salud.¹

El reto de la industria de la confitería ha sido desarrollar y vender productos hechos a base de edulcorantes alternativos que satisfagan las metas de retener hasta donde sea posible las deseables propiedades de la sacarosa y eliminar o minimizar las preocupaciones del consumidor.²

Este trabajo plantea el desarrollo de una formulación de caramelo macizo para regímenes especiales, cuyo ingrediente principal es el sorbitol. Esta sustancia ha sido declarada como GRAS por la "Food and Drug Administration" de los Estados Unidos de Norteamérica y por lo tanto es permitida en alimentos.³ También es autorizado por la Secretaría de Salud en nuestro país el uso del sorbitol en alimentos.

La realización de un caramelo con estas características (bajo para diabéticos, con poca cariogenicidad y bajo en calorías) sensorialmente similar a un caramelo duro "tradicional", se justifica principalmente porque va dirigido a un mercado de

personas diabéticas, las cuales desde un punto de vista psicológico sufren una frustración al no poder ingerir cierto grupo de alimentos, como es el caso de aquellos que contienen elevados contenidos de azúcares.

Es importante recalcar que en nuestro país la diabetes es una de las principales causas de morbilidad y mortalidad y además, que en la Encuesta Nacional de Enfermedades Crónicas realizada por la Secretaría de Salud en 1993 se señala que la prevalencia en individuos mayores de 20 años a este padecimiento es del 6.7%. De estos datos se puede concluir que esta enfermedad ataca a una gran parte de la población mexicana y que además muchos individuos que la padecen son jóvenes.

La magnitud de este problema hace resaltar la importancia que tiene la atención médica de estos pacientes y la importancia de la aplicación de la tecnología de alimentos en el desarrollo de alimentos enfocados a cubrir necesidades específicas de estos individuos. Se espera obtener por lo tanto, un producto que pueda ser consumido por diabéticos y que sea bien aceptado por estos.

Otro motivo que hace indeseable el consumo de azúcar es su alto poder cariogénico. Muchos experimentos en animales "in vitro" y unos pocos estudios en seres humanos han demostrado que el sorbitol es mucho menos cariogénico que la sacarosa, en base a esto este producto resulta tener una menor influencia en el desarrollo de la caries dental y ser un producto más atractivo sobre todo en el caso de los niños.

Además, es importante recalcar, que a pesar de que algunos autores siguen considerando que los alcoholes polihídricos tienen un valor calórico similar al de los azúcares tradicionales, existen algunos estudios que demuestran que al no ser absorbidos completamente en el intestino, generan menos calorías y por tanto los

productos hechos a base de estas sustancias pueden ser considerados "bajos en calorías".⁷

3. Objetivos

Objetivo General:

- **Desarrollar una formulación de caramelo macizo para regímenes especiales sensorialmente similar a un caramelo macizo. "tradicional".**

Objetivos específicos:

- **Obtener un producto con buena aceptación entre los consumidores.**
- **Analizar la factibilidad del producto.**

4. Generalidades

4.1 Diabetes mellitus

4.1.1 Insulina

El páncreas es una glándula larga que se encuentra inmediatamente por debajo del estómago. Está compuesto por dos tipos diferentes de tejidos. Uno está constituido por los acinos que secretan jugos digestivos hacia el intestino. El otro tejido está constituido por los islotes de Langerhans, que secretan hormonas directamente hacia la sangre; esta secreción hacia la sangre es una función endocrina del páncreas, en tanto que la secreción de jugos digestivos es una función exocrina.

El páncreas tiene varios miles de islotes de Langerhans, cada uno de los cuales mide menos de 1mm. Los islotes están compuestos por varios tipos de células, las más importantes son las alfa y las beta. Las células beta secretan la hormona insulina, y las células alfa secretan la hormona glucagón.⁷

La insulina es un polipeptido constituido por dos cadenas de aminoácidos enlazadas por puentes disulfuro.⁷ Apesar de que el efecto más importante de la insulina es disminuir los niveles de glucosa sanguínea, esta también influye en el metabolismo de grasas y proteínas.¹⁰ Sin insulina, el animal o el ser humano no podrían crecer, en parte porque no podrían utilizar más que un pequeño porcentaje de los carbohidratos que ingieren pero también porque sus células no podrían sintetizar proteínas. Además, en ausencia de insulina las células utilizan cantidades extremas de grasa, lo que da por resultado alteraciones debilitantes como pérdida de peso, acidosis e incluso coma.

El efecto más importante de la insulina es fomentar el transporte de glucosa hacia casi todas las células del cuerpo, en especial las musculares, las adiposas y las hepáticas.

La glucosa se combina con una sustancia transportadora en la membrana celular, difundiendo hacia el interior de la membrana, sitio en el que se libera hacia el interior de la célula. La sustancia transportadora se emplea una y otra vez para transportar cantidades adicionales de glucosa. Este proceso de transporte es el de difusión facilitada. La insulina aumenta el número de transportadores de glucosa en las membranas celulares, facilitando el proceso de difusión facilitada.

El transporte de glucosa hacia el interior de las células hepáticas depende de un mecanismo diferente. La membrana de la célula hepática es tan permeable que la glucosa puede difundirse fácilmente a través de la misma incluso en ausencia de transporte facilitado. Sin embargo, puede hacerlo en ambas direcciones, tanto hacia el interior como hacia el exterior de la célula. En presencia de insulina se activan varias enzimas de las células hepáticas, que "atrapan" la glucosa dentro de las células. Estas enzimas son la glucocinasa, que hace que la glucosa se combine con el ion fosfato, y la sintetasa de glucógeno, que a continuación hace que se combinen numerosas moléculas de glucosa entre sí para formar glucógeno, polímero de glucosa de gran peso molecular.

En presencia de grandes cantidades de insulina, el transporte rápido de glucosa hacia las células de todo el cuerpo disminuye la concentración sanguínea de la misma. A la inversa, la falta de insulina hace que la glucosa se acumule en la sangre en vez de entrar en las células. La falta completa de insulina suele producir incremento en la concentración sanguínea de glucosa, desde un valor normal de 90 mg por 100 ml, hasta llegar a 350 mg por 100 ml. Por otra parte, el gran exceso de

insulina puede disminuir la glucosa sanguínea hasta 25 mg por 100 ml, o aproximadamente la cuarta parte de la concentración normal. ⁸

4.1.2 Diabetes mellitus

La diabetes mellitus es un desorden metabólico crónico resultado de una hiposecreción o una hipoactividad de la insulina. Aunque no se conocen las causas básicas de estos efectos se cree que es una degeneración o inactivación de las células beta de los islotes de Langerhans que se desarrolla por herencia de un padre (o algún ancestro) de células beta muy propensas a degenerar. En otras personas se desarrollan anticuerpos contra las células beta que las destruyen, lo que es un ejemplo de proceso patológico autoinmunitario. En otros más se desarrollan a veces anticuerpos contra la propia insulina, que la destruyen antes de que pueda actuar en otros sitios del cuerpo.

Cuando la actividad de la insulina se encuentra ausente o es deficiente, los niveles de glucosa sanguíneos se mantienen muy altos debido a la imposibilidad de la glucosa para entrar en las células. Se pierden grandes cantidades de glucosa por la orina porque los túbulos renales no pueden reabsorber toda la que les llega en el filtrado glomerular cada minuto, facilitando un conveniente ensayo diagnóstico para la enfermedad. El exceso de glucosa tubular también crea una presión osmótica enorme en los túbulos, lo que disminuye la reabsorción de agua. Como resultado, la persona diabética pierde grandes cantidades de agua lo mismo que de glucosa por la orina.

No obstante, a pesar de estos niveles elevados de glucosa, las células "ayunan", ya que se reduce la entrada de glucosa a estas. Por tanto, hay un exceso de glucosa extracelular y una deficiencia intracelular de ella, situación que ha sido

calificada de "hambruna en medio de la abundancia". La hidrólisis de triacilglicerol, la oxidación de ácidos grasos, la gluconeogénesis y la formación de cuerpos cetónicos se aceleran y, en una condición conocida como cetosis, el metabolismo extremadamente rápido de las grasas incrementa a veces la cantidad de cetocidos en los líquidos extracelulares hasta incluso 10 miliequivalentes por litro, lo que es 10 veces lo normal. En ocasiones basta con esto para que el pH de los líquidos corporales caiga desde su valor normal de 7.4 hasta 7.0, y en casos raros hasta 6.9. Este grado de acidosis es incompatible con la vida durante más de unas cuantas horas. La persona respira con rapidez extrema y gran profundidad para expulsar todo el dióxido de carbono, lo que le ayuda a superar la acidosis metabólica, pero a pesar de este mecanismo la acidosis se vuelve a menudo de gravedad suficiente para que la víctima caiga en coma. ^{8, 9, 10, 11, 12}

Los tres signos cardinales de la diabetes mellitus son poliuria, polidipsia y polifagia. El exceso de glucosa tubular previene substancialmente la reabsorción de agua por los túbulos renales, resultando en **poliuria**, un aumento en el volumen de orina, que ocasiona un decremento en el volumen sanguíneo y deshidratación. La deshidratación estimula los centros hipotálamos de la sed, causando **polidipsia**, o sed excesiva. El último signo cardinal, la **polifagia**, se refiere a una hambre excesiva y un alto consumo de alimentos, ya que a pesar de que en la sangre la glucosa se encuentra en altas concentraciones no está disponible y el organismo comienza a utilizar sus reservas de grasa y proteína para su metabolismo energético. ¹⁰

La diabetes prolongada suele dar por resultado desarrollo temprano de aterosclerosis, que subsecuentemente es causa de cardiopatía, lesiones cerebrales u otros trastornos circulatorios. El motivo del desarrollo de aterosclerosis consiste en que, incluso con el mejor tratamiento posible de la diabetes, nunca se puede conservar el metabolismo de la glucosa en un nivel suficientemente elevado para

prevenir el metabolismo excesivo de las grasas y, el depósito de colesterol en las paredes de los vasos sanguíneos siempre es un acompañante del metabolismo rápido de las grasas.⁸ Esta aterosclerosis acelerada conduce a una insuficiencia circulatoria de las piernas, con ulceración crónica y gangrena, y un aumento de la frecuencia de apoplejía e infarto al miocardio.

Aparecen otras complicaciones ligadas a hiperglucemia prolongada que incluyen cicatrización proliferativa de la retina (*retinopatía diabética*), enfermedad renal (*nefropatía diabética*) y, pérdida de la función nerviosa, en particular en el sistema nervioso autónomo (*neuropatía diabética*).⁹

4.1.3 Tipos de diabetes mellitus

Los factores hereditarios juegan un importante rol en la mayoría de los casos de diabetes mellitus. La destrucción de los islotes por infecciones virales está también implicada en algunas formas y, otros casos se deben a una respuesta autoinmune. Se han distinguido dos formas mayoritarias de diabetes mellitus: Tipo I y tipo II.

Tipo I, diabetes mellitus dependiente de insulina o juvenil, que muy frecuentemente aparece de manera súbita antes de los 15 años de vida. Este tipo de diabetes envuelve la destrucción de las células beta de los islotes de Langerhans, que sintetizan y secretan insulina, debido a una respuesta autoinmune causada por una droga o un virus que las destruye selectivamente. Los individuos con diabetes dependiente de insulina, requieren inyecciones diarias de insulina para sobrevivir y deben seguir regímenes de dietas y ejercicios cuidadosamente equilibrados. Sin embargo, fácilmente pueden llegar a tener complicaciones degenerativas, tales como disfunción renal, deterioro nervioso y enfermedad cardiovascular, así como ceguera,

que aparentemente resulta del impreciso control metabólico proporcionado por las inyecciones periódicas de insulina. Este tipo de diabetes es menos común que el tipo II de diabetes y en nuestro país constituye alrededor del 1% de todos los casos.¹³

Tipo II, diabetes mellitus no dependiente de insulina o que aparece en la madurez. usualmente se desarrolla después de los 40 años de vida. Este tipo de diabetes es reponsable de más del 90% de los casos diagnosticados y normalmente se presenta en individuos obesos con una predisposición genética a esta condición. Estos individuos tienen niveles de insulina normales o incluso muy aumentados. Sus síntomas se originan por la escasez de receptores de insulina en las células que normalmente responden a la insulina. En la mayoría de los casos la dieta y el ejercicio por sí solos son a menudo suficientes para controlar este tipo de diabetes. El control de peso es muy importante pues la obesidad por sí sola causa que los receptores de insulina se vuelvan menos sensitivos a la insulina.^{10,14}

La diabetes tipo II o diabetes mellitus no insulino dependiente es el tipo más común. En México la prevalencia en adultos de todas las edades es de 8 - 10 %, pero uno de cada cuatro individuos mayores de 50 años la tienen con cierta predominancia del sexo femenino. Preocupa también la elevada prevalencia de diabetes (5%) en individuos relativamente jóvenes (35 - 45 años). Estas cifras son aún mayores en la población mexicana que emigra a Estados Unidos, donde la prevalencia de diabetes prácticamente se ha duplicado, lo cual quizá se relaciona con los cambios de hábitos de vida, en particular los alimentarios y de ejercicio, que favorecen un incremento en la masa corporal.¹³

4.1.4 Diagn3s y tratamiento

Apesar de que en la diabetes se presentan altos niveles de glucosa en la orina, un ex3men de orina por si solo no puede confirmar que la enfermedad esta presente. La diabetes o la tendencia diab3tica se determinan mediante la prueba de tolerancia a la glucosa. Se administra al paciente una d3sis oral de prueba de 1.0 g por kg de peso corporal, y se analiza su nivel de glucosa sanguinea durante unas pocas horas siguientes (a veces la d3sis de prueba se administra por via intravenosa). Los individuos normales experimentan un moderado incremento de nivel de azucar sanguineo, esta elevacion de la glucosa sanguinea va seguida de un rapido descenso hacia el nivel normal, dentro de un periodo de dos a tres horas. El rapido descenso de glucosa experimentado por los individuos normales se debe a un aumento del ritmo de su utilizacion por los tejidos, inducido por una secrecion incrementada de insulina.

Por otra parte, los diabeticos muestran un incremento mucho mayor de la concentraci3n de glucosa en sangre, que ya inicialmente es superior al normal. Tambien muestran un periodo mas prolongado de hiperglucemia y un descenso m3s lento. Despu3s de la prueba de administraci3n de una d3sis de glucosa pueden tambi3n manifestar glucosuria (aumentada).¹⁴

Por la naturaleza irreversible de sus causas la diabetes mellitus es una enfermedad que hasta la fecha no es curable. Sin embargo es preciso se3alar que se trata de un trastorno que puede controlarse, siempre y cuando se ponga en pr3ctica una serie de medidas. Aunque el grado de control que se puede lograr es variable, en la mayoria de los casos es suficiente para permitir una vida relativamente normal.¹³

Uno de los principales objetivos en el manejo de la diabetes es mantener de forma normal el metabolismo de la glucosa y además prevenir las complicaciones macro- y microvasculares en los pacientes. Los principios del manejo de esta enfermedad presentan tres modalidades:

- Modificaciones en la dieta.
- Incremento en la actividad física.
- Intervención farmacológica con un agente oral hipoglicémico o con insulina.

Una dieta correcta es esencial para todas las personas con diabetes y en muchos pacientes con diabetes del tipo II, la enfermedad puede ser controlada solo con la dieta. El propósito más importante de la dieta es mantener los niveles de glucosa en sangre en rangos normales y prevenir episodios de hiper e hipoglicemia que pueden contribuir a complicaciones crónicas en la enfermedad.

En el manejo de la diabetes, se observa un efecto inmediato en los niveles de glucosa en sangre cuando el individuo comienza con reducir su consumo de calorías. Esto confirma la importancia de aplicar una dieta en donde se establezcan los consumos óptimos de energía para el individuo. En el 50-70% de los casos este control envuelve una restricción en el consumo de calorías con el fin de que el paciente pierda peso.¹⁴ El total de las calorías o cantidad de comida se calcula en forma individual, de tal manera que cubra los requerimientos calóricos según edad, sexo, peso ideal y actividad física que el sujeto desarrolle.

En la última década, las grandes organizaciones nacionales e internacionales de salud coinciden en diseñar y avalar nuevos lineamientos en la dieta aplicables a la población en general, incluyendo a los diabéticos. En resumen se recomienda

consumir mas carbohidratos, de preferencia complejos, excluyendo aquellos rapidamente absorbibles tales como D-glucosa, azucar invertido y los disacáridos. Se sugiere ademas el consumo de alimentos con alto contenido en fibra, con menos proteina, menos grasas saturadas de origen animal, menos colesterol y menos sal, con el objeto de reducir el riesgo de hipertension arterial, aterosclerosis, cardiopatias, hiperglucemia y estreñimiento.¹³

La dieta del diabetico tipo II es en principio una dieta normal, igual a la del individuo sano, que por supuesto debe ser completa, suficiente y equilibrada.¹⁷

Es conveniente mantener un peso ideal, de modo que si la persona necesita perder peso debe seguir una dieta hipocalorica y en casos de desnutrición una hipercalorica.¹³

La pérdida de peso, gracias a la restriccion del consumo diario de energia, juega un papel muy importante en el tratamiento de la diabetes. La perdida de peso corporal puede aumentar la sensibilidad del cuerpo a la insulina y por tanto disminuir los niveles de glucosa plasmatica despues del consumo de alimentos. La perdida de peso en los diabeticos puede ademas incrementar el numero de los receptores de insulina en las membranas de las celulas musculares.¹²

En base a todas estos factores, existe la necesidad de diseñar alimentos que imiten los productos populares en terminos de sabor y textura, pero que ofrezcan significantes ahorros en el consumo de calorías.¹⁵

El ejercicio es otro elemento básico en el tratamiento de la diabetes ya que estan ampliamente comprobados sus efectos sobre funcion cardiovascular, tension arterial, concentracion de lipidos y de mayor sensacion de bienestar en aquellas

personas que lo desarrollan de forma regular. ¹³ Aumentar la actividad física con programas de ejercicio, puede también ser de gran utilidad para reducir peso pero es necesario que sean bajo supervisión médica para prevenir consecuencias adversas. ¹²

Los individuos con diabetes dependiente de insulina requieren inyecciones diarias de insulina para sobrevivir, además de seguir regímenes de dietas y ejercicios cuidadosamente equilibrados. La dosis de insulina requerida para controlar la diabetes varía de un paciente a otro y en el mismo paciente en diferentes tiempos. ⁷

En ocasiones se desarrolla hiperinsulinismo a causa de sobretreatmento de la persona diabética con insulina, o de secreción excesiva de la misma por un tumor de los islotes pancreáticos. En cualquier caso sobreviene una concentración sanguínea baja de glucosa. A su vez, esta produce hiperexcitabilidad del cerebro al principio, y a continuación coma. Las neuronas requieren contar constantemente con glucosa porque no pueden utilizar cantidades importantes de grasas y proteínas para obtener energía. Por tanto, la captación de glucosa por las neuronas, a diferencia de lo que ocurre con otras células, depende sobre todo de la concentración sanguínea de glucosa más que de la cantidad de insulina disponible.

4.2 Caries.

La caries dental figura entre las más significativas de las enfermedades humanas, debido simplemente, a la frecuencia de su aparición. La caries dental (*caries*- del latín, degradación) significa sencillamente la degradación o ruptura de los dientes.¹⁷ Aunque su gravedad, por lo que se refiere a la amenaza potencial para la vida, sea limitada, excepto en raros casos, es preciso considerar ciertas consecuencias importantes.

La caries dental es costosa, el tratamiento por su propia naturaleza demanda elevados niveles de potencial humano, consume tiempo y es exigente. En resumen, la caries dental es gravosa en tiempo y dinero. La caries dental y sus secuelas suelen ocasionar dolor, el cual varía desde la sensación aguda sentida al comer dulces hasta el dolor pulsante asociado con la hipersensibilidad térmica y la inflamación de la pulpa dentaria. Otra característica notable de la enfermedad es su efecto en la estética. La caries dental es desfigurante. Además, tiene implicaciones relativas a la salud en general. La dentadura no sólo es del todo esencial para una buena masticación de los alimentos, de la que deriva la deglución correcta y digestión de los mismo, sino que ciertas enfermedades de los dientes pueden producir efectos sistémicos.

Dicha caries es fundamentalmente una enfermedad microbiana que afecta a los tejidos calcificados de los dientes, empezando primero con una disolución localizada de las estructuras inorgánicas en una determinada superficie dental por medio de ácidos de origen bacteriano, hasta llegar finalmente, a la desintegración de la matriz orgánica.

Es una enfermedad normalmente progresiva y, si no se trata, la lesión aumenta de tamaño, hacia la pulpa dentaria, dando por resultado un creciente grado de dolor y la inflamación de esa pulpa. En último lugar se produce necrosis de esta última y pérdida de la vitalidad del diente.¹⁸

La prevalencia de la caries ha aumentado de manera constante con el avance de la civilización: por ejemplo, los estudios de los cráneos de los antiguos griegos muestran que aproximadamente por el tiempo de nacimiento de Jesucristo, 10% de esa población estaba afectada. Para el año 1000, después de Cristo, esta proporción se elevó a 20% y en la actualidad en la mayoría de las llamadas civilizaciones occidentales avanzadas, la cifra se aproxima a 100%.

En todas las principales naciones industrializadas la extensión de la enfermedad crece con la edad, con mas rapidez en la niñez y la adolescencia, pero todavía en forma constante durante la edad adulta. Aparte de la edad y el avance de la civilización, muchos otros factores influyen en la incidencia y prevalencia de la caries dental en las poblaciones. Entre estos factores se incluyen los hábitos dietéticos, raza, ubicación geográfica, sexo, antecedentes familiares y tratamiento recibido.¹⁹

4.2.1 Causas.

La caries dental es una enfermedad polifactorial. Numerosos autores han reconocido y descrito el proceso de la caries como dependiente de las relaciones mutuas de tres grupos importantes de factores microbianos, del sustrato y propios del sujeto afectado.

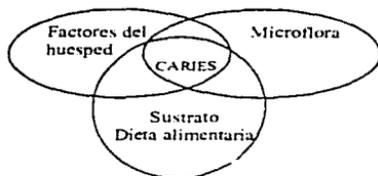


Fig. 1 Principales factores implicados en el proceso de la caries dental.

Microflora.

En la boca, la presencia de la placa bacteriana (masa bacteriana adherente que se desarrolla con preferencia en la superficie dental) es esencial para la producción del daño, ya que el metabolismo bacteriano es el que produce el ácido a partir de los alimentos y la consistencia de esta placa es la que ayuda a detener el ácido en contacto con el diente, protegiendo el efecto diluyente y amortiguador de la saliva.

Estos microorganismos principalmente los estreptococos del tipo viridans, en particular la especie conocida como *Streptococcus mutans* y algunas cepas de lactobacilos y de actinomicetos son cariogénicos en animales y en el hombre. La cariogenicidad esencial de estos microorganismos recae en sus propiedades acidógenas, es decir, su habilidad para producir ácido con rapidez a partir de carbohidratos, también en que estas bacterias son acidúricas, por que la mayoría pueden crecer y multiplicarse mejor en un ambiente ácido y, en su protección a adherirse y proliferar sobre las superficies dentales.

La mayor parte de los microorganismos cariogénicos tienen también la habilidad, a través de la posesión de los sistemas enzimáticos necesarios, de sintetizar grandes cantidades de polisacáridos extracelulares a partir de los azúcares dietéticos. Estos polisacáridos, en su mayoría polímeros de la glucosa (es decir, glucanos de complejidad variable), constituyen la parte principal de la matriz interbacteriana de la placa dental. Los polisacáridos de la placa son sustancias adherentes, gelatinosas que pueden ayudar a las bacterias a adherirse al diente y a adherirse unas con otras, afectando la permeabilidad característica de la placa, influyendo así en la velocidad en la cual la saliva neutraliza o diluye el ácido formado en las profundidades de la placa y además, hacen más lenta la difusión desde el diente, de los productos de disolución del mineral.

La placa genera metabolitos bacterianos que, asociados a ciertos materiales exógenos, se concentran en ella. Este ecosistema bacteriano es lo que permite que las influencias destructoras de las bacterias cariogénicas se concentren sobre zonas específicas en la superficie del diente.

Disolución ácida.

Está perfectamente establecido el hecho de que los dientes se descalcifican en presencia de ácidos. Cierta número de experimentos *in vitro* han demostrado que el esmalte dental se desmineraliza cuando se suspende en un tubo de prueba que contiene ácido reducido hasta un pH 4 - 5.5. El calcio y el fósforo procedentes del diente disueltos se pueden recuperar de la solución ácida.

Existen estudios sobre las propiedades acidógenas (productoras de ácidos) de cierto número de bacterias orales. Tales bacterias crean el mencionado ambiente ácido al convertir los carbohidratos en productos finales orgánicos, como los ácidos láctico, pirúvico, acético, butírico y propiónico. Los ácidos orgánicos producidos por las bacterias de la placa son capaces de disminuir el pH en la superficie entre la placa y el esmalte a unos niveles en que pueda tener lugar la desmineralización, disolviendo los cristales de apatita que constituyen aproximadamente el 95% de la composición del esmalte. Estos niveles bajos del pH persisten durante algún tiempo. La presencia de la placa dentobacteriana también impide, en la superficie del diente, la acción de lavado y la acción amortiguadora de la saliva.

Después de la ingestión de carbohidratos fácilmente fermentables, en particular aquellos de bajo peso molecular como los azúcares, glucosa y sacarosa, el pH en la placa bacteriana cae a 4,5 o 5 en 1 - 3 minutos y toma 10 - 30 minutos para regresar a la neutralidad. Administraciones subsiguientes de carbohidratos pueden deprimir aún más el pH.

Cuando se elimina sistemáticamente la placa de la superficie del diente, mediante técnicas de higiene oral estrechamente controladas y una profilaxis profesional, se consigue que la incidencia de la caries se reduzca considerablemente a un nivel próximo a cero.

Carbohidratos.

Los carbohidratos de la alimentación son el sustrato para la producción de ácido y para la síntesis de polisacáridos extracelulares en la placa. La cariogenicidad relativa de los diferentes carbohidratos depende de la frecuencia de su ingestión, de

su forma física (las sustancias adherentes, retentivas, como los chiclosos son peores) y de su composición química.

Carbohidratos complejos como el almidón no son digeridos a un grado significativo en la boca. Las sustancias de bajo peso molecular, especialmente los azúcares son más peligrosos debido a que pueden difundirse fácilmente en la placa y ser metabolizados con más rapidez por las bacterias.

La sacarosa que es el azúcar que más se consume en la alimentación moderna, permite a los microorganismos cariogénicos sintetizar polisacáridos extracelulares con mayor rapidez que con cualquier otro azúcar, más aprisa incluso que con mezclas equivalentes de sus constituyentes fructosa y glucosa. Esto podría deberse a que la energía liberada de la ruptura del enlace disacárido se utiliza con ayuda de las glucosiltransferasas bacterianas, para sintetizar los complejos glucanos a partir de la glucosa. La fructosa es incorporada en los fructanos del tipo levano, los cuales no son demasiado estables en su estructura química y pueden ser metabolizados a ácidos con bastante rapidez.

La placa bacteriana también sintetiza y almacena polisacáridos intracelulares del tipo del glucógeno a partir de los azúcares de la alimentación. Ambos polisacáridos intra y extracelulares, pueden ser utilizados como sustratos para la producción de ácido en los periodos en que no hay alimentos en la boca. Por tanto, es tan importante eliminar las bacterias limpiando los dientes, como restringir la ingestión de carbohidratos.^{17, 18}

4.3 Confiteria.

El desarrollo de la confitería en el mundo se ha dado de forma paralela al desarrollo del azúcar. En el siglo XX, con el aumento del nivel de vida, continuó el auge de esta rama de la Industria Alimentaria, hasta llegar a nuestros días en que se ha alcanzado un alto grado de perfección en la elaboración de productos muy variados, de alta calidad, atractiva apariencia y sabor agradable.

La confitería describe todo un espectro de productos dulces y toma diferentes significados en base al país en el que sea usado este término. Dentro de los productos de confitería se pueden considerar aquellos que son elaborados con azúcar como ingrediente principal u otros azúcares comestibles tales como glucosa, fructosa, etc., junto a una serie de productos alimenticios que incluyen harinas, huevo, chocolate, grasas, aceites, zumos de frutas, etc. Estos productos se elaboran generalmente en instalaciones modernas con equipos de producción.

Los edulcorantes son el componente más importante de los productos de confitería, pues contribuyen en gran parte en el dulzor, textura, estabilidad microbiana, sabor, color y apariencia general de estos.

Actualmente dentro de la industria alimentaria, la confitería constituye un segmento de gran versatilidad en cuanto a conceptos, formulaciones, presentaciones, colores, sabores y, texturas. Los avances tecnológicos se han expandido creando una gran variedad de ingredientes disponibles que permiten mejorar las características de estos productos y hacer uso de la creatividad, innovando en cuanto a texturas, formas y sabores.¹⁹

4.3.1 Clasificación de los productos de confitería

Los productos de la industria confitera se clasifican con base en un gran número de criterios, inclusive estas clasificaciones varían de un país a otro.

En base a que la confitería consiste en productos caracterizados por su contenido de azúcar, a continuación se presenta una clasificación basada en la proporción que existe de sacarosa / glucosa, edulcorantes comúnmente empleados en esta industria, dentro de los productos.

Tipo de producto	Sacarosa / Glucosa	Humedad final (%)
Cajeta	50 / 50	20
Caramelo duro	70 / 30	2
Caramelo suave	60 / 40	8
Chicloso de leche	50 / 50	8
Chocolate	85 / 15	1
Comprimidos	95 / 5	1
Crema	70 / 30	14
Fondant	80 / 20	12
Fudge	70 / 30	7
Goma de mascar	85 / 15	4
Gomitas de agar	50 / 50	24
Gomitas de gretetina	50 / 50	22
Gomitas de pectina	50 / 50	22
Helados	88 / 12	70
Jarabes	80 / 20	32
Malvavisco	40 / 60	16
Mazapan	90 / 10	3
Nougat	55 / 45	8
Palanqueta	70 / 30	2

20

Tomando como base las industrias productoras de confites en México, podemos tener la siguiente clasificación:

Tipo de industria	Productos
Industria del dulce	<ol style="list-style-type: none"> 1. Caramelo macizo (con o sin leche) 2. Caramelo suave (con o sin leche) 3. Caramelo relleno (con o sin leche) 4. Malvaiscos 5. Gomas 6. Semilla confitada 7. Caramelo suave confitado 8. Dulce dietético
Industria del chicle	<ol style="list-style-type: none"> 1. Goma de mascar confitada 2. Goma de mascar sin confitar 3. Goma de mascar con relleno 4. Goma de mascar dietética
Industria del chocolate	<ol style="list-style-type: none"> 1. Chocolate golosina macizo y relleno 2. Chocolate de mesa 3. Chocolate en polvo 4. Chocolate dietético

21

4.3.2 Ingredientes y aditivos empleados en la elaboración de productos de confitería.

Existe una gran variedad de productos de confitería y como se pudo observar anteriormente, las clasificaciones dependen principalmente de los ingredientes utilizados en su elaboración. Los ingredientes esenciales incluyen azúcar, jarabe de maiz, azúcar invertido, saborizantes, acidulantes y colorantes, pero existen además un sinnúmero de aditivos que permiten crear productos con nuevas características y que resultan mas atractivos para el consumidor.

Todos los ingredientes y aditivos empleados en confitería cumplen con una función específica dentro de la formulación. A continuación se presenta la lista de algunos aditivos alimentarios que pueden ser usados en la industria confitera:

Aditivos empleados en la elaboración de productos de confitería.	
Acidulantes	Emulsificantes
Aerantes	Enzimas
Antimicrobianos	Espesantes
Antioxidantes	Elastómeros
Aglutinantes	Gelificantes
Antiaglomerantes	Lubrificantes
Agentes de batido	Material de carga
Agentes humectantes	Plastificantes
Agentes compactantes	Potenciadores de sabor
Colorantes	Reguladores de pH
Educorantes	Saborizantes
	Secuestrantes

4.3.3 Caramelo macizo

Técnicamente este caramelo es una mezcla de sacarosa y jarabe de glucosa cocinada a altas temperaturas hasta lograr una masa con las siguientes características:

1. Estructura no-cristalina. Al contrario de lo que pudiese pensarse no posee una estructura sólida cristalina sino que se trata de una solución de estructura amorfa, pero apariencia cristalina gracias a sus propiedades físicas y químicas. En esencia este caramelo presenta una falta de organización en sus cristales debida a la alta concentración de azúcar.
2. Con un contenido extremadamente bajo de humedad residual (1 - 3 %) y un equilibrio relativo de humedad (EHR) por abajo del 30%, que puede resultar en una marcada tendencia a absorber humedad de la atmósfera.

3. Después del cocinado, los dos ingredientes mayoritarios, sacarosa y jarabe de glucosa, se acompañan por una cantidad variable de azúcar invertido, el resultado de la inversión parcial de la sacarosa que toma lugar durante el proceso de cocción.

Además de la sacarosa y el jarabe de glucosa que principalmente generan la típica textura del caramelo macizo, se ocupan otras materias primas, mencionadas anteriormente, que son usadas para satisfacer los gustos de los consumidores y agregarle valor al producto terminado.^{22, 23} A continuación se muestra la formulación porcentual típica de un caramelo duro o macizo:

Ingredientes	%
Sacarosa	69.25
Jarabe de glucosa (42 D.E.)	29.68
Acidulante (opcional)	0.90
Saborizante	0.13
Colorante	0.04
Total:	100.00

20

Tipos de caramelo macizo...

El caramelo duro o macizo puede ser engranado (opaco) o no engranado (de apariencia cristalina). La formulación, las temperaturas de cocción y el contenido final de humedad son factores determinantes en el tipo de caramelo elaborado.²⁴

En algunos productos del tipo no engranado es indeseable el engranamiento del caramelo. Los siguientes factores provocan una desestabilización de la estructura amorfa de un caramelo duro, tendiendo este a engranarse y a perder su apariencia cristalina:

- Balance incorrecto de sacarosa / jarabe de glucosa.
- Un mal control de la materia prima.
- Humedad elevada del caramelo.
- Presencia de semilla de cristalización en los cocedores.
- Almacenamiento inadecuado (elevada humedad y/o elevada temperatura).²⁹

4.3.4 Proceso de elaboración de caramelo macizo.

A continuación se presenta el diagrama de flujo de un proceso de elaboración de caramelo duro comúnmente utilizado en la industria de la confitería:

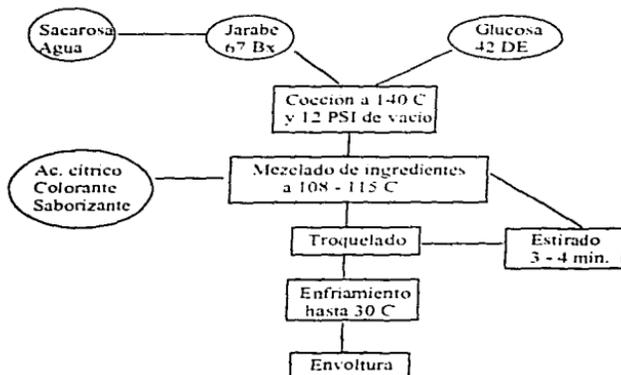


Fig. 2 Proceso de elaboración del caramelo macizo tradicional.

En la industria de la confitería se utilizan además del proceso anteriormente esquematizado , algunos otros en los que se hace uso de diferentes equipos. entre estos algunos ofrecen mayores ventajas que otros como se muestra a continuación:

Diferentes procesos de cocción para la elaboración de caramelo duro con diferentes equipos.

Método de cocción	Temperatura (°C)	Tiempo de cocción (min)	Azúcar invertido (%)	Temperatura a la salida (°C)
Fuego directo a presión atmosférica	150 - 155	30 - 35	4 - 8	150 - 155
Fuego directo con vacío	135 - 140	20 - 25	2 - 3	105 - 110
Cocción con vacío y agitación	140 - 145	12 - 15	1 - 6	110 - 115
Cocedor con serpentín de cobre	140 - 145	1 - 2	0.5 - 2.5	115 - 120
Cocedor de capa delegada o fina HTST	148 - 152	0.08 - 0.13	< a 0.3	130 - 135

20

4.4 Edulcorantes.

Una ventaja de la sacarosa y otros edulcorantes tradicionales es su habilidad para proveer de una rápida fuente de energía, dando al organismo un gran número de calorías. Desafortunadamente, esta ventaja se ha convertido en desventaja desde que nuestra sociedad se ha vuelto más sedentaria y un exceso en el consumo de calorías se considera por lo menos, parcialmente responsable de obesidad y otros problemas de salud. Otra desventaja de estos edulcorantes tradicionales es que promueven caries.²⁴

Desde los años 50's se han estudiado los efectos de la dieta en la salud, observándose que un alto consumo de carbohidratos, especialmente azúcares, provoca un gran número de enfermedades. El rol de la sacarosa en la incidencia de caries dental ha sido también un tema que ha despertado inquietud. Actualmente se recomiendan ciertos cambios en la dieta, incluyendo reducciones significativas en el consumo de azúcares.

Todo esto ha traído como consecuencia el desarrollo comercial de una gran variedad de sustitutos de sacarosa o edulcorantes alternativos como comúnmente se les conoce.²⁵ El número de los diferentes edulcorantes que se usan en los alimentos y las bebidas en México se ha incrementado dramáticamente en los últimos cinco años, cubriendo la necesidad de generar alimentos con un reducido contenido de energía y que no produzcan caries.

4.4.1 Definición y clasificación.

Los edulcorantes son aquellas sustancias capaces de generar un sabor dulce. Para que un edulcorante sea aceptado para el uso comercial, debe de cumplir con los siguientes requisitos:

- Debe ser seguro y aprobado para su uso por la Secretaría de Salubridad. (No debe ser alergénico, mutagénico, carcinogénico o tener algún otro efecto tóxico para el organismo.)
- La sensación de dulzura y el perfil de sabor debe ser aceptable y apropiado para la aplicación.
- Debe ser química y térmicamente estable, soportando así las condiciones de proceso, almacenamiento y distribución.
- Debe ser metabolizado normalmente o excretado sin cambio alguno.
- Debe ser competitivo en su contribución de costo en la aplicación.

Los siguientes requisitos deben ser también cumplidos para algunas aplicaciones en donde así lo requiera:

- Debe contribuir significativamente con menos calorías al producto que el azúcar. (En productos bajos o en calorías o reducidos en calorías.)
- El edulcorante no debe promover caries dental. (para aplicaciones donde esto sea importante.)²⁶⁻²⁷

Los edulcorantes se pueden dividir en dos categorías: edulcorantes de relleno, los cuales generalmente dan calorías y edulcorantes intensos no calóricos (aquí es importante mencionar que algunos edulcorantes de intensidad como por ejemplo el

aspartame, tienen un valor calórico pero es tan pequeño que resulta despreciable.) A continuación se presentan ejemplos de estos edulcorantes:

Relleno	Intensidad
Fructosa	Sacarina
Xilitol	Cielamato
Sorbitol	Aspartame
Mannitol	Acesulfame-K
Maltitol	Sucralosa
Lactitol	Alitame
Polidextrosa	Esteviosido

Los edulcorantes de intensidad no contribuyen en el cuerpo, viscosidad o **textura** de alimentos y bebidas, y deben ser mezclados con edulcorantes nutritivos o algún otro agente de relleno que genere las propiedades requeridas. Además, existen muchas posibilidades de combinar dos o más edulcorantes en un producto.²⁵

Durante la formulación de una gran variedad de productos, el simple **reemplazo** de la sacarosa con algún edulcorante alternativo es inadecuado. En confitería, por ejemplo, la sacarosa y otros edulcorantes tradicionales tienen además de propiedades endulzantes, propiedades funcionales similares a las de la sacarosa. Los edulcorantes de relleno son entonces sustancias que permiten llenar el espacio que ocupaba el azúcar y algunos además contribuyen con otras propiedades funcionales. A este grupo como se mostró en el cuadro anterior pertenecen la celulosa, polidextrosa, las maltodextrinas y los polialcoholes o alcoholes polihídricos (sorbitol, manitol, xilitol, etc.)²⁶

Los edulcorantes de relleno proveen de cuerpo y **textura** en alimentos en donde se ha sustituido la sacarosa. El agente de relleno ideal sería aquel que no fuera ni digerible, ni absorbible en su paso por el intestino y por lo tanto no generara calorías, un modelo que actualmente no existe.²⁹

Los edulcorantes de intensidad tienen dulzores altísimos con respecto al de la sacarosa, a continuación se presenta una lista de los principales edulcorantes y sus dulzores relativos:

Poder edulcorante comparativo de algunos compuestos

Lactosa	0.4
Dulcitol	0.4
Neozucrar	0.5
Sorbitol	0.5
Maltosa	0.5
Galactosa	0.6
D-glucosa	0.7
Manitol	0.7
Glicina	0.7
Azúcar invertido	0.8
Glicerol	0.8
Sacarosa	1.0
Xilitol	1.0
D-fructosa	1.1
Ciclamato	30 - 80
Glicirricina	50 - 100
Dulcina	70 - 350
Aspartame	100 - 200
Clorosacarina	100 - 350
Acesulfame K	130 - 200
5-Metilsacarina	200
Sacarina sodica	200 - 700
Esteviosido	300
Dehidrochalcona	350
Filodulcina	400
Glucosidos Fruta Lo-Han	400
1-Bromo-5-Nitroanilina	700
Hernandulcin	1000
Neohesperidina	2000
Monelina	2250
Taumatina	2500
5-Nitro-Propoxilnitilina	4000

Podemos también clasificar a los edulcorantes en base a su metabolismo en aquellos que son una fuente de energía (edulcorantes nutritivos) y aquellos que no lo son (edulcorantes no nutritivos), considerando también en esta división aquellos cuyo metabolismo es independiente de insulina y aquellos en los que su metabolismo no lo es, como es el caso de la sacarosa.

Clasificación metabólica de los edulcorantes.

Nutritivos		No nutritivos
Dep. Insulina	No Dep. Insulina	Aspartame
Sacarosa	Fructosa	Sacarina
Glucosa	Sorbitol	Ciclamato
Lactosa	Manitol	Acesulfame K
	Xylitol	Taumatina
	Maltitol	

4.4.2 Edulcorantes y diabetes.

La glucosa, sacarosa y algunos almidones que son rápidamente absorbibles, causan rápidos cambios en la concentración de la glucosa sanguínea y eso provoca rompimientos en el control metabólico del diabético. Por lo tanto el consumo de estas sustancias se encuentra restringido en la dieta de un paciente diabético.³¹

Los lineamientos dietéticos para pacientes con diabetes mellitus generalmente recomiendan la ingestión de alimentos con un alto contenido en carbohidratos complejos (polisacáridos) y limitan el consumo de carbohidratos simples (mono- y disacáridos) para mejorar el control de la glucosa plasmática. Estas recomendaciones se basan en la creencia de que los azúcares simples se digieren mucho más rápido que

los azúcares complejos y por tanto provocan un incremento en los niveles de glucosa sanguínea.

La dulzura es una propiedad de muchos alimentos y, existe evidencia de que si el consumo de sacarosa se restringe como parte del tratamiento al diabético, la mayoría de los pacientes sienten la necesidad de consumir edulcorantes alternativos. Por lo tanto parece apropiado usar edulcorantes no-glucémicos o muy poco glucémicos para preparar productos especiales para diabéticos. Tradicionalmente se considera el uso de los edulcorantes de intensidad como la sacarina, ciclamato, o aspartame para este propósito. Estos compuestos no tienen ningún efecto deteriorativo en el control diabético.

Indudablemente estos edulcorantes son muy utilizados en el endulzamiento de bebidas (café, té, refrescos). Sin embargo la incorporación de este tipo de edulcorantes en alimentos sólidos provoca una gran cantidad de problemas técnicos. En productos normales, la sacarosa representa una considerable porción del cuerpo del alimento y su remplazo por edulcorantes no-nutritivos en ciertos productos especiales para diabéticos requiere la adición de agentes de relleno, como por ejemplo grasa y o almidones.

Los pacientes diabéticos tienen una predisposición a enfermedades macrovasculares y tienen instrucciones de restringir su consumo de grasa, por lo tanto los productos con elevados contenidos de grasa no son recomendados. La adición de almidón, por otro lado, incrementa la respuesta glucémica del alimento y elimina las ventajas glucémicas y calóricas que se espera obtener al utilizar un edulcorante de intensidad. Como mejor alternativa en la preparación de alimentos de este estilo, deben utilizarse edulcorantes de relleno, que sean permitidos para los diabéticos.³²

Como se mencionó existen edulcorantes de relleno como la fructosa, el sorbitol y el xylitol cuyo metabolismo es independiente de insulina y además se absorben de manera más lenta que la glucosa, causando entonces cambios muy pequeños en la concentración de la glucosa sanguínea. Estos edulcorantes son permitidos para diabéticos. A continuación se presenta una tabla con algunos edulcorantes de relleno y su relación con algunas enfermedades comunes:

Uso de fructosa, sorbitol y xylitol en algunas enfermedades

Enfermedad	Glucosa	Sacarosa	Fructosa	Sorbitol	Xylitol
Diabetes	-	-	±	±	±
Hiperlipidemia	±	±	±	±	-
Hipoglucemia postprandial	-	-	±	±	-
Intolerancia a la fructosa	-	-	-	-	±
Intoxicación alcohólica	-	+	+	-	-

+ Permitido - Contraindicado ± Permitido como sustituyente de otros nutrientes calóricos

No existe ninguna razón para restringir el uso de los edulcorantes alternativos en la dieta diabética, y esto permite crear una gran cantidad de alimentos y bebidas aptos para diabéticos, con lo cual cubrir la necesidad de estos individuos. Esto es particularmente útil para ayudar a los niños diabéticos que se sienten socialmente discriminados, pues tienen que evitar las botanas dulces entre comidas.¹¹

Varios estudios han demostrado que un alto porcentaje de individuos que padecen diabetes desean alimentos dulces en su dieta y por lo tanto utilizan los edulcorantes alternativos. Pero es importante tomar en cuenta que las personas con diabetes ingieren mayores cantidades de edulcorantes sustitutos que el resto de la población y entonces es muy importante tomar en cuenta el resultado de efectos colaterales, el riesgo y la seguridad al ingerir estas sustancias son muy importantes.

Ninguno de los edulcorantes disponibles es "ideal" en el sentido de que todos están asociados con alguna desventaja. Por ejemplo el aspartame que no deja un resabio amargo, como la sacarina, no puede ser calentado sin que pierda dulzor, además ni el aspartame, ni la sacarina proveen del cuerpo necesario en algunos productos para obtener la textura apropiada. La fructosa por ejemplo, provee de cuerpo pero genera calorías. Afortunadamente, los consumidores pueden elegir entre todas las opciones, con el fin de obtener aquel edulcorante que satisfaga mejor sus necesidades.⁷

4.4.3 Edulcorantes y caries

Una de las principales enfermedades dentales que afectan al hombre es la caries dental. Y existe gran evidencia de que los azúcares son los principales causantes de este problema.¹²

Uno de los estudios para reducir la caries dental ha sido reducir la frecuencia de contacto de la sacarosa con la placa dental, substituyendo la sacarosa por algún edulcorante no metabolizable. Estos edulcorantes no deben ser disponibles como substrato para la síntesis de la placa dental por los microorganismos.

Numerosos estudios han demostrado convincentemente que una substitución parcial de la sacarosa por algún edulcorante alternativo no cariogénico ha traído consecuencias benéficas en la salud dental. Ninguno de los alcoholes polihídricos, ampliamente usados como substitutos de azúcares ha mostrado ser metabolizado significativamente por la microflora de la placa dental, ni producir cambios en el pH de la placa dental ya sea *in vitro* o *in vivo*.²⁸

Sin embargo es poco probable que un alimento que contenga un sustituto de sacarosa gane aceptación si su sabor y su textura son peores al equivalente de sacarosa o si es mas costoso. Numerosas personas no están dispuestas a cambiar sus hábitos dietéticos para evitar una caries dental que pueda presentarse en los meses o en años venideros. ¹⁷

Aspecto dental de algunos edulcorantes

Edulcorante	Dulzor rel a sacarosa	Formación de ácido bacterial	Formación de glucan insoluble	Formación de caries
Sacarosa	1	Rápida	Si	Abundante
Sorbitol	0.5	Lenta	No	Escasa, solo en fisuras
Xylitol	1	Ninguna	No	Ninguna
Lactitol	0.3	Lenta	No	Escasa, solo en fisuras
Maltitol	0.8	Lenta	No	No hay datos
Almidon modificado	0.3 - 0.4	Lenta	No	Escasa, solo en fisuras
Jarabe alta fructosa	0.9	Rápida	No	Abundante
Isomaltulosa	0.3	Lenta	No	Escasa, solo en fisuras
Aspartame	180	Ninguna	No	Ninguna
Sacarina	350	Ninguna	No	Ninguna

4.5 Sorbitol

4.5.1 Polialcoholes.

Los polialcoholes son derivados de carbohidratos cuyos únicos grupos funcionales son los grupos hidroxilos, por lo que son hidrosolubles e higroscópicos y presentan viscosidades moderadas cuando se disuelven en agua a elevadas concentraciones. Aunque existen numerosos polialcoholes, solo unos pocos son importantes en los alimentos, como el propilenglicol ($\text{CH}_2\text{OH}-\text{CHOH}-\text{CH}_2$), glicerol ($\text{CH}_2\text{OH}-\text{CHOH}-\text{CH}_2\text{OH}$), sorbitol y manitol ($\text{CH}_2\text{OH}-(\text{CHOH})_4-\text{CH}_2\text{OH}$). Con algunas excepciones, como ocurre con el propilenglicol, la mayoría de los polialcoholes se encuentran en la naturaleza.

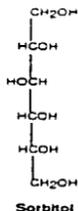


Fig. 3 Estructura química del sorbitol.

A las estructuras polihidroxilo de estos compuestos se deben sus propiedades ligantes de agua cuando se adicionan a los alimentos. Las funciones específicas de los polialcoholes son: control de la viscosidad y la textura, uso como sustancias de relleno, retención de humedad, reducción de la actividad del agua, control de la cristalización, mejora o retención de la pastosidad, mejora de las propiedades de

rehidratación de los alimentos deshidratados y uso como disolventes de compuestos aromáticos.

Los azúcares y los polialcoholes son compuestos similares, salvo que los azúcares contienen grupos aldo o ceto (libres o combinados) que afectan negativamente a su estabilidad química sobre todo a elevadas temperaturas. Muchas de las aplicaciones de los polialcoholes en los alimentos se deben a la concurrencia simultánea de propiedades funcionales de azúcares, proteínas, almidones y gomas. Los polialcoholes son de sabor dulce pero menor que el de la sacarosa, mientras que los de cadena corta son ligeramente amargos a concentraciones elevadas.¹¹

La manufactura de confitería "baja o libre de azúcares" ha sido posible debido al desarrollo de nuevas materias primas, como es el caso de los alcoholes polihídricos. Estos polialcoholes son producidos industrialmente por hidrogenación de su correspondiente azúcar reductor. Este proceso abre la estructura cíclica del azúcar, dándole a estas sustancias propiedades únicas.³

4.5.2 Propiedades del sorbitol.

Los polialcoholes en general tienen un calor endotérmico de solución considerablemente alto, comparado con los azúcares, y por lo tanto producen un efecto refrescante en la boca al ser consumidos.

El sorbitol, así como otros polialcoholes, debido a la ausencia de grupos carbonilos libres, no va vía las reacciones de Maillard, pues no reacciona con los aminoácidos y es más estable térmicamente que sus correspondientes mono y

disacáridos, soportando temperatura. de más de 200 °C durante su cocinado y por lo tanto no presentan reacciones de oscurecimiento.

Los polialcoholes son también mas resistentes a la degradación microbiana que los azúcares, siendo menos cariogénicos. Las vías metabólicas de la mayoría de los polialcoholes son relativamente independientes de insulina, pudiendo ser usados en confitería para diabéticos.

Presentan además una alta tendencia a humectarse y es por esto que son considerados buenos humectantes. Son menos dulces que sus azúcares correspondientes y tienen puntos de ebullición mas altos que la mezcla sacarosa - jarabe de glucosa, por tanto necesitan ser llevados a temperaturas de cocción mucho más altas para obtener los contenidos de sólidos deseados.^{1, 34}

A continuación se presenta una tabla con algunas propiedades de la sacarosa y los polialcoholes:

Propiedad	Sacarosa	Sorbitol	Mannitol	Xylitol	Lactitol	Isomalt
Poder edulcorante	1	0.6	0.6	1	0.35	0.45
Calor de solub. (cal g ⁻¹)	- 4.3	- 28	- 29	- 36.5	--	--
Energía (kcal g ⁻¹)	4	4	<4	<4	2	2
Potencial cariogénico	Alto	Bajo	Bajo	No	No	No
Apto para diabéticos	No	Si	Si	Si	Si	Si
Laxante a (g día ⁻¹)	--	50 - 75	20	50 - 70	70 - 80	20 - 30
Peso molecular	42	182	182	152	344	368
Hieroscopiaidad	Alta	Alta	Baja	Alta	Baja	Baja
Reacción de Maillard	Si	No	No	No	No	No
Estabilidad.	a pH = 7	quím term	química	química	pH = 3-7	química
Punto de fusión	96 - 97	165 - 168	93 - 94.5	115 - 25	145 - 50	
Solubilidad en agua (g (100 ml) ¹ T amb	Alta (66)	Alta (75)	Baja (18)	Alta (63)	Alta (149)	Baja (25)

1.26

De todos los polialcoholes, el sorbitol es un compuesto comercial con mayores posibilidades de uso por sus extraordinarias características, pues toma y acrecenta las ventajas de los productos a los que física o químicamente se parece: de un monosacárido, su sabor dulce refrescante, de un polialcohol de bajo peso molecular, su higroscopicidad, de un disacárido, su baja o nula toxicidad, etc. reuniéndose ventajosamente en un solo compuesto muchas propiedades deseables y adecuadas a las más diversas industrias.¹¹

El sorbitol, además de ser edulcorante, tiene además propiedades plastificantes. Su propiedad de retener humedad sirve para mantener los productos de confitería por períodos largos de tiempo.²⁴

El sorbitol es termoestable por arriba de los 250 °C. Por lo tanto ningún efecto de oscurecimiento o descomposición pueden ocurrir durante su cocinado en la producción de confitería "baja en azúcares".¹

El sorbitol se encuentra disponible como una solución al 70% y como polvo cristalino. El sorbitol cristalino es polimórfico con al menos tres formas: α (amorfo), β (inestable) y γ (estable). La forma inestable es mucho más higroscópica que las otras dos formas.²

4.5.3 Producción comercial de sorbitol.

El sorbitol, aislado por primera vez en 1872 por Joseph Boussingault, un químico francés, se encuentra extensamente distribuido en la naturaleza. Se encuentra presente en una gran cantidad de frutas y en la vegetación marina. En el

sistema manífero, este compuesto se encuentra presente en sangre portal, en vesículas seminales y en el plasma, donde es indudablemente un metabolito normal.

Apesar de que el sorbitol se encuentra en cantidades significativas en frutas, no es comercialmente económico extraerlo de estas fuentes. Por lo tanto se produce primariamente a partir de la hidrogenación de glucosa a 120 - 160 °C a una presión de 70 - 140 atm en presencia de níquel, como catalizador.¹⁴

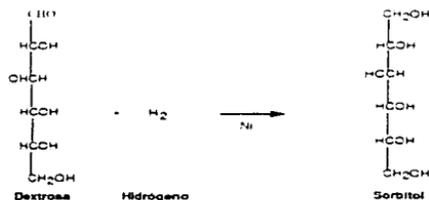


Fig. 4 Producción comercial de Sorbitol por hidrogenación.

4.5.4 Absorción y metabolismo

El sorbitol ha venido siendo usado como agente edulcorante para diabéticos desde que se reportó a fines de la década de 1920 que al consumir cantidades moderadas de este, causaba únicamente un pequeño e insignificante aumento en las concentraciones de azúcar en la sangre.¹⁴

En los últimos años, se han realizado excelentes investigaciones del metabolismo del sorbitol que permitieron determinar que la absorción del sorbitol ocurre de manera muy lenta por difusión pasiva y debido a esta lentitud grandes dosis de este compuesto no son completamente absorbidas, provocando diarrea osmótica cuando se ingieren elevadas concentraciones de esta sustancia. Debido a su lenta absorción, las concentraciones de sorbitol en sangre una vez que se consume oralmente son muy pequeñas.

Las enzimas necesarias para el metabolismo del sorbitol se encuentran en cantidades considerables únicamente en el hígado. Por lo tanto otros tejidos pueden utilizar el sorbitol para producción de energía solamente después de que es convertido en glucosa.³¹

En los mamíferos, el sorbitol se oxida a fructosa por la enzima sorbitol deshidrogenasa, que es entonces metabolizada por la vía fructosa-1-fosfato. La primera reacción de esta vía envuelve la conversión de fructosa en fructosa-1-fosfato por la fructoquinasa. En contraste con la correspondiente enzima del metabolismo de la glucosa, la glucoquinasa, la actividad de la fructoquinasa no es dependiente o no es regulada por la insulina. Posteriormente la fructosa-1-fosfato es dividida por la aldolasa B del hígado en fosfato de dihidroxiacetona y gliceraldehído. La fosfato de dihidroxiacetona se metaboliza en piruvato o en glucosa y glucógeno, dependiendo del estado metabólico del organismo.³⁴

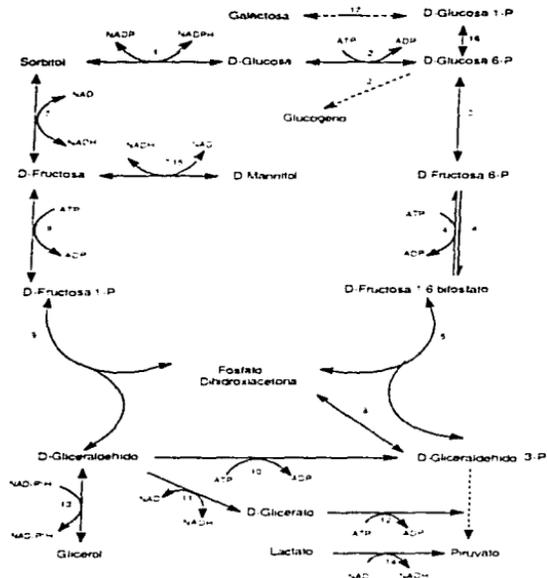


Figura 5. Diagrama esquemático del metabolismo hepático del sorbitol.¹⁴

El sorbitol se absorbe de manera mucho más lenta en el intestino que la sacarosa o la glucosa por la falta de un transporte activo. Por lo tanto la absorción ocurre exclusivamente por difusión pasiva, gracias a un gradiente de concentración.

La porción absorbible de sorbitol, que representa aproximadamente del 40 - 60 % de la dosis ingerida, se metaboliza eficientemente en el hígado hasta llegar como se observa en el esquema anterior hasta glucógeno, glucosa, ácido láctico, ácidos grasos y triglicéridos o, es completamente oxidada a CO_2 y H_2O en el ciclo de los ácidos tricarbónicos.

La porción no-absorbible del sorbitol se fermenta por la flora intestinal principalmente en los ácidos grasos: acetato, propionato y butirato. Estos productos finales de la fermentación se absorben casi completamente y son metabolizados por el organismo por las vías metabólicas normales. Con la excepción de la utilización de glucógeno y glucosa que se forman a partir del sorbitol en pequeñas cantidades, todas las vías metabólicas que sigue el sorbitol son insulina-dependientes.⁷

4.4.5 Efectos del sorbitol.

Efectos gastrointestinales colaterales como flatulencia y diarrea ocurren generalmente al consumir dosis excesivas de carbohidratos de lenta absorción, como la lactosa, y de polialcoholes. La gravedad de estos síntomas dependen del individuo, de la dosis consumida, del modo de ingestión y, la existencia del algún período anterior de adaptación, y aun no es claro si esta adaptación es causada por un incremento en la absorción de la absorción del polialcohol o por una adaptación de las bacterias del colon a fermentarlo.^{7, 28}

Los límites de tolerancia varían considerablemente con cada individuo, debido parcialmente a las diferencias en la capacidad de absorción. Se han encontrado malabsorciones de 7 % y 30 % con 10 g de sorbitol ingerido en humanos. Y se ha observado que síntomas indeseables aparecen a partir de 40 g día de sorbitol.²⁸

Debido a esto, algunas organizaciones consideran que la aceptación de los polialcoholes como edulcorantes, no debe ser considerada como una aceptación de uso ilimitado en todos los alimentos y sugieren que se incluya en aquellos productos que contengan estas sustancias: notas tales como: "el consumo de mas de 20 g/persona/día de polialcoholes puede tener un efecto laxante".⁷

En relación a que el sorbitol se aplica en productos alimenticios para diabeticos, existe preocupacion pues numerosos estudios han demostrado que el desarrollo de cataratas en los ojos de ratas diabeticas, es el resultado de una acumulación de sorbitol en los cristalinos. Considerando dichas observaciones, se sospecha que la ingestión de sorbitol puede ayudar a que se produzcan lentopatias; sin embargo esta acumulación de sorbitol se debe principalmente al aumento en la concentración de glucosa sanguínea en el humano, o en animales. Aparentemente, la glucosa entra en las celulas del cristalino, donde debe ser convertida en sorbitol por la acción de la enzima aldosa reductasa. Debido a que las celulas del cristalino son prácticamente impermeables al sorbitol, hay una acumulacion de este polialcohol y se cree que esto sea la causa principal en el desarrollo de cataratas.

En base a esta impermeabilidad y a que en sangre periférica los niveles de sorbitol son muy pequeños (aún despues de ingerir dosis masivas), no es de esperarse que el sorbitol exógeno contribuya en este problema. En efecto, experimentos con ratas diabeticas han demostrado que el sorbitol que proviene de la dieta no tiene ningún efecto sobre los niveles de sorbitol que se encuentran en los cristalinos. Por lo tanto no existen indicaciones de que el sorbitol ingerido de manera oral contribuya en la ocurrencia de estas lentopatias diabeticas.⁷

El sorbitol también puede provocar cambios en el metabolismo hepatico intermediario después de su administracion parenteral. La polioldehidrogenasa, que

cataliza la conversión de sorbitol en fructosa, utiliza NAD como coenzima. Durante la oxidación de sorbitol, el NAD se reduce a NADH y el estado redox de las células hepáticas cambia a un estado reducido. Esto se refleja en las concentraciones de algunos metabolitos que son convertidos entre ellos por deshidrogenasas utilizando NAD como coenzimas. Por ejemplo la proporción de lactato piruvato se incrementa así como la proporción de β -hidroxibutirato oxalato. La administración parenteral de cantidades elevadas de sorbitol pueden provocar, así como la fructosa, cambios en adenin-nucleótidos hepáticos y otros metabolitos. Después de una toma oral, la absorción de sorbitol es tan lenta, y su concentración en sangre portal tan pequeña que resulta altamente improbable que esta pueda causar alguna alteración significativa en el metabolismo hepático intermediario. Por lo tanto desde un punto de vista metabólico, el consumo oral de sorbitol es seguro.¹¹

Después de una administración parenteral de cantidades elevadas de fructosa, sorbitol y xylitol, se han reportado que hay un incremento en las concentraciones plasmáticas de lactato. A esto se le atribuye acelerar la glucólisis al menos después de la administración de fructosa. Después de la administración de sorbitol o xylitol los cambios en el estado redox hepático favorecen la conversión de piruvato en lactato, que también incrementa la producción de lactato en el flujo sanguíneo. A pesar de los considerables cambios que se encuentran después de una administración parenteral, no se ha encontrado que la ingestión oral de fructosa, sorbitol y xylitol tenga algún efecto en los niveles de lactato plasmáticos.

En animales experimentales, la infusión de fructosa, sorbitol y xylitol se ha encontrado que incrementa las concentraciones plasmáticas de ácido úrico. Esto podría deberse parcialmente a la degradación de adenin-nucleótidos hepáticos, pero la inhibición de excreción de ácido úrico por el lactato puede también contribuir a este efecto. Incluso, en humanos, se ha encontrado que la infusión de fructosa

incrementa los niveles plasmáticos de ácido úrico y la excreción de este ácido. La administración oral de estos edulcorantes no tiene ningún efecto en los niveles plasmáticos de el ácido úrico.

Incrementos en las concentraciones plasmáticas de bilirrubina y transaminasas se han reportado despues de la infusión de cantidades elevadas de fructosa, sorbitol o xylitol. Estos cambios indican algun tipo de daño en el hígado, pero deben ser parcialmente debidas a la infusión de soluciones hipertónicas y no específicamente atribuidas a los azúcares o a los polialcoholes. No obstante una larga ingestión oral de estos compuestos no ha causado ningún daño en hígado.³¹

4.5.6 Valor calorico del sorbitol.

Los polialcoholes tienen aproximadamente el mismo calor de combustión o el mismo contenido de energía que los azúcares comunes pero estos no se digieren, absorben o metabolizan de la misma forma, y por consiguiente proveen de menos energía al consumidor.

En la practica, la energía que provee un alimento (energía metabolizable, EM) se estima por la determinación de sus proteinas, lípidos, carbohidratos y su contenido de etanol, donde los factores apropiados se asignan a cada uno de estos nutrientes (4, 9, 4 y 7 kcal/g respectivamente). La suma de los valores individuales de los cuatro macronutrientes da un aproximado de la energía metabolizable del alimento.

El valor energetico de los alcoholes polihidricos o de cualquier carbohidrato en la dieta depende de:

- La cantidad del carbohidrato que se absorbe, después de la hidrólisis, si este no es un monosacárido.
- El grado al cual el cuerpo metaboliza el carbohidrato absorbido.
- La cantidad no absorbida del carbohidrato que llega al intestino largo y es subsecuentemente fermentada por las bacterias, generando metabolitos que pueden ser absorbidos.

La fermentación, que se lleva a cabo en el intestino grueso, del alimento que escapa a la digestión y absorción en el intestino delgado, es un proceso común en animales y humanos. Las bacterias del colon utilizan este alimento como un sustrato para su crecimiento y mantenimiento. Además de producir masa celular, estas bacterias producen ácidos grasos de cadena corta, ocasionalmente ácido láctico, dióxido de carbono e hidrógeno, algunas veces metano y calor. Establecer la cantidad de energía perdida por las bacterias en este proceso es muy importante para el caso de los polialcoholes, pues la energía en forma de metabolitos puede ser absorbida por el epitelio del colon y ser utilizada por el huésped. Sin embargo, la cuantificación de esta ganancia de energía para el huésped es muy difícil de estimar.¹⁶

Recientemente se le han dado valores calóricos a los polialcoholes de 4 kcal/g. Sin embargo, un creciente número de estudios en animales y humanos han demostrado que estas sustancias son absorbidas y metabolizadas de manera incompleta y como resultado, ha venido siendo más y más aceptado que los polialcoholes tienen un valor calórico menor que por ejemplo la sacarosa o la glucosa.

Las autoridades en materia alimentaria han tomado nota del valor calórico reducido de los polialcoholes y entonces, no será sorprendente que en un futuro un

valor calórico de 2,4 kcal/g sea determinado para estas sustancias. En Suiza, se permite la aplicación de un valor calórico de 2 kcal/g para algunos polialcoholes.⁷

4.5.7 Prevención de caries dental por el sorbitol.

Los prerrequisitos para el desarrollo de la caries dental incluyen una caída del pH a menos de 5,5, un carbohidrato fermentable y la formación de la placa. El sorbitol, manitol y otros polialcoholes se aceptan como que son menos cariogénicos que la sacarosa. Algunos estudios han demostrado que los azúcares y los polialcoholes se comportan diferente en relación a sus productos de degradación, su influencia en las propiedades físicas, la composición química de la placa y la saliva, y su condición para el metabolismo microbiano; por lo tanto en su disponibilidad como sustrato por la microflora oral.

Se ha estudiado la producción de ácidos después de la ingestión de sacarosa, sorbitol, manitol y xylitol, encontrándose que la ingestión de sacarosa resulta en una inmediata producción de ácido y una caída del pH, en cambio el sorbitol, manitol y xylitol produce una mucho menor caída del pH, que además se mantiene por arriba del valor crítico de 5,5. Esto confirma el que estas sustancias sean consideradas menos cariogénicas.¹⁴

La mayoría de los microorganismos orales carecen de la posibilidad enzimática de utilizar el sorbitol. Una excepción importante es el *Streptococcus mutans*. La mayoría de las cepas cariogénicas de este microorganismo pueden ser distinguidas de los otros estreptococos orales homolácticos, por su capacidad para utilizar el sorbitol. Sin embargo, la fermentación del sorbitol, aún por el *S. mutans* es

lenta y por eso se registra una pequeña caída en el pH de la placa, luego de la ingestión del sorbitol, en comparación con la rápida caída cuando se usa sacarosa.

Después de una incubación prolongada (22 hr.) de la placa con sorbitol, se han registrado valores de pH 3.9 - 5.5 (Mäkinen y Virtanen, 1978). La lenta velocidad de fermentación del sorbitol, permite que el ácido se difunda de la placa a una velocidad casi igual a la de formación. De todas maneras, la utilización del sorbitol por los microorganismos les provee un sustrato que puede contribuir a su supervivencia, pero no directamente a su cariogenicidad.

Los experimentos de Cornick y Bowen (1972) en monos, alimentados con una dieta conteniendo 30 g de sorbitol por día, indicaron que esta sustancia no era carcinogena, cuando se daba en lugar de sacarosa. Los resultados después de dos años, indicaron que el sorbitol no ayudo a la implantación o continuidad del *S. mutans* en la placa. La producción ácida de la placa permaneció a bajo nivel, indicando una no adaptación de la flora al sorbitol. Al final de 3 años, solamente un animal tuvo caries, con solo dos lesiones pequeñas. Los monos alimentados con sacarosa desarrollaron múltiples lesiones extensas durante este período.

No hay estudios clínicos a largo plazo en seres humanos evaluando el sorbitol como preventivo de la caries. Las pocas pruebas clínicas de productos con sorbitol, indicaron una modesta reducción de caries por goma de mascar (Poulsen 1973) y por el uso de las tabletas masticables conteniendo sorbitol.³⁷

4.5.8 Otras aplicaciones del sorbitol.

El sorbitol es permitido para ser usado como agente antiapelmazante, agente de secado, emulsificante, edulcorante para diabéticos, agente de firmeza, saborizante, humectante, lubricante, edulcorante nutritivo, secuestrante para algunos metales multivalentes, estabilizante, espesante y texturizante.¹

Existe gran versatilidad en el empleo de este polialcohol. Las principales industrias que lo emplean son la Industria Farmaceutica (como edulcorante de jarabes y tabletas, como vehiculo y como excipiente), Industria Cosmética, Industria Textil, Papelera, Tabacalera, Fotografica, Tipografica y la Petrolera entre otras.^{14, 15}

4.5.9 Legislación del sorbitol.

El sorbitol ha sido confirmado como aditivo GRAS (Generally Recognized as Safe) y debe ser usado en los alimentos a niveles que no excedan las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM). Las BPM permiten el uso de este polialcohol en los siguientes niveles máximos:

Caramelo duro y pastillas para la tos	99%
Goma de mascar	75%
Caramelo suave	98%
Mermeladas y jaleas	30%
Postres lácteos congelados	17%
Otros alimentos	12%

La protección para el consumidor en cuanto a que esta sustancia es laxante es dada por la FDA. Y de acuerdo a sus lineamientos, los productos alimenticios en donde el sorbitol sea uno de los principales ingredientes, deben declarar que un consumo excesivo del producto (mas de 20g/día) puede tener un efecto laxante.^{34, 38}

Con respecto a la legislación mexicana, en los Lineamientos del Reglamento de la Ley General de Salud en materia de Control Sanitario de Actividades, Establecimientos, Productos y Servicios, expedido por la Subsecretaría de Regulación y Fomento Sanitario de la Secretaría de Salud, se establece que aquellos productos que se presume razonablemente que alcanzan un consumo diario de 50 gramos o más de sorbitol, deberán especificar el contenido en gramos del mismo por 100 g del producto y además la leyenda: "CONTIENE SORBITOL; EL ABUSO DE ESTE EDULCORANTE PUEDE CAUSAR EFECTOS LAXANTES".³⁹

4.6 Caramelo macizo "libre de azúcar".

Por muchos años el Sorbitol ha sido el único alcohol polihídrico utilizado en la producción de confitería "libre en azúcar", y apesar de que actualmente existen otras materias primas para este proposito, el sorbitol es entre estas, la materia prima mas utilizada, pues dentro de los polialcoholes el sorbitol es el que es mas lentamente absorbido en el intestino, teniendo ademas un limite de tolerancia a la laxitud mayor.²

Sin embargo el uso unicamente de sorbitol en los productos de confitería causa un gran número de problemas tecnologicos como:

- Diferencias en viscosidad, comparadas con la mezcla sacarosa + jarabe de glucosa.
- Alta higroscopicidad del sorbitol.
- Recristalización a altos contenidos de solidos.

Debido a las desventajas que trae consigo la utilizacion de sorbitol, es necesario utilizar aditivos alimentarios auxiliares que permitan obtener las texturas requerida segun el producto de confitería del que se trate.¹

Para conseguir la textura deseada en el producto se utilizo un hidrocoloide, cuyas propiedades espesantes ayudarian a obtener una mayor viscosidad en el caramelo y por lo tanto una textura similar a la del caramelo macizo tradicional. El hidrocoloide seleccionado fue la **goma arábica**, la cual es un heteropolisacarido muy ramificado formado por una cadena principal de unidades de β -galactopiranosas a la cual se le unen residuos de L-ramnopiranosas, de L-arabinofuranosas y de acido glucurónico; su peso molecular varia entre 250 000 y un millón, y en su estado natural es una molecula compacta.⁴⁰ Se seleccionó esta goma por su alta solubilidad

en agua (hasta 50%), ya que en el caramelo existe muy poca agua y por la baja viscosidad que esta goma desarrolla.

Existe informacion acerca de un proceso para la elaboracion de caramelo macizo utilizando alcoholes polihidricos, en donde se reporta que para producirlo se cocinan soluciones del polialcohol hasta obtener contenidos de humedad muy bajos (1 - 2 %) seguidas de enfriamiento, moldeado y empaclado. La temperatura a la cual se cocina el caramelo varia entre los 155 - 170 °C dependiendo del polialcohol del que se trate. Ademas se reporta que se necesitan severas condiciones de vacio cuando se utilizan estas sustancias solas y por ultimo debe tenerse en mente que la solubilidad de estos alcoholes influencia fuertemente la cristalizacion y el engranamiento.¹¹

No existe evidencia de que los polialcoholes se necesiten en cantidades mucho mayores por su menor dulzor con respecto a la sacarosa. Su poder edulcorante es usualmente menor que el de la sacarosa pero generalmente no es existe la necesidad de agregar algun edulcorante de intensidad como el aspartame o la sacarina, para igualar el dulzor.²⁻⁷

5. Metodología.

5.1 Materia prima.

A continuación se presenta una tabla con las diferentes materias primas utilizadas en la elaboración del caramelo macizo y su procedencia, así como la función que desempeñan en la elaboración de los caramelos:

Materia Prima	Función	Procedencia
Sorbitol en polvo*	Edulcorante de relleno	Comexport S. A. de C. V.
Goma arábica	Hidrocoloide	Química Barsa
Ácido cítrico	Acidulante	Baker
Sabor líquido	Saborizante	Firmenich
Color (Rojo 40)	Colorante	Mane México
Aspartame	Edulcorante	Droguería Cosmopolita
Dióxido de silicio	Antihumectante	Comexport S. A. de C. V.

* Ver Anexo para especificaciones.

5.2 Proceso de elaboración del caramelo macizo.

Para la elaboración del caramelo macizo se siguió un proceso basado en la elaboración a nivel laboratorio del caramelo tradicional a base de glucosa y sacarosa y en el proceso reportado en la literatura de elaboración de caramelos macizos a base de sorbitol.²⁹ A continuación se presenta el diagrama de flujo del método seguido:

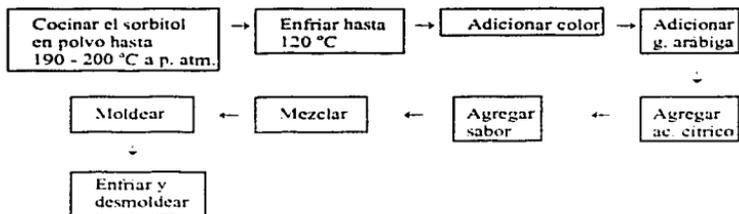


Fig. 6 Proceso de elaboración del caramelo macizo para regímenes especiales.

5.3 Diseño experimental.

Para lograr el diseño de la formulación del caramelo propuesto en este proyecto se trabajó en cuatro bloques de experimentación que a continuación se presentan:

1. Determinación del porcentaje de Goma Arábica a utilizar en el caramelo.
2. Determinación del porcentaje de Aspartame a utilizar en el caramelo.
3. Determinación de las dosis de sabor, ácido y color en el caramelo.
4. Evitar la hidratación del caramelo.

5.3.1 Determinación del porcentaje de Goma Arábica a utilizar en el caramelo.

El sorbitol tiene propiedades plastificantes, sin embargo este no genera una textura adecuada para el caramelo macizo si se utiliza de manera aislada y es por esto que es necesario emplear un aditivo como la goma arábica que sirva como texturizante. A continuación se presenta el diseño experimental seguido para determinar el % idóneo de este hidrocoloide en el producto:

% Goma	0	0.05	0.1	0.15	0.25	0.5	1.0	1.5
Muestra	A	B	C	D	E	F	G	H

Estas pruebas se realizaron únicamente para observar la textura que se generaba en el caramelo al adicionar la goma al sorbitol, por lo tanto únicamente se elaboraron caramelos muestra a base de sorbitol y goma arábica.

Se prepararon diferentes soluciones de goma con el propósito de incorporar perfectamente la goma al sorbitol, pues se había observado anteriormente que al agregar la goma en polvo esto provocaba graves problemas de mezclado y de incorporación, aún cuando esta se mezclaba inicialmente con otros ingredientes en polvo.

5.3.2 Determinación del porcentaje de Aspartame a utilizar en el caramelo.

Apesar de que no existe evidencia de que los polialcoholes se necesiten en cantidades mucho mayores por su menor dulzor con respecto a la sacarosa o que exista la necesidad de agregar algún edulcorante de intensidad como el aspartame o la sacarina, para igualar el dulzor, se decidió probar diferentes concentraciones de

aspartame, adicionándolo en polvo, para buscar igualar el dulzor de el caramelo propuesto en este proyecto y los caramelos tradicionales. A continuación se presenta el diseño experimental seguido para determinar el % idóneo de Aspartame en el producto:

% Aspartame	0	0.1	0.15	0.2	0.25	0.5
Muestra	I	J	K	L	M	N

5.3.3 Determinación de las dosis de sabor, ácido y color en el caramelo.

Para determinar las dosis de sabor, ácido y color a utilizar en el caramelo se partió de la formulación porcentual típica del caramelo tradicional.²⁰

- Sabor: Las dosis a utilizar del saborizante dependen de la concentración de este, pero suelen usarse en concentraciones que varían de 0.01 - 0.2 %. Para el sabor empleado se probaron las siguientes concentraciones:

% Saborizante
0.010
0.020
0.030
0.040
0.050
0.075
0.100

- **Acido:** Por la naturaleza del sabor se utilizó ácido cítrico y para determinar la concentración idónea en el caramelo se probaron las siguientes concentraciones tomando como base la recomendada en la formulación típica porcentual mencionada anteriormente.

% Acidulante
0.50
0.75
0.90
1.00

El ácido cítrico se incorporó a la mezcla en polvo procurando integrarlo muy bien para evitar que no se distribuyera uniformemente.

- **Color:** Se utilizó colorante rojo 40, procurando dar al caramelo un tono rosa claro, por lo tanto se utilizaron concentraciones muy bajas de este colorante. Se preparó una solución 1:20 del colorante con agua y se probaron las siguientes concentraciones para dar el tono deseado:

% Colorante
0.00025
0.00050
0.00100

5.3.4 Evitar la hidratación del caramelo.

Una vez que se obtuvo la formulación deseada en el caramelo, se observó que los caramelos se hidrataban, afectando esto a su forma y apariencia. Por lo tanto se busco experimentar con diferentes concentraciones de un antihumectante (Dioxido de Silicio). Esta sustancia se agrego en polvo directamente a la mezcla.

% Antihumectante
0.050
0.075
0.100
0.200

5.4 Evaluación Sensorial.

Una vez que se diseño la formulación del Caramelo Macizo para Regímenes Especiales se evaluó el producto con consumidores y para este fin se realizaron dos pruebas sensoriales del tipo afectivo.

5.4.1 Prueba protomonadica

El objetivo de esta prueba fue comparar el caramelo macizo para regimenes especiales contra un caramelo macizo tradicional con iguales características de sabor y color.

La prueba protomonádica es una técnica cuantitativa de investigación de mercados en donde es posible evaluar dos productos, combinando una prueba monádica con una de comparación pareada. Gracias a esta prueba es posible conocer el porcentaje de aceptación total y, algunas características de los atributos a evaluar en el producto. Por lo tanto se obtiene información tanto de aceptación como de preferencia.⁴²

Fue posible comparar el producto obtenido con otro de sabor, color y porcentaje de ácido similares pero elaborado a base de sacarosa y glucosa (Ver anexo para elaboración del caramelo macizo tradicional), con el objeto de determinar si se había obtenido un caramelo con características similares al tradicional pero con la ventaja de ser apto para diabéticos, menos cariogénico y bajo en calorías. (Ver Anexo para cuestionario utilizado en la prueba sensorial).

5.4.2 Prueba de aceptación

El objetivo de esta prueba fue localizar el nivel de agrado o desagrado que provocaba el caramelo propuesto y uno con iguales características pero de tipo comercial.

La prueba de aceptación ("Prueba Hedónica") localiza el nivel de agrado o desagrado que provoca una muestra específica en el consumidor. Esta prueba se realiza con jueces - consumidores y es posible presentar una o más muestras. Se utiliza una escala no estructurada o estructurada, en este caso se utilizó una escala estructurada de nueve puntos.⁴³

Se probaron dos muestras: el caramelo obtenido en este proyecto y uno de tipo comercial marca "sorbee". Las características en cuanto a sabor y color eran diferentes, pero la formulación de ambos caramelos es similar. (Ver anexo para cuestionario.)

5.5 Determinación de humedad.

Por las características del producto la determinación de humedad del caramelo se realizó apartir de un método de destilacion y este método fue el de arrastre con Tolueno⁴⁴. A continuación se describe la técnica seguida:

1. Pesar suficiente muestra y colocarla en un matraz de destilación de 250 ml.
2. Cubrir con aproximadamente 75 ml de tolueno. Tapar el matraz con un receptor Bidwell-Sterling conectado a un condensador en posición de reflujo.
3. Destilar y medir la cantidad de agua destilada.
4. Cálculos: % Humedad = $(\text{g agua} / \text{g muestra}) \times 100$

La determinación de humedad se realizó a varias muestras por duplicado para poder observar el incremento de esta conforme aumentaba la vida de anaquel del producto y a un producto comercial, con el fin de tener un punto de comparación. Las muestras son las siguientes:

- Caramelo comercial "sorbee"
- Caramelo para regimenes especiales. (1 día de elaborado, empacado)
- Caramelo para regimenes especiales. (17 días de elaborado, empacado)
- Caramelo para regimenes especiales. (17 días de elaborado, no empacado)
- Caramelo para regimenes especiales. (30 días de elaborado, empacado)

6. Resultados

6.1 Determinación del % de Goma Árábica a utilizar en el caramelo.

Se observó que no era posible eliminar la goma arábica de la formulación pues de hacerlo, el caramelo difícilmente endurecía y tenía una textura chiclosa. Hubo que hacer soluciones de goma arábica para lograr una buena incorporación de esta en el producto, pues si se agregaba en polvo, se formaban grumos y provocaba que el caramelo no tuviera una apariencia del todo cristalina. De modo que al adicionarla en forma de solución, el caramelo presenta una apariencia cristalina, similar a la del caramelo tradicional.

En general todas las concentraciones empleadas de Goma Arábica, desde 0.05 hasta 1.5 % generaban una textura de caramelo macizo, pero conforme aumentaba la concentración de este hidocoloide el producto tendía a oscurecerse ligeramente (esta tonalidad fácilmente se tapaba con el colorante) y tardaba un poco más para endurecer.

Por lo tanto por costos y debido a que con todas las concentraciones de goma arábica se lograba una buena textura se eligió el % de 0.05.

6.2 Determinación del % de Aspartame a utilizar en el caramelo.

Se evaluaron diferentes porcentajes de aspartame y en todos los casos se observó que el dulzor obtenido era muy alto, inclusive a concentraciones muy bajas de este edulcorante y, el sorbitol por sí solo generaba un dulzor adecuado. Por lo

tanto se decidió eliminarlo de la formulación, lo cual contribuiría notablemente a disminuir el costo del producto.

6.3 Determinación de las dosis de sabor, ácido y color en el caramelo.

Por la naturaleza del sabor empleado y el perfil que se buscó darle a este caramelo, se eligieron las siguientes dosis de sabor, ácido y color:

<i>Aditivo</i>	<i>%</i>
Sabor	0.03
Acido citrico	0.9195
Color	0.0005

Es importante hacer notar que dependiendo del sabor utilizado serán las dosis empleadas de sabor y ácido, además también del tipo de acidulante.

6.4 Evitar la hidratación del caramelo.

A manera que se iba aumentando la concentración del antihumectante empleado se conseguía disminuir de manera poco significativa la hidratación del caramelo, por lo que incluirlo en la formulación no daba buenos resultados. Además el uso de este aditivo es limitado y únicamente a muy altas concentraciones evitaba la hidratación.

Se buscaron otras opciones para evitar la hidratación del caramelo como meterlo en la estufa a una temperatura de 30 °C pero tampoco se consiguieron buenos

resultados. Por último al moldear los caramelos se puso una capa de sorbitol o de dióxido de silicio en la parte que quedaba fuera del molde y que estaba expuesta al medio ambiente. Con esto se evitó la hidratación del caramelo mientras se enfriaba y secaba. La capa de sorbitol dio mejores resultados que la capa de Dióxido de Silicio.

6.5 Evaluación Sensorial.

6.5.1 Prueba protonadica.

Se realizaron 70 pruebas con consumidores, en donde se aleatorizó el orden de presentación de las muestras y los resultados fueron los siguientes:

Muestra	Apariencia			Sabor			Textura			Preferencia
	G	GD	D	G	GD	D	G	GD	D	
465 Caramelo para reem. especiales.	59	5	6	52	4	14	61	1	8	50
823 Caramelo tradicional.	55	6	9	56	7	7	49	3	18	20

G= Gusta GD= Ni gusta, ni disgusta D= Disgusta

Para tener una comparación entre los resultados de ambas muestras, se les asignaron valores numéricos a las calificaciones (Gusta = 3, Ni gusta, ni disgusta = 2, Disgusta = 1) y se obtuvieron los promedios para cada atributo, los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Muestra	Apariencia	Sabor	Textura	Preferencia
465	2.75	2.54	2.75	50 (71%)
823	2.65	2.70	2.44	20 (29%)

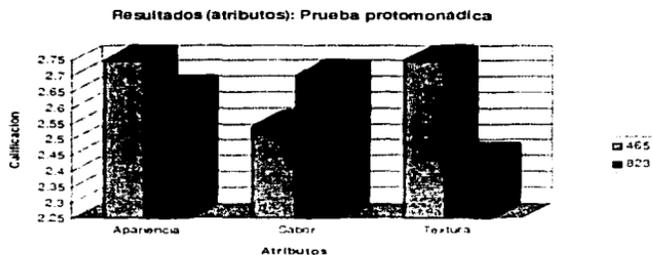


Fig. 7 Resultados gráficos: Prueba Protomonádica.

Resultados (Preferencia): Prueba protomonádica



Fig. 8 Resultados gráficos: Prueba Protomonádica.

El valor de Ji-cuadrada para esta prueba de preferencia fue de: 12.014 y los valores de tablas para χ^2 dos colas, para grados de libertad (g.l.) = 1 y probabilidades del éxito en un ensayo único de 0.05 (5%), 0.01 (1%) y 0.001 (0.1%) son las siguientes:

Estadístico	5%	1%	0.1%
Dos colas: χ^2	3.84	6.64	10.83

6.5.2 Prueba de aceptación.

Se realizaron 100 pruebas con consumidores en donde se aleatorizó la presentación de las muestras. Como se mencionó anteriormente se utilizó una escala hedónica de 9 puntos y los resultados fueron los siguientes:

Muestra	Calificación promedio	Correspondencia en la escala	Preferencia
572 Caramelo para regimenes especiales.	6	Me gusta ligeramente	38
263 Caramelo comercial "Sorbee"	7	Me gusta moderadamente	62

572 Caramelo para regimenes especiales. Calificaciones

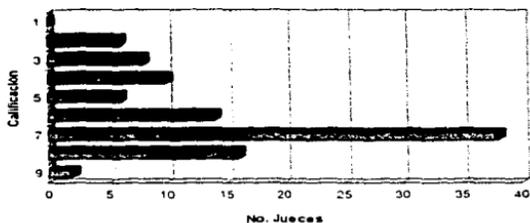


Fig. 9 Resultados gráficos: Prueba de aceptación.

263 Caramelo comercial "sorbee" Calificaciones

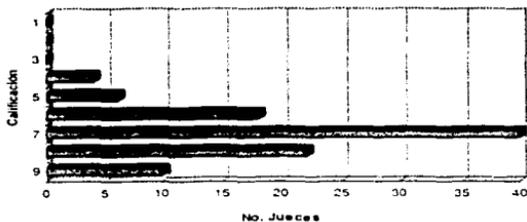


Fig. 10. Resultados gráficos: Prueba de aceptación.

Escala hedónica.

Ⓐ Me gusta extremadamente.

Ⓑ Me gusta mucho.

Ⓒ Me gusta moderadamente.

Ⓓ Me gusta ligeramente.

Ⓔ Ni me gusta, ni me disgusta.

Ⓕ Me disgusta ligeramente.

Ⓖ Me disgusta moderadamente.

Ⓗ Me disgusta mucho.

Ⓙ Me disgusta extremadamente.

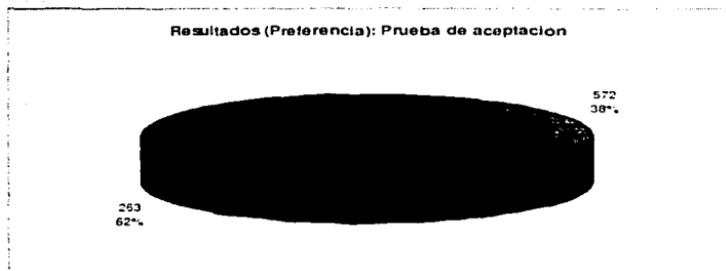


Fig. 11 Resultados gráficos: Prueba de aceptación

El valor de Ji-cuadrada para esta prueba de preferencia fue de: 5.29 y los valores de tablas para χ^2 dos colas, para grados de libertad (g.l.) = 1 y probabilidades del éxito en un ensayo único de 0.05 (5%), 0.01 (1%) y 0.001 (0.1%) son las siguientes:

Estadístico	5%	1%	0.1%
Dos colas: χ^2	3.84	6.63	10.83

6.6 Determinación de humedad.

La determinación se realizó por duplicado y los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Muestra	% Humedad		
	1a. det.	2a. det.	Promedio
Caramelo (1 día)	1.4039	1.3981	1.40
Caramelo (17 días)	1.8290	1.7925	1.81
Caramelo (17 días, no empacado)	2.3641	2.4523	2.41
Caramelo (30 días)	1.9167	1.8734	1.89
Caramelo comercial ("sorbec")	2.6522	2.4397	2.54

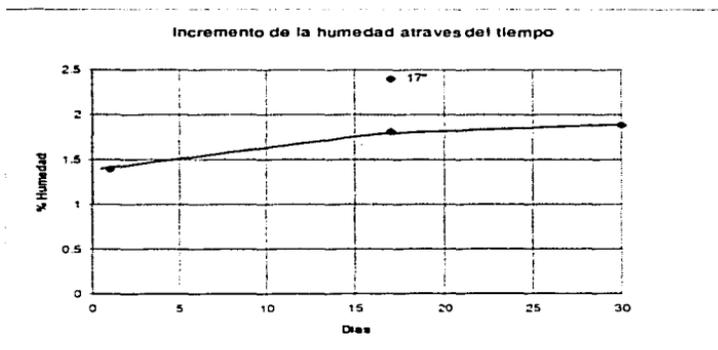


Fig. 12 Ganancia de humedad a través del tiempo en el caramelo macizo para regimenes especiales.

7. Análisis de resultados.

Para el desarrollo de la formulación del caramelo propuesto en este trabajo se siguieron bloques de experimentación como se menciono anteriormente, con los cuales fue posible determinar las cantidades idóneas de los diferentes aditivos empleados. Aquí es importante mencionar que uno de los criterios importantes para determinar estos porcentajes fue el costo de la materia prima y es por esto que se seleccionaron aquellos que además de contribuir a la mejora de la formulación, también entraban dentro de un rango razonable de precio.

En primer lugar se observo que era imprescindible el uso de un hidrocoloide para conseguir la textura requerida, pues una solución concentrada de sorbitol presenta una marcada diferencia en viscosidad, comparada con la mezcla sacarosa / jarabe de glucosa. Por lo tanto se seleccionó la goma arábica que permitiera modificar la viscosidad por ser una de las que presenta mayores ventajas en confitería, y además por que se habia encontrado en la literatura reportes de su utilización en productos de este tipo.

Se probaron diferentes concentraciones de goma y se observo que con todas se logran buenos resultados, pues el caramelo endurecia adecuadamente. Si se eliminaba este hidrocoloide de la formulación el producto permanecía chicloso por mucho tiempo y por lo tanto nunca se conseguía la textura típica de un caramelo macizo. Finalmente se eligió el menor porcentaje por ser el que contribuía de menor manera al incremento del costo de fabricación de este caramelo y generaba una buena textura en el producto.

La idea de utilizar un edulcorante de intensidad en el caramelo con el fin de igualar el dulzor del sorbitol al de la sacarosa se descartó, pues después de probarse diferentes concentraciones de aspartame se llegó a la conclusión de que se incrementaría en gran medida el costo, además de que el dulzor del sorbitol en el caramelo resultaba adecuado y además muy parecido al del caramelo tradicional, aunque este último tiene un dulzor teórico mayor, pero cabe hacer notar que para elaborar el caramelo tradicional se utiliza sacarosa y glucosa, en donde la glucosa tiene un dulzor menor al de la sacarosa (0.7) y esto obviamente contribuye a disminuir en cierto modo el dulzor final del producto, pues ambas materias primas (sacarosa y glucosa) contribuyen en este.

En las pruebas sensoriales posteriores fue muy interesante analizar los resultados, pues en muy pocos casos se detectó que el dulzor del caramelo hecho a base de sorbitol era menor y en otros casos hubo jueces que al contrario de encontrarlo menor, les parecía un caramelo más dulce que aquel elaborado a base de sacarosa y glucosa.

Las cantidades elegidas de sabor, color y ácido se presentaron en el capítulo de resultados y estas se seleccionaron en base a los porcentajes comúnmente empleados en la industria de la confitería y a la naturaleza del sabor utilizado. Es importante recalcar que dependiendo del perfil que se desee dar al producto serán las cantidades utilizadas. En este caso se utilizó un sabor de una fruta tropical y es por eso que se utilizaron esos porcentajes, pero este producto está pensado para utilizarse con diferentes sabores y colores a fin de atraer la atención del consumidor.

Una de las partes más complicadas del desarrollo de la formulación fue evitar la hidratación del producto, pues como se sabe, el sorbitol es una sustancia altamente higroscópica y tiende a tomar humedad del ambiente, además de que este desarrollo

se llevó a cabo en un período del año en donde la humedad relativa del ambiente es alta y por tanto es más fácil que el caramelo se hidrate.

A nivel industrial este tipo de producto se elabora bajo condiciones de vacío, a fin de evitar que el sorbitol se hidrate, pero en este proyecto el caramelo se elaboró bajo condiciones ambientales a nivel laboratorio, y esto trajo consigo varios problemas. Como se menciona en el capítulo de resultados se trabajó con diferentes concentraciones de un antihumectante, pero no se consiguieron buenos resultados y esto es porque la sustancia empleada (dióxido de silicio) se ocupa más que para ser parte de la formulación, como antiapelmazante o antiaglomerante en alimentos en polvo.

El problema de hidratación se daba durante el enfriado y el endurecimiento del producto una vez que se encontraba en el molde, pues una vez que el caramelo estaba duro y se encuentra fuera del molde, la hidratación se daba solo en la parte superficial provocando la formación de una capa blanqueza pero sin modificar su forma. En cambio mientras el caramelo sigue caliente empieza a ganar humedad rápidamente y experimenta una deformación en aquellas partes que se encuentran fuera del molde. Esto se debe a un proceso similar al que sigue el caramelo tradicional y que es conocido como "engranado", en donde el producto gana humedad del ambiente por tener muy poca agua en su interior ya que al ser cocinado a altas temperaturas, pierde agua, llegando a humedades muy bajas de 1 - 2 %, consiguiéndose así obtener la concentración de sólidos deseada.

Finalmente se consiguió evitar la hidratación del caramelo poniendo una capa de sorbitol en polvo en la parte del caramelo que por las características del molde quedaba expuesta a el medio ambiente. Esta capa aisló el caramelo y evitó que ganara

humedad, sirviendo como protección, además de que sensorialmente no resulta desagradable.

La textura conseguida finalmente resultó muy parecida a la de un caramelo normal, es decir, se consiguió un caramelo de apariencia cristalina y quebradizo.

La parte final del proyecto fue conocer la opinión de los consumidores con respecto al producto obtenido y por lo tanto se realizaron dos diferentes evaluaciones sensoriales. Ambas pruebas se realizaron con personas que no padecían ninguna enfermedad, es decir, ningún sujeto era diabético y además se mencionaba solo hasta el final de la prueba que el caramelo que habían degustado era un caramelo especial, esto con el fin de que no se influenciara en su decisión, tanto positiva, como negativamente.

La primera de ellas, la prueba protomonádica permitió comparar el caramelo obtenido contra uno de iguales características pero elaborado con los ingredientes tradicionales (sacarosa y glucosa). Se obtuvieron muy buenos resultados, en cuanto a que los consumidores calificaron ambos caramelos de manera muy similar y con esto se cumplió uno de los objetivos de este proyecto que era obtener un caramelo macizo para regímenes especiales (apto para diabéticos, menos cariogénico y bajo en calorías) similar a un caramelo tradicional.

En la fig. 7 se observa que en cuanto a apariencia y textura el caramelo propuesto supera al caramelo tradicional, y solamente en sabor es en donde no es así, hay que mencionar que como se ha recalado en varias ocasiones el sabor de la sacarosa es lo que la ha hecho tan populares en toda la industria confitera y a través de muchos años a los productos cuya materia prima es este azúcar y resulta de manera

difícil poder igualar este sabor intrínseco del azúcar. Pero apesar de esto, el valor obtenido es bastante aceptable y demuestra que resulto agradable para el consumidor.

En cuanto a la preferencia, se puede observar en la fig. 8 que hubo una gran aceptación del producto en cuestión y gracias a la estadística es posible determinar que la preferencia del caramelo hecho a base de sorbitol sobre aquel elaborado a base de sacarosa y glucosa es altamente significativa.

En la segunda parte de la evaluación sensorial se utilizó una prueba de aceptación para conocer el nivel de agrado o desagrado que provocaba este producto en los consumidores, comparando con un caramelo de iguales características pero de tipo comercial. Aquí es importante mencionar que los caramelos eran de diferente sabor y color, pues no era posible conseguir el mismo sabor que emplea esta marca comercial.

Gracias a las gráficas podemos observar que apesar de que la mayoría de la gente prefirió el caramelo marca "sorbee", ambos caramelos se calificaron de manera muy similar, habiendo una diferencia de solo un punto en la escala hedónica para la calificación promedio de ambos productos. Por lo tanto la calidad del caramelo propuesto es buena y puede ser comparable con la de un caramelo comercial, donde este último tiene además la ventaja de ser producido a nivel industrial y bajo condiciones controladas.

La marcada preferencia sobre el caramelo comercial se debió principalmente (así lo indican los cuestionarios de la prueba sensorial) a una mayor aceptación del sabor que presentaba este caramelo, pues se trataba de un sabor más común (fresa) que el que se utilizó en el otro caramelo (maracuya).

El valor de Ji-cuadrada en este caso nos indica que la preferencia de "Sorbee" sobre el caramelo propuesto es significativa para una probabilidad del 5%, por lo tanto no es posible determinar que uno es mejor que el otro.

Por último era muy importante determinar la humedad del producto final a través del tiempo para observar como se comportaba el caramelo durante su vida de anaquel. Los resultados fueron positivos pues las humedades encontradas en general son bajas, además de que comparadas con la humedad determinada en el caramelo comercial son mucho menores.

Las determinaciones de humedad se realizaron al 1, 17 y 30 días de elaborado el caramelo y se observa un incremento muy pequeño en esta. La vida de anaquel de este tipo de productos por las características higroscópicas del sorbitol es de 4 - 6 meses pues con el tiempo el dulce empieza a adquirir un color blanquecino en su superficie, pero una vez que el caramelo es introducido a la boca adquiere nuevamente un aspecto cristalino. La utilización de un buen empaque es importante para tratar de disminuir hasta donde sea posible estos problemas, por ejemplo un empaque de celofán y bolsa de plástico ayuda a mantener el caramelo aislado de la humedad del medio ambiente.

Se realizó además la determinación de la humedad de una muestra con 17 días de haberse elaborado pero que no estuvo empacada con celofán y bolsa de hule y es posible observar que presenta una humedad mucho mayor que la muestra de iguales características pero que se protegió de la humedad del ambiente.

En la fig. 12 se observa el incremento de humedad a través del tiempo y es posible determinar que el incremento de esta no es radical, lo cual permite que el producto conserve sus características sensoriales por un tiempo.

El caramelo obtenido presenta entonces características sensoriales agradables, además de que puede competir sensorialmente con aquellos caramelos de iguales características que se encuentran en el mercado. En cuanto a la humedad final del producto es aceptable, pues cae en los rangos de humedad que presentan los caramelos macizos en general y se espera que tenga una vida de anaquel alta.

8. Aspectos mercadológicos.

En este punto, consideraremos el análisis de la competencia, el sector al que va dirigido el producto y, los costos de fabricación del mismo.

8.1 Segmentación.

Este producto va dirigido a un mercado pequeño, es decir, a personas de clase media-alta y alta que padecen diabetes y a aquellas personas sanas de nivel social similar pero que estén concientes de la importancia de sustituir la sacarosa por otros edulcorantes alternativos que provoquen un menor daño a la salud. El hecho de que este producto tenga un mercado restringido se debe a que por sus características resulta un producto de costo elevado, comparado con las golosinas y las botanas comunes, y entonces se espera que vaya dirigido a consumidores que paguen por el beneficio / satisfacción que reciban de este, es decir, que paguen la tecnología que involucra la realización de este caramelo.

Este producto satisface una necesidad específica que es la de las personas con diabetes mellitus, pues estos individuos por determinadas razones no pueden satisfacer de la manera usual sus necesidades nutricionales y deben necesariamente comprar este tipo de productos si lo que desean es consumir caramelos y, como se mencionó al inicio de este trabajo una gran pte. de la población mexicana (8 - 10 %) padece este trastorno metabólico.

Además si analizamos el entorno actual podemos observar que este favorece el consumo de estos productos pues actualmente existe la tendencia a tomar

consciencia acerca de la nutrición, y las implicaciones de esta en la salud y es por esto que día a día aumenta la demanda de productos bajos en azúcares, bajos en colesterol, bajos en sodio, etc.

Por lo tanto este producto va dirigido principalmente a personas con diabetes, sin dejar de considerar que puede ser consumido por individuos sanos preocupados por su salud.

8.2 Análisis de la competencia.

Existen en el mercado algunos productos de este tipo y a continuación se presenta una tabla con algunos de estos, indicando su precio, gramaje, ingredientes principales y la tienda en donde se encontraron:

Marca	Ingrediente principal	Gramaje g	Precio \$	Tienda
Sweet 'N Low	Isomalt	78	14.00	Palacio de Hierro
Feather weight	Almidón hidrolizado	113	25.50	Palacio de Hierro
Sathers	Almidón hidrolizado	113	24.90	Palacio de Hierro
Golightly	Almidón hidrolizado	113	17.90	Palacio de Hierro
Estee	Almidón hidrolizado	113	25.50	Palacio de Hierro
Square shooter	Almidón hidrolizado	170	19.90	GNC
Sorbee	Sorbitol	56.7	11.00	GNC
Splum	Sorbitol	50	13.00	Sanborn's
*Sweet Line	Sorbitol	50	8.90	Nutrisa
People drops	Maltitol	84	17.00	Liverpool

Como se puede observar existe un gran número de caramelos libres de azúcar que por tanto pueden ser aptos para diabéticos y en algunos casos también ser menos cariogénicos y bajos en calorías, entre estos predominan las formulaciones hechas a base de almidones hidrolizados y sorbitol. Pero hay dos cosas muy importantes que

recaltar, primero que solo aquella marca con asterisco es nacional, todos los demás productos son de importación y, por otro lado que estos productos únicamente pueden ser adquiridos en tiendas departamentales o en centros comerciales, lo cual obviamente eleva considerablemente su precio.

Se realizó una evaluación del producto nacional y se observó que su calidad no es muy buena además de que sus características sensoriales no son muy agradables, por lo que difícilmente competiría con los productos de importación.

Fue muy importante conocer los productos del mercado para poder tener una idea de los precios y las principales tiendas en donde se distribuyen estos y es posible concluir que una buena estrategia de mercadotecnia sería atacar tiendas de autoservicio, así como algunas otras de menor tamaño para la distribución y venta del producto, pues en estas no se comercializan este tipo de productos.

8.3 Análisis de costos.

Para conocer el costo final del producto se hicieron varias suposiciones a fin de obtener un estimado lo más real posible y se consideró como mercado principal a las personas con diabetes mellitus, los resultados fueron los siguientes:

1. Si inicialmente se buscara producir y distribuir a nivel Distrito Federal, consideraríamos que existen 20 millones de habitantes, de los cuales aproximadamente del 8 - 10% son diabéticos. Considerando únicamente el 8% tenemos un total aproximado de 1.6 millones de diabéticos en el D.F.

2. Considerando que actualmente en la distribución económica de la población, aproximadamente el 15% corresponde a clase media-alta y clase alta, mercado al que va dirigido, suponemos que de los 1.6 millones de diabéticos en el D.F., el 15% corresponde a personas diabéticas. Esto nos da un total de 240.000 individuos.

3. Suponiendo que este producto podría impactar a un 3% del mercado, tendríamos que existirían 7.200 consumidores potenciales. En este punto se consideraría que cada individuo podría adquirir una bolsa (50g) de producto cada 2 meses. Por lo tanto sería necesario producir 180 kg de producto por mes. (3600 bolsas con 50g de producto)

4. Una vez obtenida la producción necesaria al mes, es posible determinar el costo de la materia prima para la producción mensual, tomando en cuenta la formulación del producto:

Materia prima	Precio por kg	Precio producción mes
Sorbitol	2.60 dll	178.2 kg = 463.32 dll
Goma arábiga	4.50 dll	0.09 kg = 0.405 dll
Saborizante	10.00 dll	0.054 kg = 0.54 dll
Colorante	21.00 dll	0.0009 kg = 0.0189 dll
Acidulante	2.00 dll	1.65 kg = 3.31 dll
		Total: 467.59 dlls

Considerando el tipo de cambio de \$7.50 pesos por dólar, tendríamos que el costo mensual de la materia prima sería de \$ 3506.95 pesos.

5. Costo final del producto:

- Materiales	\$3506,95
- Mano de obra directa	\$6000,00
- Empaque	\$ 900,00
- Costos indirectos	\$1500,00

Total: \$11906.954 / 3600 bolsas al mes = \$3.307 preciounit.

El producto podría venderse a las tiendas en \$5.00 pesos, con lo cual se obtendría una ganancia de \$6,000.00 al mes. Cinco pesos sería el precio al que se vendería en las tiendas y es importante considerar que en general las tiendas tienen una ganancia del 40% en los productos que comercializan, por lo que este precio aumentaría en un 40% y el precio final del producto sería de \$7.00 pesos aproximadamente.

Este precio cae dentro de los precios de la competencia e incluso esta ligeramente por debajo, lo cual es una ventaja sobre los productos de importación.

Dentro de los costos se le dio un gran peso a el material de empaque y esto se debio a que, para poder competir con los productos de importación es importante tener una muy buena presentación que llame la atención del consumidor.

9. Conclusiones.

- El producto obtenido es un caramelo macizo, de apariencia cristalina con características sensoriales similares a un caramelo macizo tradicional.
- Utilizando sorbitol como materia prima, es posible obtener un caramelo para regimenes especiales, es decir, apto para diabéticos, menos cariogenico y bajo en calorías.
- La formulación final obtenida para el producto es la siguiente:

- Sorbitol	99%
- Goma arabiga	0.05%
- Acidulante	0.9195%
- Saborizante	0.03%
- Colorante	0.0005%

- Es posible elaborar un caramelo a base de sorbitol bajo condiciones ambientales a nivel laboratorio, haciendo uso de un agente espesante: goma arabiga.
- El producto obtenido en este proyecto es factible economicamente y podria llevarse a cabo.

10. Bibliografía

1. POPPE J. - Sanofi Bio-Industries' Food Development Center. **Sugar Alcohols**. National Confectioners Association - 3rd annual Technical workshop. Sugarless Confectionery. University of Wisconsin, Madison, December 4-7, 1990
2. ROSS R. E. **Bulk Ingredients: Sugar Alcohols and Alternative Sweeteners in Confections**. The Manufacturing Confectioner. November 1990. pag. 49 - 54
3. WRIGHT N. **Sugarfree Confectionery. A Market to Develop**. The Manufacturing Confectioner. February 1990. pag. 65 - 69
4. OLINGER P. M. **Sweetening the Sugar - free Challenge**. The Manufacturing Confectioner. May 1990. pag. 127 - 131
5. PEPPER T. and OLINGER P.M. **Xylitol in Sugar-Free Confections**. Food Technology. October 1988. pag. 98 - 106
6. KAHN C.R. AND WEIR G.C. **Joslin's Diabetes Mellitus**. 13th edition. Ed. Lea & Febiger. USA 1994. pag. 422
7. BAER A. **Sugar Alcohols in the Diabetic Diet**. (En **Sugar and Sweeteners**. KRETCHMER N., HOLLENBECK C.B.) CRC Press. USA 1991. PAG. 131 - 145
8. GUYTON A.C. **Fisiología humana**. 6ta. edición en español. Interamericana Mc Graw Hill. México 1987. pag. 596 - 602
9. GANONG W. F. **Fisiología médica**. 13a. Edición. Editorial El Manual Moderno. S.A. de C.V. México 1992. pag. 308 - 315
10. MARIEB E. N. **Human anatomy and physiology**. 2nd edition. The Benjamin/Cummings Publishing Co. Inc. California, USA 1991. pag. 565 - 569
11. VOET D. **Bioquímica**. Ed. Omega S.A. Barcelona, España 1992. pag. 787 - 789
12. BRODY T. **Nutritional Biochemistry**. Ed. Academic Press Inc. California USA 1994 pag. 137 - 143
13. LERMAN I. **Atención integral del paciente diabético**. Ed. Interamericana Mc. Graw Hill. México 1994
14. LEHNINGER A. L. **Bioquímica**. 2a. Edición. Ediciones Omega S.A. España 1978. pag. 857 - 863

15. METCALFE, J.A. The importance of Energy-Reduced Diets in the management of diabetes. (En **Low calorie products**. Edited by BIRCH, G.G.) Elsevier applied science; USA 1988. pag. 215 - 222
16. ESPINOSA A., CALZADA R. **Tratamiento dietético de la diabetes mellitus** Cuadernos de Nutrición . No. 2 Marzo - Abril 1986
17. SILVERSTONE L. M., JOHNSON N. W., et al. **Caries dental Etiología, Patología y Prevención**. Editorial El Manual Moderno S.A. de C.V. Mexico D.F. 1985. pag. 1 - 14, 197, 198
18. MENAKER L. and LEGLER D. W. Definición, etiología, epidemiología e implicaciones clínicas de la caries dental. (En **Bases biológicas de la caries dental**, edited by MENAKER L.) Salvat editores, S. A. Barcelona 1986. pag. 223 - 238
19. DZIEZAK J. D. **Ingredients for Sweet Success**. Food Technology. Octubre 1989. pag. 94 - 114
20. FONSECA R. **Memorias del Curso de Confeitería** AIAM 1995
21. LEFLER M. **Establecimiento de preferencias infantiles en confitería, un estudio de mercado**. Tesis Universidad La Salle. 1995 pag. 19
22. FABRY I. Boiled sweets. (En **Sugar Confectionery Manufacture**. Edited by JACKSON E.B.) Blackie and son Ltd. New York USA 1990. pag. 16 - 19
23. WILLIAMS M. **Food experimental perspectives**. Ed. Mac Millan Publishing USA 1989; pp 138 - 148
24. ALIKONIS, J. J. **Candy Technology** Avi Publishing Co. Inc Connecticut USA 1979. pag. 13 - 14, 119 - 126
25. GIESE J.H. **Alternative sweeteners and bulking agents**. Food Technology; January 1993. pag. 114 - 125
26. MARIE S. **Sweeteners**. (En **Food Additive User's Handbook**, edited by SMITH J.) Blackie and Son LTD. New York USA 1991. pag. 52 - 55
27. NUTRIQUIM, S.A. de C.V. **Edulcorantes naturales y artificiales**. Tecnología de alimentos. Vol 31, No. 1. pag. 29 - 34 1996
28. WURSCH, P. **Metabolism and tolerance of sugarless sweeteners**. (En **Sugarless The way forward** edited by RUGG - GUNN A. J.) Elsevier Applied Science New York USA 1991. pag. 32 - 47

29. GORDON, D.T., BOCALETTI, W., ORELLANA R. **Fat Substitutes, Fat Mimetics and Bulking agents. "The Rest of The Story"**. Tecnología de Alimentos. Vol. 30, No. 5. pag. 22 - 29 1995
30. FINER, N. Are sweeteners really useful to diabetics? (En **Progress in sweeteners** edited by GRENBLY T. H.) Elsevier applied Science New York USA 1989. pag. 215 - 233
31. YLIKAHRI R.H., PELKONEN R. Carbohydrate Sweeteners in Metabolism and Diseases. (En **Carbohydrate sweeteners in foods and nutrition**, KOIVISTOINEN, P., HYVONEN, L.) Academic Press Inc. New York USA 1980 pag. 16 - 26
32. NEWBRUN E. Dental Effects of sugars and sweeteners. (En **Sugar and Sweeteners**, KRETCHMER S., HOLLENBECK C.B.) CRC Press USA 1991. pag. 175 - 194
33. LINDSAY R.C. Food Additives (En **Food Chemistry**, FENEMA O.R.) 2nd edition, revised and expanded. Marcel Dekker, Inc. New York USA 1985. pag. 658 - 659
34. DWIVEDI B. K. Sorbitol and Mannitol (en **Alternative sweeteners**, Edited by GELARDI R.C., O BRIEN L.) 2nd edition. Marcel Dekker, Inc. New York USA 1991. pag. 333 - 348
35. VOM HOVEL L.F. **El Sorbitol y su aplicación**. Tecnología de Alimentos. Vol. 4, No. 5 pag. 5 - 7. 1969
36. WURSCH P. A and ANANTHARAMAN G. Aspects of the energy value assessment of the polyols. (En **Progress in Sweeteners**, edited by GRENBLY T. H.) Elsevier applied Science. New York USA 1989. pag. 241 - 257
37. NIKIFORUK G. **Caries dental aspectos básicos y clínicos**. Editorial Mundi S.A.I.C. y F. Buenos Aires, Argentina 1986. pag. 499 - 519
38. Comité Consultivo Nacional de Normalización de Regulación y Fomento Sanitario. SECRETARIA DE SALUD. **Proyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-086-SSA1-1994**. Bienes y Servicios, Alimentos y Bebidas Alcohólicas con modificaciones en su composición. Especificaciones Nutrimientales.
39. Subsecretaría de Regulación y Fomento Sanitario. SECRETARIA DE SALUD. **Líneamientos del reglamento de la Ley General de Salud en materia de Control Sanitario de Actividades, Establecimientos, Productos y Servicios**. Capítulo 12: Alimentos y Bebidas no alcohólicas con modificaciones en su composición. Abril 1995
40. BADUI S. **Química de los alimentos**. 3a. edición. Edit. Alhambra Mexicana, S.A. de C.V. México 1993. pag. 110-111

41. Edited by MACRAE R., ROBINSON R. K. and SADLER M. J. **Encyclopaedia of Food Science, Food Technology and Nutrition**. Vol. 7 Academic Press 1993 California USA. pag. 4463.
42. CASILLAS F.J. **Memorias del Curso de Evaluación Sensorial**. PUAL Abril 1996
43. PEDRERO D. L., PANGBORN R. M. **Evaluación Sensorial de los Alimentos. Métodos Analíticos**. Edit. Alhambra Mexicana, S.A. de C.V. México 1989. pag. 105 - 107
44. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMIST. **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist**. Editor William Horwitz. 12th edition. pag. 129 7.004

11. Anexo.

11.1 Especificaciones del sorbitol en polvo.

Sorbitol en polvo U.S.P.

Descripción	Polvo cristalino, sin olor, de color blanco y sabor dulce.
Cenizas sulfatadas	Menos de 0.1 %
Arsénico	Menos de 1.0 ppm
Temperatura de fusión	96 ° C
Sorbitol	98.5 %
Acidez (mL. NaOH 0.01 N/1g)	Menos de 0.2 ml
Níquel	Menos de 1.0 ppm
Rotación óptica	+ 4.5
Título de periodato	99.8 %

11.2 Proceso de elaboración del caramelo macizo tradicional.

El caramelo tradicional elaborado para poder realizar la prueba protomonádica, se realizó en base a la siguiente formulación:

Ingrediente	%
Sacarosa	54.05
Glucosa	36.00
Agua	9.00
Acido citrico	0.9195
Saborizante	0.03
Colorante	0.0005

Como es posible notar, las cantidades del acidulante, del saborizante y del colorante son las mismas que en el caramelo propuesto en este proyecto, con el fin de que esto se mantenga constante y permita una verdadera comparación entre los dos caramelos. El proceso de elaboración para este caramelo y que a continuación se esquematiza difiere principalmente en las temperaturas de cocción utilizadas.

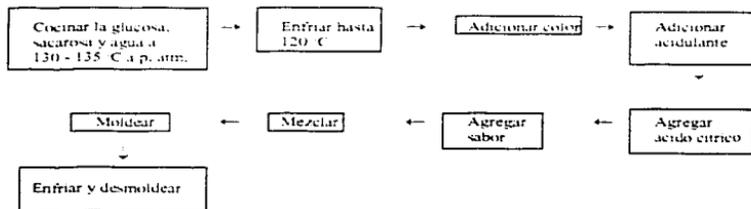


Fig. 4 Proceso de elaboración del caramelo macizo para regímenes especiales.

11.3 Prueba protomonádica. (Cuestionario)

Nombre _____

Edad _____

Fecha _____

Porfavor observe y pruebe la muestra **823** y califique las características que se señalan a continuación, cruzando la opción que le parezca mejor.

- | | | | |
|----------------------------|-------|-------------------------------|----------|
| - Apariencia de la muestra | GUSTA | NI ME GUSTA
NI ME DISGUSTA | NO GUSTA |
| - Sabor de la muestra | GUSTA | NI ME GUSTA
NI ME DISGUSTA | NO GUSTA |
| - Textura de la muestra | GUSTA | NI ME GUSTA
NI ME DISGUSTA | NO GUSTA |

Enjuague su boca con agua y porfavor observe y pruebe la muestra **465** y califique las características que se señalan a continuación, cruzando la opción que le parezca mejor.

- | | | | |
|----------------------------|-------|-------------------------------|----------|
| - Apariencia de la muestra | GUSTA | NI ME GUSTA
NI ME DISGUSTA | NO GUSTA |
| - Sabor de la muestra | GUSTA | NI ME GUSTA
NI ME DISGUSTA | NO GUSTA |
| - Textura de la muestra | GUSTA | NI ME GUSTA
NI ME DISGUSTA | NO GUSTA |

A continuación señale la muestra que le parezca de mayor agrado de los dos caramelos que probó anteriormente.

823

465

Comentarios: _____

gracias !!!!

11.4 Prueba de aceptación. (Cuestionario)

Nombre: _____ Edad: _____ Fecha: _____

INSTRUCCIONES: Pruebe la muestra **263** e indique su nivel de agrado, de acuerdo con la escala hedónica presentada en la parte inferior del cuestionario.

Nivel de agrado: _____

Enjuague su boca con agua y pruebe la muestra **572** indicando su nivel de agrado, de acuerdo con la escala hedónica presentada en la parte inferior del cuestionario.

Nivel de agrado: _____

A continuación señale con una "X" la muestra que le parezca de mayor agrado de los dos caramelos que probó anteriormente.

263

572

Si tiene algún comentario, por favor escríbalo al reverso del cuestionario. ¡¡Muchas Gracias!!

Escala hedónica.

- Me gusta extremadamente.
- Me gusta mucho.
- Me gusta moderadamente.
- Me gusta ligeramente.
- Ni me gusta, ni me disgusta.
- Me disgusta ligeramente.
- Me disgusta moderadamente.
- Me disgusta mucho.
- Me disgusta extremadamente.