

300627

UNIVERSIDAD LA SALLE

ESCUELA DE QUIMICA



DESARROLLO DE UN CAMELO APTO
PARA PERSONAS CON DIABETES
TIPO I

TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO
P R E S E N T A :
MARIA DEL CARMEN DIEP FLORES

DIRECTOR DE TESIS
CONSUELO LOBATO CALLEROS

MEXICO, D. F.

1993

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

INDICE

	PAG
1. ANTECEDENTES	
1.1. Definición de Diabétes	1
1.2 Tipos de Diabetes	1
1.2.1 Diabetes tipo I	1
1.2.2 Diabetes tipo II	4
1.3 Nutrición del Diabético	6
1.3.1 Especificaciones de la dieta del Diabético tipo I	7
1.3.2 Dieta de 1800 calorías para diabéticos tipo I	9
1.3.3 Especificaciones para la dieta del diabético tipo II	14
1.4 Educación para el Diabético	15
1.5 Bases Bioquímicas de la Diabetes	16
1.5.1 Digestión de los hidratos de carbono	16
1.5.2 Almacenamiento de los hidratos de carbono	16
1.5.3 Digestión de las proteínas de la dieta	17
1.5.4 Digestión de las grasas	18
1.5.5 Síntesis de las grasas	18
1.5.6 Catabolismo de los ácidos grasos y formación de cuerpos cetónicos	18
1.5.7 Acción de la insulina	19
1.5.8 Respuesta hística a la insulina	19
1.5.9 Receptores de membrana para la insulina	19
1.5.10 Consecuencias metabólicas de la falta de insulina.	19
1.6 Materia Prima utilizada en la Elaboración de Caramelos Macizos	21
1.6.1 Sacarosa	21
1.6.2 Azúcar invertido	22
1.6.3 Azúcar mascabado	23
1.6.4 Melazas	23
1.6.5 Miel	24
1.6.6 Endulzantes de maíz	24
1.6.7 Dextrosa	25
1.6.8 Gomas	25

1.7 Principales Materias Primas utilizadas en la Elaboración de Dulces para Diabéticos .	26
1.7.1 Maltodextrinas	26
1.7.2 Goma arábica	28
1.7.3 Emulsionantes	29
1.7.4 Acido cítrico	30
1.7.5 Xilitol	31
1.7.6 Fructuosa	33
1.7.7 Aspartame	35
2. MATERIALES Y METODOS	37
2.1 Diseño de la Metodología	37
2.2 Materia Prima	37
2.3 Proceso de Elaboración del Dulce	38
2.4 Evaluación Sensorial	39
2.5 Análisis Bromatológico y Microbiológico	40
2.6 Vida de Anaquel	40
2.7 Contenido Calórico del Producto	40
2.8 Costo del Producto	40
3 RESULTADOS Y DISCUSION	41
3.1 Formulaciones	41
3.2 Análisis Bromatológico y Microbiológico	49
3.3 Vida de Anaquel	50
3.4 Evaluación Sensorial	50
3.5 Contenido Calórico del Producto	51
3.6 Costo del Producto Terminado	52
3.7 Ventajas y Desventajas del Caramelo para Personas con Diabetes Tipo I	53
4 CONCLUSIONES	54
5 BIBLIOGRAFIA	55
ANEXO 1	57

OBJETIVOS

EIABORAR UN CAMELO APTO PARA PERSONAS CON DIABETES TIPO I A PARTIR DE EDULCORANTES QUE NO NESECITEN INSULINA PARA SU METABOLISMO

OBTENER UN PRODUCTO DE COSTO MODERADO USANDO PREFERENTEMENTE MATERIA PRIMA DE PRODUCCION NACIONAL.

DESARROLLAR EN EL CAMELO PROPIEDADES ORGANOLEPTICAS ACEPTADAS POR EL CONSUMIDOR.

1.- ANTECEDENTES

1.1 Definición de Diabetes

La diabetes es un desorden metabólico que consiste en la elevación persistente de glucosa por encima de los límites normales. Se trata de un trastorno que puede presentarse en personas de edad temprana y media según estadísticas, y constituye una enfermedad que se presenta en todo el mundo.

En condiciones normales el nivel de glucosa en la sangre sólo varía dentro de límites estrechos, rara vez se eleva por encima de 110 mg/100ml ni desciende por debajo de 70 mg/100ml. El mantenimiento de la glucemia normal es esencial, puesto que algunos tejidos como el cerebro utilizan principalmente la glucosa para su metabolismo, un descenso por debajo de aproximadamente 36 mg/100ml causa problemas serios en la función mental, por el contrario si los niveles de glucosa se elevan se generan trastornos metabólicos severos y aun la muerte.

La cifra de glucosa en sangre representa un equilibrio entre la entrada de glucosa en la misma y su captación por los tejidos .

Esta cifra se aumenta por dos factores:

- La absorción de glucosa por el intestino
- Su producción en el hígado a partir de glucógeno (figura 1)³⁴

1.2 Tipos de diabetes

Existen principalmente dos tipos de diabetes : Diabetes tipo I y Diabetes tipo II

1.2.1. Diabetes tipo I

Este tipo se denomina diabetes insulino-dependiente (DID). La deficiencia de insulina es el hecho más característico de esta enfermedad . Este es el tipo clásico que ha sido conocido hace más de 2000 años . Presenta un comienzo brusco acompañado de hiperglucemia severa, y rápida progresión a la cetoacidosis,

muerte del enfermo, a menos que sea tratado con insulina.

Alrededor del 50% de estos pacientes son diagnosticados antes de los veintiun años, con el pico de máxima incidencia en torno a la pubertad. Aunque se han descrito casos de niños de menos de un año de edad, no se considera una enfermedad congénita.

Clinicamente los pacientes con DID son delgados y después del tratamiento hay poca tendencia a la obesidad. El diagnóstico no es un problema puesto que casi siempre hay hiperglucemia marcada con tendencia a la cetosis en ausencia de insulina. No responden al tratamiento con hipoglucemiantes orales y la autopsia presenta una marcada disminución de las células β (cuya función es secretar insulina). Después del diagnóstico puede haber un período durante el cual no es esencial el tratamiento con insulina, la llamada fase de luna de miel. Durante esta se aprecia una marcada mejoría en la tolerancia a los hidratos de carbono, hasta el punto de que el tratamiento con insulina puede ser innecesario durante un pequeño lapso de tiempo, pero éste casi siempre es transitorio.

Antes o después de esta fase, según sea el caso, los pacientes necesitan el reemplazo de la secreción de insulina basal, independientemente de la administración de alimentos, dado que sus respuestas insulínicas a la ingesta de alimentos no derivan en la biosíntesis de esta hormona. Puesto que aproximadamente, la mitad de la secreción total de insulina normal es basal, raramente es eficaz el uso de una sola inyección de este fármaco por día en estos pacientes, generalmente se comienza con dos inyecciones al día; sin embargo, un problema importante en este grupo de personas es su marcada variabilidad en el patrón de ejercicio lo que da lugar a una movilización irregular de la insulina corporal depositada, dado que varía con el nivel de actividad física del individuo. Para evitar los depósitos y lograr una acción eficiente de la insulina en el transporte de los carbohidratos ingeridos generalmente se recomienda que el paciente siga la secuencia; inyección, alimentación, ejercicio, de tal forma que se cubra el aumento en la absorción de insulina.

En algunos casos puede utilizarse insulina regular de acción corta, treinta minutos antes de una comida. Sin embargo este método raramente es eficaz sin el uso concomitante de una insulina de larga o mediana acción para cubrir la necesidad nocturna de esta.²⁷

Estudios recientes indican la existencia de una relación entre este síndrome con un factor intrínseco (genético) y otros factores extrínsecos desencadenantes (virus y fuertes impresiones).

Este hallazgo ha reforzado el concepto de que los genes asociados con la susceptibilidad a la diabetes, de algún modo están ligados a sistemas de respuesta inmune y pueden conferir un aumento a la sensibilidad frente a un factor ambiental, probablemente virus, que conduzca a la destrucción de las células β ; esto se apoya en la mayor incidencia de casos en la estación del año en que existe gran proporción de infecciones virales.

Hoy en día los inmunólogos están todavía lejos de ser capaces para describir la secuencia exacta de los eventos que conducen a la destrucción de las células β en el páncreas. Basados en lo que saben, dan un posible escenario:

PRIMERA ETAPA

Un tipo de células blancas en la sangre - Los macrófagos - limpian partículas y destruyen organismos extraños en la sangre. Una de sus muchas obligaciones es buscar antígenos - cadenas de proteínas adheridas a la superficie de invasores extraños, como las bacterias.

En la diabetes de tipo 1, los macrófagos toman equivocadamente los antígenos en las células beta y no los de los invasores extraños. Pueden atacar tragándose la célula y llevar a cabo la mortal y equivocada misión de destruir las células beta.

SEGUNDA ETAPA

Circulando en el torrente sanguíneo hay un grupo de células asistentes llamadas **helper células T**; son un tipo de células blancas mensajeras que buscan refuerzos. Cuando una célula T reconoce a un invasor libera moléculas llamadas linfocitos los cuales estimulan la producción de más células T.

Los investigadores piensan que algunos linfocitos como interleucina 1 e interleucina 2, desempeñan un papel muy importante en la destrucción de células beta.

TERCERA ETAPA

Los linfocitos estimulan la producción en el bazo y en nodo linfático otro tipo de linfocitos llamados células β , conforme el número de células β se incrementa, empiezan a producir cientos de miles de armas químicas llamadas anticuerpos.

Estos anticuerpos eventualmente atacan a los invasores y disminuyen su cantidad dejándolos como blanco a los macrofagos.

Algún tipo de anticuerpos son comunes en personas susceptibles a la diabetes tipo 1 o que han sido recientemente diagnosticados. Estos anticuerpos son señal de peligro para las células β del páncreas.

CUARTA ETAPA

Otro tipo de linfocitos llamadas células T asesinas son buscadas por las células T de ayuda. Normalmente están fuera para atacar virus o bacterias. En la respuesta inmune de la diabetes tipo 1, estas células atacan químicamente a la membrana de las células β perforándolas o matando directamente a la célula.

Entendiendo esto otros pasos del sistema inmune en la destrucción del páncreas se ofrece una oportunidad para prevenir la diabetes tipo 1. ⁸ (figura 2)

1.2.2. Diabetes tipo II

Este tipo se denomina diabetes no insulino-dependiente (DNID). La principal característica de estos pacientes es su capacidad para sobrevivir sin desarrollar cetoacidosis en ausencia del tratamiento con insulina. Por lo general esta enfermedad tiene comienzo lento y asintomático, lo que hace muy difícil establecer el momento en que inició la anomalía metabólica.

A pesar de su carácter claramente hereditario, el comienzo clínico de la enfermedad es relativamente tardío y puede no aparecer hasta la década de los 60, 70 u 80. Sin embargo la mayor incidencia diagnóstica se encuentra alrededor de los 40 años.

Otra característica clínica fundamental es la obesidad; al menos el 80% de estos pacientes tienen un sobrepeso del 15% o mayor en el momento de su diagnóstico. Por esto podría dominarse síndrome de obesidad-hiperglucemia.

La principal causa de mortalidad en estos pacientes son las enfermedades cardiovasculares. Aunque estas no dependen de tratamiento con insulina para la supervivencia a menudo se usa este fármaco terapéuticamente y el resultado ha sido satisfactorio. Sin embargo la dosis aplicada no implica que estos pacientes sean insulino-dependientes.

Esta enfermedad no se asocia con virus y el factor hereditario o factores genéticos permanecen desconocidos. Los factores socioeconómicos parecen ser importantes en la frecuencia y edad del comienzo de este tipo de diabetes, probablemente debido al importante papel de la nutrición y peso corporal. La incidencia de diabetes no insulino-dependiente

es mayor entre los familiares de las personas diagnosticadas de esta enfermedad que la que se observa en los miembros de la familia de los pacientes con diabetes tipo I. Para establecer esto se han realizado grandes esfuerzos para identificar la enfermedad en las fases de proceso en diabéticos adultos, lo que ha sido difícil puesto que la tolerancia a los hidratos de carbono disminuye con la edad incluso en personas normales.

El tratamiento en este tipo de pacientes consiste en la administración de hipoglucemiantes orales, entre los cuales existen dos grupos que disminuyen el nivel de glucosa sanguínea en uno de estos el sitio activo es un radical sulfonilurea, por ello las sustancias pertenecientes a este grupo se denominan en forma general sulfonil ureas. Son derivados de antibióticos azucarados ineficaces como agentes antimicrobianos, que aunque difieren en su potencia, metabolismo y efectos secundarios, su principal mecanismo de acción parece ser el mismo, razón por la que se mencionan en forma conjunta. La otra clase de compuestos son biguanidas, y tienen un modo de acción completamente distinto, dependiendo de la presencia del radical biguanida, que es un agrupamiento lineal complejo de nitrógeno, carbono e hidrógeno.

Debido a su propensión de aumentar la acidosis láctica. Han sido retiradas del mercado en Estados Unidos.

Por lo tanto, se usan las sulfonilureas en el tratamiento de estos pacientes, para que puedan disminuir el nivel de glucosa plasmática, siendo necesaria la presencia de islotes de células β en el páncreas con capacidad de respuesta para la secreción de insulina pues es probable que su principal mecanismo de acción consista en aumentar bruscamente la secreción de esta hormona.²⁷

1.3. Nutrición del diabético

La incapacidad de restaurar la secreción de insulina hacia la normalidad fisiológica hace que la dieta sea una parte esencial en todos los programas de control. Puesto que la principal anomalía fisiológica en la diabetes es la ineficiencia para el almacenamiento de calorías en forma apropiada para su uso posterior, el tratamiento dietético debe remarcar precisamente un control en la ingesta calórica y su regularidad. Su dieta debe aportar el número de calorías suficiente para el mantenimiento del peso corporal ideal. En niños y adolescentes, además se considera que se encuentran en la etapa de crecimiento y desarrollo. Así, si el paciente se encuentra mal nutrido y su peso es bajo, debe recibir calorías adicionales para restaurarlo a valores ideales. Si es obeso o tiene sobrepeso, debe prescribirse una restricción calórica; se sabe que un adulto no obeso promedio utiliza de 30 a 50 calorías por kg al día para mantener su peso, mientras que un individuo obeso puede requerir sólo 20 a 30 calorías por kg al día. A partir de estudios realizados en unidades metabólicas, en adultos realizando una vida sedentaria se ha calculado la siguiente fórmula

$$\text{Cal/Kg/día} = 52.2 + (15.5\% \text{ de peso ideal} \times \text{peso actual en Kg} - \text{peso ideal en Kg})$$

El aumento de actividad ocasiona un incremento de la necesidad calórica, los individuos más jóvenes tienden a requerir más calorías a igualdad de peso. Este incremento puede ser tan alto como de 50 a 60 calorías/kg/día en niños.²⁷

Aunque en el pasado se dió gran importancia a la proporción de carbohidratos, grasa y proteínas de la dieta, en los últimos diez años se han realizado muchos estudios que han sugerido que esta distribución proporcional no es tan importante.

La American Diabetes Association ha dado recomendaciones nutricionales para individuos con diabetes tipo I.

Estas recomendaciones se basan en una dieta que contenga :

- * 55 a 60% de calorías provenientes de carbohidratos. Estos pueden ser complejos y azúcares naturales provenientes de frutas y leche.

- * 0.8 gramos de proteínas por kilogramo del peso corporal, aproximadamente equivale a 54 gramos para una persona que pese 68 kg.

- * Menos del 30 % de calorías provenientes de grasas, insaturadas (aceites vegetales o margarinas) y en menor cantidad grasas saturadas provenientes de carne y productos lácteos.

* Más de 40 gramos por día de fibra, particularmente fibra soluble como la que se encuentra en la fruta, avena, frijoles y habas.

* Menos de 1000 mg de sodio por 1000 calorías, no exceder de 3000 miligramos de sodio por día (100 mg de Na corresponden a 2,500 miligramos de sal aproximadamente media cucharada de sal).

* Menos de 300 miligramos de colesterol por día.

* Alimentos bajos en calorías no pueden tener más de 40 calorías por porción y 0.4 calorías por gramo.

Los alimentos con sustitutos de azúcar pueden contener xilitol, fructuosa, manitol etc. Proporcionan las mismas calorías del azúcar, pero aumentan en menor grado los niveles de glucosa en sangre.

Esta libertad para prescribir calorías en forma de carbohidratos, es particularmente importante en virtud del reciente deseo de muchos médicos de utilizar dietas bajas en grasa animal y colesterol, con la esperanza de prevenir la arteroesclerosis.

Una vez que se ha decidido la cantidad total de calorías, la distribución y el tipo de dieta que se va a utilizar, el médico se enfrenta con la necesidad de educar al paciente para alcanzar estos objetivos terapéuticos. Cuanto más se desvía la dieta usual en el medio en el que el paciente se mueve, mayor será la necesidad de realizar una instrucción dietética cuidadosa. Por eso, el tiempo que se gaste en educación debe ser proporcional a la complejidad de la dieta.

En los años recientes, se ha puesto de manifiesto que los objetivos dietéticos y el énfasis pueden ser distintos en el caso de un diabético insulino-dependiente o no insulino-dependiente. Por esto, el programa de tratamiento debe reflejar las diferencias metabólicas entre estos dos tipos de diabetes.²⁷

1.3.1 Especificaciones para la dieta del diabético tipo 1.

Este grupo de diabéticos insulino-dependientes, generalmente son delgados y bastante activos, y por ello, raramente es necesaria la restricción calórica. El principal problema es proporcionar tal ingesta calórica en el momento y cantidad necesarias en relación con el ejercicio, la insulina y en los alimentos ingeridos. Aunque la selección de alimentos al azar y el apetito son generalmente adecuados para mantener el peso y la nutrición, es necesario conocer el contenido calórico de los alimentos para mantener la misma equivalencia calórica de las comidas tomadas en determinadas horas del día.

Debido a que la mayor parte de las preparaciones de insulina son de larga duración, muchos de estos pacientes tomarán tres comidas fuertes al día y una ligera antes de acostarse. En niños el número de comidas puede aumentarse a seis.

El valor calórico de los alimentos puede aprenderse bien pesándolos o bien utilizando el sistema desarrollado por la American Diabetes Association. Este sistema estaba destinado a simplificar la prescripción dietética al agrupar los alimentos en listas intercambiables de acuerdo a su composición en carbohidratos, proteínas y grasas, permite una variedad razonable en las comidas y no requiere pesar con gran precisión el alimento antes de su preparación, aunque todavía sigue siendo necesario que el paciente conozca el valor calórico de los mismos.

De cualquier modo, la selección de alimentos conducirá a una dieta que contenga aproximadamente 40 a 50% de las calorías en forma de carbohidratos.

Así en diabéticos insulino-dependientes delgados, no ha sido siempre necesario prescribir una dieta con calorías controladas.

Un ejemplo de esta aproximación es el uso de una dieta no medida en diabéticos de peso corporal normal. Al paciente se le instruye para que tome alimentos con una composición equilibrada, pero la cantidad vendrá regulada por su apetito en lugar de una prescripción. Estos individuos tienden a comer aproximadamente la misma cantidad de alimentos cada día, en cada comida. En estudios realizados se han sugerido de cuatro a seis comidas por día, el seguimiento de esta población sugirió que este tipo de plan dietético es tan efectivo como los más complejos para diabéticos insulino-dependientes de peso corporal normal. Debido a la tendencia de estos pacientes a desarrollar arteroesclerosis acelerada, se sugiere tomar dietas que utilicen alimentos bajos en grasa y colesterol. ²⁷

1.3.2. Dieta de 1800 calorías para diabético tipo I.

Esta dieta ha sido diseñada por el hospital de pediatría C.M.N.

Distribución de los alimentos	
DESAYUNO	No. de raciones
Leche	1
Carne	2
Fruta	1
Pan	1
Grasa	1/2
COMIDA	
Carne	3
Fruta	1
Vegetales	1
Pan	3 1/2
Grasa	1
CENA	
Leche	1
Carne	3
Fruta	1
Vegetales	1
Pan	1
Grasa	1

El número de raciones se escoge de los siguientes grupos de alimentos.

GRUPO I LECHE aporta 131 Kcal

Hidratos de carbono	10 g
Proteínas	7 g
Grasa	7 g
<hr/>	
Leche	1 taza 200 ml
Leche evaporada	1/2 taza 100 ml.
Leche polvo	3 cucharaditas 30 g
Yogurt	1 taza 200 ml.
<hr/>	

GRUPO II CARNE aporta 73 Kcal

Hidratos de carbono	0 g
Proteínas	7 g
Grasa	5 g
<hr/>	
Res	una porción chica 30 g
Termera	"
Cerdo	"
Carnero	"
Conejo	"
Pollo	"
Pavo	"
Camarón	una porción chica 45 g.
Ostiones	una porción chica 5 medianos
Pulpo	una porción chica 60 g
Huevo	una pieza 50 g
<hr/>	
CARNES EN CONSERVA	
Embutidos	una rebanada de 30 g
Salchicha	una pieza de 30 g
Atún	una cucharada de 30 g.

QUESOS

Amarillo

una rebanada de 30 g

Fresco

una rebanada de 30 g

Requesón

1/4 de taza

GRUPO III FRUTAS aporta 40 Kcal

Hidratos de carbono

10 g

Proteínas

0 g

Grasa

0 g

NOTA : La cantidad de cada fruta varía de acuerdo a su contenido en carbohidratos.

GRUPO IV VEGETALES

Grupo A libres aporta 24 Kcal

Grupo B aporta 48 Kcal

Hidratos de carbono 4 g

10 g

Proteínas 2 g

2 g

Grasa 0 g

0 g

NOTA : La cantidad de vegetales varía de acuerdo a su contenido de carbohidratos.

La cebolla, perejil, cilantro, chile en general, yerbas de olor, pueden utilizarse en la cantidad que se desee así como los vegetales del grupo A que son LIBRES.

GRUPO V CERALES, LEGUMINOSAS Y SUSTITUTOS. aporta 70 Kcal

Hidratos de carbono

15 g

Proteínas

2 g

Grasa

2 g

PAN

Bolillo	1/3 de pieza	20 g
Biscocho	1/3 de pieza	20 g
Pan de caja	1 rebanada	20 g
Pan integral	1 rebanada	20 g
Pan tostado	1 rebanada	20 g
Tortilla	1 pieza	20 g
Pastel sin cubierta	1 rebanada	20 g

CEREALES MODIFICADOS

Corn flakes	5 cucharadas	20 g
-------------	--------------	------

CEREALES COCIDOS

Arroz	1/2 Taza	100 g
Avena	1/2 taza	100 g
Cebada	1/2 taza	100 g
Tapioca	1/2 taza	100 g
Pastas Italianas	1/2 taza	100 g

GALLETAS

Soda	5 piezas	20 g
Marias	5 piezas	20 g
Pastas secas	6 piezas	40 g

NOTA : Los vegetales como papa, camote, elote, 100g.

De las leguminosas cocidas como lentejas, haba, frijol, garbanzo, alubia etc 100 g.

GRUPO IV GRASAS aporta 45 Kcal

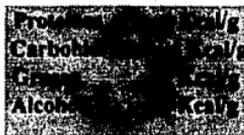
Hidratos de carbono	0 g
Proteínas	0 g
Grasas	5 g

Aceite	1 cucharadita 5 g
Manteca	1 cucharadita 5 g
Mantequilla	1 cucharadita 5 g
Margarina	1 cucharadita 5 g
Crema	1 cucharadita 10 g
Queso-crema	1 cucharadita 10 g
Mayonesa	1 cucharadita 5 g
Tocino	1 rebanada 10 g
Aderezo para ensaladas	1 cucharadita 15 g

Los complementos del menú que pueden ser ingeridos a discreción son:

- Agua mineral
- Café
- Caldos de verduras o de carnes sin grasa.
- Gelatina sin azúcar
- Limón
- Sabores
- Vainilla
- Canela
- Sazonadores
- Pimienta
- Té
- Jamaica

Para que las personas diabéticas puedan llevar un record de las calorías que ingieren diariamente y así lograr que su régimen alimenticio siempre sea el adecuado deben tomar en cuenta las calorías que aportan los siguientes nutrientes:



Para realizar la conversión de gramos de nutrientes a por ciento de calorías se hace el siguiente cálculo:

Cal/g	Total de calorías	% de calorías
10 grs de protefna x 4 =	40 calorías /170 =	23.5% Cal de prot.
10 grs de H C x 4 =	40 calorías/170 =	23.5% Cal de HC
10 grs. de Grasa x 9 =	90 calorías/170 =	53% Cal de grasa

total de Calorías= 170

Esto permite que los pacientes lleven una dieta menos restringida siempre y cuando cumplan con su límite de calorías establecido por el médico.²⁰

1.3.3. Especificaciones para la dieta del diabético adulto.

Las personas diabéticas no insulino-dependientes también necesitan seguir un programa dietético, pero sus requerimientos son bastante diferentes. Para la mayor parte de estos pacientes su principal problema es la obesidad por ello se ha instituido un programa de control calórico que consiste en una dieta equilibrada, en la que el número de calorías se encuentra reducido, lo que evita que estos individuos tengan una ingesta súbita de nutrientes; es muy importante que se establezca la regularidad de comidas y que los períodos intermitentes de ayuno y glotonería sean evitados en la medida en que el diabético obeso intente regular su peso corporal. Puesto que este grupo de pacientes responde a la restricción calórica con mejoría significativa en la hiperglucemia y glucosuria, el uso de insulina y terapéuticos orales debe esperar hasta que se ha conseguido un control dietético efectivo; en este momento se instruye a los pacientes en el valor calórico de los alimentos y en la ingesta de calorías que debe tener diariamente.

Una reducción modesta en el peso corporal de los diabéticos adultos se asocia con mejorías marcadas en el metabolismo de los hidratos de carbono, por ello, la restricción calórica y la pérdida de peso debe ser un punto central en el manejo del paciente recientemente diagnosticado.

En individuos delgados con este tipo de diabetes, la dieta puede tener un beneficio mínimo, sin embargo, probablemente la restricción y la distribución de los aportes calóricos juegue un papel muy importante. Se ha visto que en estos individuos la respuesta secretora de insulina ante el estímulo causado por alimentos es inadecuada y que este defecto es más evidente ante una ingesta elevada de calorías; por este motivo en individuos delgados con esta enfermedad se deben evitar los grandes aportes calóricos. Muchos de estos pacientes aprenden a tomar, al menos, tres comidas al día, de las cuales deben contener el mismo aporte calórico día a día. Aunque un individuo normal puede enfrentarse a aportes calóricos que varían tremendamente de un día a otro, el diabético adulto carece de esta capacidad de adaptación ya que la causa más importante en la producción de hiperglucemia glucosuria es la cantidad de calorías consumidas, más que el tipo de alimento utilizado.²⁷

1.4 Educación para el diabetico

En el diabético, el control interno ejercido por la insulina para mantener constante el nivel de glucosa plasmático debe sustituirse por un control externo a base de dieta e insulina del cual el paciente es responsable. Por eso es parte esencial de cualquier programa de tratamiento la educación del paciente respecto a la fisiología del metabolismo normal y los controles externos que deben utilizar. En general es mejor pensar que el diabético debe cuidar de su enfermedad por sí mismo con la ayuda y consejo del médico en lugar de que el paciente sea un sujeto pasivo que conlleve a que todas las decisiones del tratamiento sean tomadas por el médico. El paciente debe estar al corriente de los efectos de la dieta y del ejercicio sobre el control metabólico, así como de los métodos para medir el grado de glucosa por medio de los datos obtenidos en sangre y orina.

En el programa de educación, deben considerarse las siguientes facetas características de la enfermedad.

1) los signos, síntomas clínicos y los aspectos genéticos importantes de la enfermedad.

2) dieta; discusiones sobre la dieta incluyendo explicaciones sobre el metabolismo de los diversos nutrientes, la necesidad de regularidad en la dieta, la naturaleza específica que el programa ha recomendado a cada individuo y la importancia en la interacción de dieta, insulina, ejercicio para el control metabólico.

3) Administración de insulina; todo paciente debe ser capaz de inyectarse insulina para no depender de terceras personas, instruyéndose sobre este punto lo necesite o no.

4) Agentes hipoglucemiantes orales; estableciéndose sus diferencias con la insulina y comentando sus usos y limitaciones.

- 5) Control químico de glucosa; exámen de la sangre y de la orina con especial atención a la glucosuria y cetonuria.
- 6) Efectos secundarios en la enfermedad poniendo especial relieve en el cuidado de las extremidades inferiores, el manejo de las infecciones y enfermedades banales; y algunos comentarios sobre las patologías concomitantes de la diabetes, particularmente microangiopatía, neuropatía y macroangiopatía.

1.5 Bases Bioquímicas de la Diabetes

1.5.1 Digestión de los hidratos de carbono.

El nivel de glucosa en sangre se eleva tras una comida rica en carbohidratos, debido principalmente a la transformación del almidón en glucosa; posteriormente, la glucosa es absorbida y transportada por el sistema venoso porta hasta el hígado.

El almidón se compone por largas cadenas de moléculas de glucosa, unidas en una sola cadena (amilosa) o en una cadena ramificada (amilopectina). La digestión del almidón comienza con la acción de la enzima ptialina, la cual rompe las cadenas largas del almidón dejando unidades más cortas, y termina en el duodeno y en el ileón por la enzima maltasa, la cual transforma la maltosa en glucosa.

También existen sistemas enzimáticos que descomponen la mayoría de los hidratos de carbono ingeridos en la dieta hasta azúcares; de esta manera la sacarosa es transformada con facilidad a glucosa y fructosa. La lactosa (azúcar de la leche) es hidrolizada hasta galactosa y glucosa en la pared del intestino delgado.

Tanto la fructosa como la galactosa son captadas por el hígado, que las transforma en glucosa o las almacena como glucógeno.³⁴

1.5.2 Almacenamiento de los hidratos de carbono.

El glucógeno constituye la forma de almacenamiento principal para los carbohidratos. Se encuentra principalmente en el hígado y el músculo, prácticamente falta en el cerebro y tejido adiposo.

Un hombre normalmente alimentado posee alrededor de 400 gr de glucógeno en los músculos y 200 gr en el hígado. El glucógeno muscular se encuentra inmediatamente disponible para las necesidades del ejercicio, se trata de un polisacárido insoluble de glucosa con una estructura ramificada.

Tras una ingestión elevada de carbohidratos, la glucosa es convertida con rapidez en más glucógeno dentro del hígado y de los músculos, y a la inversa, en períodos con aporte escaso de hidratos de carbono, el glucógeno es catabolizado a glucosa que pasa al torrente sanguíneo. La transformación de glucosa en glucógeno se muestra esquemáticamente en la figura 3.

Sin embargo la vía para el catabolismo de glucógeno difiere de la utilizada para su síntesis, y en los pasos claves del proceso intervienen dos enzimas distintas:

- 1) La Fosforilasa, la cual produce glucosa 1-fosfato a partir del glucógeno introduciendo grupos fosfato.
- 2) Glucosa 6 Fosfatasa, que tiene la función de hidrolizar la glucosa 6-fosfato para producir glucosa libre.

Ambas enzimas están influenciadas por la actividad de diversas hormonas: el glucagón y la adrenalina las cuales elevan la glucemia, activan a la fosforilasa que consume el glucógeno hepático, la activación de esta enzima implica la intervención del mensajero intracelular AMP cíclico (monofosfato de adenosina). La vía para la transformación de glucógeno en glucosa no existe en el músculo porque carece de la enzima glucosa 6-fosfatasa, en éste órgano el glucógeno es transformado a ácido láctico.³⁴

1.5.3. Digestión de las proteínas en la dieta.

Las proteínas son hidrolizadas a unidades más pequeñas llamadas aminoácidos, estos al igual que los azúcares son absorbidos por el sistema porta y transportados al hígado.

También pueden ser utilizados para la síntesis de proteínas en el músculo y en el riñón.

En caso de ayuno prolongado los aminoácidos pueden ser metabolizados a glucosa conduciendo a una pérdida grave de proteínas orgánicas.³⁴

La gluconeogénesis

Es el proceso por medio del cual se produce glucosa a partir de otras sustancias especialmente proteínas, también del glicerol de las grasas pero no así de los ácidos grasos; este proceso es muy importante para mantener la cifra de glucosa durante los períodos largos de ayuno. La gluconeogénesis está muy acelerada en la diabetes, en esta enfermedad el catabolismo de las proteínas contribuye sustancialmente a elevar la glucemia.

Los aminoácidos producidos por el aumento del catabolismo proteico en situaciones de ayuno, son convertidos en los productos intermedios de las vías glucolíticas, principalmente en ácido pirúvico, invirtiéndose el proceso a la síntesis de glucosa o de glucógeno.

La gluconeogénesis tiene lugar en el hígado y los riñones y está controlada principalmente por la insulina, el glucagón y los esteroides suprarrenales. Cuando hay ausencia de insulina, como sucede en la diabetes, tipo I se activan las enzimas que intervienen en el catabolismo de las proteínas por el contrario, la administración de insulina reprime la gluconeogénesis mediante la inhibición de esas enzimas.

El glucagón y los esteroides suprarrenales aumentan la gluconeogénesis y pueden contribuir a la sobreproducción de glucosa en los diabéticos. Recientemente se ha visto que cuando se catabolizan las proteínas musculares, por ejemplo en casos de ayuno o diabetes,

los aminoácidos resultantes son convertidos primero en alanina, que es transportada al hígado donde da lugar a la elevación de la glucosa por las vías usuales de la gluconeogénesis. Debido a que el músculo puede ser una fuente importante de proteínas disponibles, parece ser que el transporte de alanina por esta vía tiene importancia fisiológica durante el ayuno.³⁴

1.5.4 Digestión de las grasas

Las grasas están constituidas por una combinación de ácidos grasos con glicerol; se almacena en las células del tejido adiposo subcutáneo, en el epiplón y alrededor de las vísceras. La primera etapa de su catabolismo consiste en la hidrólisis de las grasas neutras para dar ácidos grasos libres y glicerol; este proceso está regulado por diversas hormonas como la STH, el glucagón y la ACTH. En el tejido adiposo se producen ácidos grasos libres por acción de la enzima lipasa, y después son transportados a otros lugares en los que experimentan nuevas transformaciones metabólicas.

Mientras que las reservas de carbohidratos proporcionan una fuente de energía en caso de necesidad a corto plazo la grasa es un depósito de material inoxidable, que se utiliza cuando la restricción de hidratos de carbono es prolongada. Así pues, las reservas de grasa son catabolizadas en situaciones de ayuno.

1.5.5. Síntesis de las grasas.

Los ácidos grasos de cadena larga son sintetizados por una vía que difiere de la usada para su catabolismo. El punto de inicio es el acetil. coenzima A, que se forma con facilidad a partir de la glucosa mediante la glucólisis; las células de acetil-coenzima A se combinan para formar ácidos grasos de cadena larga, que junto con el glicerol dan lugar a las grasas neutras.

1.5.6. Catabolismo de los ácidos grasos y formación de cuerpos cetónicos.

Normalmente los ácidos grasos son oxidados en el hígado para producir moléculas de dos carbonos de acetil-coenzima A, que es metabolizada a través del ciclo de los ácidos tricarbóxicos hasta agua y dióxido de carbono. pero cuando el catabolismo de los ácidos grasos es excesivo, se supera la capacidad del hígado para oxidar toda la acetil coenzima A, y los fragmentos de los carbonos se combinan para formar acetoacetato, cuyo nivel sanguíneo se eleva con rapidez.

El acetoacetato es convertido en beta-hidroxibutirato que es descarboxilado para originar acetona (figura 4). Estas tres constituyen los cuerpos cetónicos, y si su nivel está muy elevado se llega al coma diabético.

Los niveles de cuerpos cetónicos también se elevan en las situaciones de ayuno, cuando la grasa es catabolizada para proporcionar una fuente de energía, aunque no se alcanzan cifras tan altas como en el coma diabético.

En condiciones normales, el acetoacetato es metabolizado por el músculo, donde puede ser oxidado completamente hasta dióxido de carbono y agua. En la cetosis grave se supera la capacidad para el metabolismo de estas sustancias, de forma que el fracaso de la oxidación contribuye a los altos niveles circulantes. Los tres cuerpos cetónicos son excretados por la orina y la acetona, que es volátil, también se elimina con la respiración.³⁴

1.5.7 Acción de la insulina

La acción más evidente de la insulina consiste en disminuir el nivel de glucosa en la sangre, así como también intervenir en el metabolismo de las proteínas y las grasas.

El descenso de la glucemia por la insulina es el resultado de su actividad inmediata en el aumento de la captación de glucosa por los tejidos; en el músculo la glucosa es captada con más facilidad y es convertida a glucógeno y ácido láctico o es oxidada a dióxido de carbono. En el tejido adiposo, el aumento en la oxidación de la glucosa conduce primero a la producción de cantidades excesivas de acetil coenzima A, la cual después es transformada a ácidos grasos de cadena larga.

La insulina ayuda a la producción de glicerol en el tejido adiposo, también tiene un efecto inmediato en el aumento de depósitos de grasa en el organismo a expensas de la glucosa, y ayuda a evitar la lipólisis.

La actividad a largo plazo de la insulina es actuar sobre diversas enzimas importantes para el metabolismo; en particular aumenta la actividad de la glucosinasa la cual fosforila la glucosa y aumenta así la tasa de su metabolismo hepático. La insulina también suprime la gluconeogénesis deprimiendo la función de las enzimas hepáticas que operan la vía inversa, desde las proteínas a la glucosa.

Portanto el efecto total de la insulina consiste en la formación de moléculas complejas, tales como el glucógeno y las de grasa, a partir de materiales simples como la glucosa. En ausencia de insulina, estas moléculas complejas tienden a catabolizarse; razón por la cual el diabético tiene un catabolismo excesivo en ausencia de esta hormona.³⁴

1.5.8 Respuesta hística a la insulina.

No todos los tejidos del organismo son igualmente sensibles al efecto de la insulina. El músculo y el tejido adiposo responden en cuestión de minutos y se muestran sensibles a pequeñas concentraciones de insulina circulante. En el hígado la insulina ejerce un efecto directo dentro de los 15 minutos siguientes a su administración; otros tejidos en especial el cerebro, no parecen ser sensibles a la insulina. Los efectos de esta hormona parecen estar relacionados principalmente con su acción sobre el hígado, el músculo y el tejido graso.

1.5.9. Receptores de membrana para la insulina.

En la actualidad se sabe que las hormonas polipeptídicas no penetran en las células, sino que actúan mediante interacción con receptores altamente específicos situados en las membranas celulares. La combinación entre esta hormona y el receptor representa, por tanto, el primer paso a la acción hormonal. Se cree que el receptor para la insulina es una glucoproteína parcialmente enterrada en la superficie de la membrana celular.

Este receptor es muy específico y no responde a otras hormonas polipeptídicas como el glucagón. Actualmente se han identificado receptores para la insulina en el hígado, el tejido adiposo, los linfocitos y la placenta.

El número de receptores existentes en las células no es constante, sino que cambia notablemente en las distintas circunstancias fisiológicas. Los receptores que se encuentran en el tejido adiposo disminuyen con la obesidad y esta reducción parece guardar relación con la resistencia a la insulina característica de los sujetos obesos.

Es probable que el número de receptores este controlado, al menos en parte, por el nivel de insulina circulante; de esta manera un nivel alto, como el que habitualmente existe en los obesos, disminuye la cantidad de receptores.

1.5.10 Consecuencias metabólicas de la falta de insulina.

Debido a la falta de insulina, está limitado el transporte de glucosa en el músculo y tejido adiposo, por tanto el nivel de glucosa en sangre se eleva. Además, aumenta el catabolismo de la grasa neutra hasta ácidos grasos libres y glicerol, por lo que se eleva la concentración sanguínea de estos ácidos. El aumento en el catabolismo de los ácidos grasos por el hígado conduce a una mayor producción de cuerpos cetónicos que se difunden desde el hígado y pasan a los músculos donde son oxidados.

Conforme se empeora el estado diabético, se elevan los niveles de cuerpos cetónicos y, superándose la capacidad para su oxidación lo que hace que la cetosis se haga progresivamente más grave.

Los tejidos captan menos aminoácidos y aumenta el catabolismo de las proteínas, al mismo tiempo las enzimas responsables de la gluconeogénesis son activadas por la ausencia de la insulina, con un consiguiente aumento en la producción de glucosa, principalmente en el hígado a expensas de las proteínas. La falta de insulina deprime la síntesis de grasas y de proteínas, cuando esta ausencia es prolongada hay aumento en el catabolismo de estas sustancias. Estas alteraciones pueden contrarrestarse mediante la administración de insulina, aunque algunas, como la inversión de la gluconeogénesis, puede tardar varias horas en ceder.³⁴

1.6. Materia Prima Utilizada en la Elaboración de Caramelos Macizos.

La tecnología utilizada en la elaboración de los dulces se basa esencialmente en la ciencia y arte del manejo del azúcar para la obtención de efectos especiales de textura. Este objetivo se logra principalmente mediante la regulación de su estado de cristalización y de las propiedades relativas de humedad.

Aunque los fabricantes de dulces cuentan con otros ingredientes para modificar los caramelos, todos ellos son secundarios al azúcar en la determinación de los atributos que caracterizan los principales tipos de dulces y, de hecho se escogen algunos, especialmente por su influencia sobre las propiedades físicas y químicas del azúcar.

El grado de cristalización y el porcentaje de humedad en el producto terminado se controlan a través de la selección de los ingredientes funcionales, el uso de calor en el cocimiento; y la concentración de los jarabes de azúcar como el modo en que se enfrían, incluyendo el hecho de que se haga con o sin agitación o batido.

Entre los ingredientes utilizados comúnmente en la elaboración de caramelos se encuentran los que a continuación se describen.^{5,6}

1.6.1 Sacarosa

Es el principal elemento que endulza y forma cristales en la fabricación de dulces y es conocido con el nombre común de azúcar de caña o remolacha.

A la temperatura ambiente se pueden disolver aproximadamente dos partes de sacarosa en una de agua, produciendo una solución cuya concentración es de 65%. Esta solución se sobresatura al enfriarla sin agitación; al provocar enfriamiento más severo con agitación, la sacarosa se cristaliza y se separa de la solución pudiendo acelerar este proceso mediante la adición de cristales de sacarosa.

Es posible preparar soluciones a concentraciones aún mayores con el aumento de temperatura.

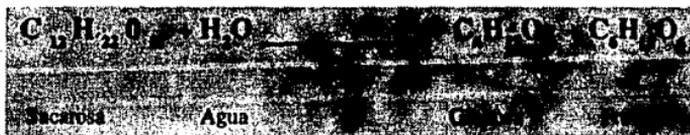
El punto de ebullición de estas se eleva considerablemente al incrementarse su concentración en dicho edulcorante. Al existir una interrelación precisa entre el punto de ebullición y la concentración de sacarosa, el fabricante de dulces puede regular eficazmente la cantidad de agua contenida por el producto en su forma final.

En el cuadro 1 se muestran diversas concentraciones de azúcar en jarabes y sus puntos de ebullición correspondientes.

% de azúcar	Puntos de ebullición °C
30	100.5
40	101.2
50	101.6
60	102.8
70	105
80	111
90	247

1.6.2. Azúcar Invertido.

Es el producto de la hidrólisis de la sacarosa mediante la acción de ácidos y enzimas, por lo que esta constituido de los monosacáridos glucosa y fructosa, de acuerdo con la siguiente ecuación:



En la industria confitera se les denomina a la glucosa dextrosa y a la fructosa, levulosa. A la mezcla de ambas se conoce como azúcar invertido.

La importancia de este azúcar radica en su contribución en el control del grado de cristalización de la sacarosa, debido a que presenta características particulares como:

- La dextrosa y levulosa cristalizan más lentamente que la sacarosa, de modo que la sustitución de una parte de esta por azúcar invertido disminuye la velocidad de cristalización de los cristales que se forman durante el enfriamiento de los jarabes que es cuando la mayoría de los cristales se forman y durante el almacenamiento.

- Una mezcla de sacarosa y azúcar invertido es más soluble en agua que la sacarosa sola, por una disminución en la cristalización. En la fabricación de dulces, el azúcar invertido puede ser adicionado en sustitución de una parte de la sacarosa de la fórmula o bien puede formarse directamente a partir de un ácido alimenticio con cremor tartaro, durante la ebullición del jarabe de azúcar, el ácido hidroliza una parte de la sacarosa, por lo que los efectos de la cristalización y otras propiedades del dulce dependen entonces de las concentraciones de glucosa y dextrosa así producidas.

El azúcar invertido actúa como humectante, absorbiendo cantidades de agua mayores que la sacarosa o jarabes de maíz debiéndose esta propiedad a la fructuosa presente.

1.6.7 Azúcar mascabado

Se obtiene de la última fase de refinamiento de la caña de azúcar; contiene una gran cantidad de cenizas, azúcar invertido, y componentes saborizantes que contribuyen a sus características agradables de sabor caramelo y color de amarillo a café.

Se utiliza frecuentemente en la elaboración de caramelos, toffees y en mantequilla estilo escocés, debido precisamente a su sabor.^{5,6}

1.6.4 Melazas

Son un subproducto del proceso de refinamiento del azúcar, presenta grandes cantidades de azúcar invertido y se utilizan principalmente por su sabor.

Hay varios grados de melazas, que van desde la de color más oscuro hasta la más clara. Estas últimas son generalmente utilizadas en alimentos que requieren un largo tiempo de cocinado.

Las melazas más oscuras y con sabor fuerte pueden añadirse al final del proceso de elaboración de caramelos que requieren de un sabor fuerte.

1.6.5. Miel

Constituye un producto elaborado por las abejas; contiene aproximadamente un 38% de fructosa y un 31% de glucosa.

Es un ingrediente muy costoso que cumple varias funciones en la confitería:

- Edulcorante en caramelos y nougats
- Actúa como humectante en dulces suaves y barras de granola.
- Realza el sabor de las frutas en chicles, jaleas, y en cremas de menta.
- Saborizante en nougats y dulces duros.

La miel puede sustituir a la sacarosa y a los jarabes de maíz altos en fructuosa.⁷

1.6.6. Endulzantes de maíz.

Entre estos ingredientes se encuentran los jarabes de maíz conocidos también como jarabes de glucosa. Presentan una amplia gama de propiedades que coadyuvan al logro de las características de los caramelos.

- dulzura
- control de la cristalización
- retención de humedad
- viscosidad
- control de crecimiento microbiológico
- oscurecimiento.

El jarabe es producido a partir del almidón de maíz refinado, por medio de una hidrólisis con ácido o con enzimas o una combinación de ambas. En este proceso las cadenas largas de las moléculas de almidón son transformadas a cadenas más cortas.

Contiene azúcares reductores, con un grupo carbonilo libre como la fructosa, dextrosa y maltosa.

El grado de conversión está dado por el término dextrosa equivalente (DE), definido como el porcentaje de azúcar reductor calculado como dextrosa en base seca.

Los jarabes de maíz están disponibles con diferentes composiciones de polisacáridos con DE de 20-95. Los que muestran un bajo valor de DE son los menos higroscópicos, sin embargo su uso se limita a la elaboración de caramelos macizos, dado que su alta viscosidad provoca mayor dificultad en otro proceso de elaboración. Su función consiste en disminuir los efectos de humedad en los caramelos, puesto que los polisacáridos de cadena larga presentes en el jarabe ligan las moléculas de agua, previniendo así la pérdida de humedad y pegajosidad del dulce.

El jarabe de maíz que cumple estas características es el que tiene un valor de DE de 42, ya que tiene buena resistencia a la absorción de humedad ambiental.^{7,14}

1.6.7 Dextrosa

Se obtiene comercialmente mediante un proceso enzimático a partir de almidones. Tiene un poder edulcorante del 75 a 80% con respecto a la sacarosa, debido a que su calor en solución es negativo da una sensación de frescura y realza el sabor de las frutas. Su higroscopicidad y poca dulzura hacen que la dextrosa se pueda utilizar en la elaboración de jaleas, gomas malvaviscos, pastas y otros productos.

1.6.8 Gomas

Varias son utilizadas en la elaboración de productos de confitería, las principales son las siguientes:

- Alginatos
- Agar
- Goma arábica
- Carragenina
- Goma Guar
- Goma de tragacanto
- Goma Xantana.

La mayor parte de las gomas son utilizadas para la elaboración de caramelos suaves como gomitas, malvaviscos, caramelos rellenos, etc.

Las gomas de tragacanto y arábica son las que tienen aplicaciones en la producción de caramelos duros por lo que nos referimos solo a ellas.¹¹

Goma de tragacanto: Es el exudado de una planta perene llamada Astragalus genus; consiste en una mezcla de dos polisacáridos: ácido tragacantico insoluble en agua y responsable de la viscosidad de la goma y arabinogalactama soluble en agua por lo que imparte solubilidad a la goma. Es muy resistente a los medio ácidos hasta un pH de 2, propiedad que la hace útil como espesante y estabilizador en centros de cremas.

Algunos de los dulce sen los que se usa son: caramelos, nougats y gomitas.^{7,11}

Goma arábica (ver punto 1.7.2)

1.7 Principales Materias Primas utilizadas en la Elaboración de dulces para Diabéticos.

1.7.1. Maltodextrinas: Conocidas comercialmente con el nombre de "Amidex"

ORIGEN

Son soluciones concentradas de sacáridos derivadas de la fécula de maíz tienen un valor de DE que puede ser desde 10 hasta 40. Debido a que su grado de conversión es mucho menor que el de los jarabes de maíz, tienen un sabor muy suave y son comparativamente dulces.

CLASIFICACION

Dependiendo de su equivalente de dextrosa se clasifican de la siguiente manera:

Amidex	Dextrosa equivalente	Propiedades
Amidex 10	10-12	Dulzor imperceptible higroscopicidad muy baja
Amidex 15	14-17	Dulzor imperceptible higroscopicidad muy baja
Amidex 20	18-22	Dulzor muy bajo higroscopicidad baja
Amidex 25	23-27	Dulzor muy bajo higroscopicidad baja
Amidex 30	28-32	Dulzor moderado higroscopicidad moderada
Amidex 36	34-38	Dulzor moderado higroscopicidad moderada
Amidex 40	37-41	Dulzor alto higroscopicidad notable

COMPOSICION

Dependiendo del valor de DE tienen la siguiente composición de carbohidratos.

D.E.	MG/O	DI	TR	TETRA	SUPERIORES
10	2.8	2.8	1.9	0	39.0
15	3.7	3.7	2.4	0	51.0
20	4.5	4.5	3.0	3.4	67.0
30	10.4	10.4	7.0	8.2	100.0
40	16.9	16.9	10.6	12.3	130.0
Orancia					

CARACTERISTICAS

Conforme el valor de D.E. aumenta, también aumentan las siguientes características:

- Reacciones de oscurecimiento
- Dulzor
- Abatimiento del punto de congelación
- Higroscopicidad
- Solubilidad

Conforme el valor de D.E. disminuye, también disminuyen las siguientes características:

- Viscosidad
- Prevención de cristalización gruesa
- Estabilización de espuma

USOS

Los usos de las diferentes soluciones de amidex son muy variados, principalmente son los siguientes:

- Permiten controlar el dulzor sin necesidad de alterar significativamente la composición.
- Inhiben la formación de terrones en polvos y harinas preparadas, prolongándose la vida de anaquel.
- No enmascaran sabores, ni aún a niveles altos de sólidos.
- No imparten gusto harinoso ni de almidón.
- Mejoran el cuerpo y la textura.
- Contribuyen a estabilizar las espumas.
- Reducen la cristalización en alimentos congelados.
- Forman películas claras y brillantes.
- Son excelentes acarreadores de vehículos.

En productos de confitería se utiliza mucho en la elaboración de caramelos duros, confitados i chicles ya que actúa como agente plastificante; el tipo de maltodextrina recomendada es la que tiene un valor de D.E. de 10, 20 y 30.³

1.7.2 Goma arábica: Conocida comercialmente con el nombre de REGOM.

ORIGEN

Es una exudación pegajosa y seca obtenida de árboles que pertenecen a varias especies de género Acacia, subfamilia Mimosoidea y familia Leguminosae. Existen alrededor de 500 especies de Acacia distribuidas sobre áreas tropicales y subtropicales de África, India, Australia, América central, sur y norte. La goma se produce en sitios calientes y secos elevados pero sólo unas especies de Acacia son comercialmente importantes.

La goma arábica es única en cuanto a que se produce solamente cuando los árboles están en condiciones de salud malas, los saludables no presentan generación de goma.

PROPIEDADES

La goma arábica presenta las siguientes propiedades:

- Viscosidad: la mayoría de las gomas forman soluciones muy viscosas a concentraciones muy bajas (1-5%), la goma arábica no es así, sino que presenta una elevada solubilidad y puede formar soluciones a una gran variedad de concentraciones. Es muy fácil preparar soluciones que contengan 37% de goma arábica a 25°C, y esta solubilidad es responsable de sus excelentes propiedades estabilizantes y emulsificantes cuando es incorporada con grandes cantidades de materiales insolubles.
- Concentración: A concentraciones menores del 40%, las soluciones de goma arábica exhiben un comportamiento Newtoniano; a concentraciones de 40% o más, se obtiene un decremento en la viscosidad y un incremento en la tensión.
- Temperatura: Conforme se incrementa la temperatura, la relativa viscosidad y densidad de las soluciones de goma arábica decrecen. La viscosidad es inversamente proporcional a la temperatura, pero varía en pequeños grados conforme la temperatura se incrementa.
- Electrolitos: La adición de electrolitos a una solución de goma arábica al 1%, baja la viscosidad. El decremento de la viscosidad es proporcional al incremento en la valencia del catión o al incremento de la concentración del electrolito.
- pH: La máxima viscosidad de una solución de goma arábica se alcanza a un pH = 4.58-6.30.
- Solubilidad: La goma arábica es soluble completamente en agua caliente o fría formando una solución clara y micilaginosa, pueden prepararse soluciones hasta del 50%; la solubilidad se incrementa con un aumento en la temperatura. La goma es insoluble en aceites y en la mayoría de los solventes orgánicos.

USOS

La goma arábica tiene una amplia gama de aplicaciones, se utiliza en la industria textil, litográfica, pinturas, adhesivos, cosmética, pastelera y confitería.

En confitería es altamente utilizada debido a su habilidad para evitar la cristalización del azúcar, y debido a su poder espesante. Se utiliza para cubiertas de dulces y como ingredientes en chicles y pastillas.

En chocolates se utiliza como emulsificantes manteniendo una uniformidad de la grasa distribuida a lo largo del producto, evitando que esta migre a la superficie del producto y se oxide.^{3,11}

1.7.3. Emulsionantes

Los surfactantes más comunes en la industria alimentaria son emulsionantes o emulsificantes que se pueden dividir, de acuerdo a su estructura química, en compuestos iónicos y no iónicos. Los primeros se pueden dividir en aniónicos y catiónicos, según la naturaleza del grupo iónico activo; estos agentes son altamente reactivos y pueden interaccionar con diferentes iones y con moléculas cargadas de signo opuesto, lo que produce una reducción en su capacidad como surfactantes. La que produce una reducción en su capacidad como surfactantes. La molécula de los emulsionantes iónicos está compuesta por un grupo orgánico con características lipofílicas y una parte hidrofílica que le permite interaccionar al mismo tiempo con la fase lipídica y acuosa respectivamente.

Los emulsionantes no iónicos son agentes que tienen solamente uniones covalentes y por lo tanto no tienen tendencia a ionizarse o a interaccionar con otros compuestos.

Los agentes emulsionantes tienen la capacidad de reducir la tensión superficial entre las moléculas de grasa y las de agua, de tal forma que evitan la tendencia de las partículas de grasa a interaccionar con ellas mismas y formar grandes agregados. Monoestearato de glicerilo; conocido comercialmente con el nombre de glicepol 160.

ORIGEN

Es el producto de la reacción de esterificación entre los ácidos palmítico y esteárico de origen animal, con la glicerina; es una mezcla de mono y diglicéridos que constituyen un emulsificante hidrofobo de tipo ni-iónico, similar en apariencia a la cera.

Es insoluble en agua y en propilenglicol, pero soluble en cloroformo, benceno, etanol y aceites vegetales en caliente.

PROPIEDADES

Debido a sus propiedades tensoactivas, el monoestearato de glicerilo es utilizado como emulsificante en diversos campos de la industria alimentaria y en la industria cosmética.

USOS

Sus principales aplicaciones son las siguientes:

- En procesos de margarina en donde ayuda a evitar la separación de agua.
- En helados se obtiene una nieve de mejor consistencia y de textura más suave.
- En panificación, se logran piezas más esponjadas y de migajón más suave.
- En chicles, natillas y productos de confitería, mejora el mascado y evita la pegajosidad con la dentadura.
- En cosméticos, es un buen emulsificante auxiliar y estabilizador, es comúnmente usado como base para cremas y lociones.

1.7.4. Acido cítrico: Es conocido como ácido 2 hidroxí-1,2,2 propanotricarboxílico.

ORIGEN

El ácido cítrico se obtiene únicamente a partir de frutas naturales, la mayor parte del ácido se obtiene de alimentos naturales de origen vegetal como: platano, higo, toronja, uva, lima, naranja, durazno, pera, fresa, etc.

El jugo de limón contiene de 5-6% de ácido cítrico y ha sido durante mucho tiempo la única primera materia prima empleada para su obtención.

USOS

El ácido cítrico es ampliamente utilizado en la industria alimenticia y farmacéutica debido principalmente a su facilidad de adquisición, a su sabor ácido agradable, a su muy baja toxicidad y a su fácil asimilación. Se utiliza mucho como acidulante en las bebidas carbónicas, en las cuales sirve para resaltar el sabor y dar a la bebida cierto gustillo picante, incrementa la efectividad de preservativo antimicrobiano. Es el acidulante usual en la preparación de jaleas, mermeladas y conserva. Se emplea mucho en caramelos, bombones y jarabes para darles un sabor agrio. Los niveles empleados de ácido cítrico son 0.5-1% y para dar un sabor mucho más agrio 2%.⁵

1.7.5. Xilitol

ORIGEN

El xilitol se encuentra en varios productos naturales como las fresas, coliflor, espinaca y otros vegetales. En forma industrial es producido por la transformación de dos ricas fuentes en xilanos o precursores de xilos, llevándose a cabo por tres vías diferentes:

- a) Química
- b) Enzimática
- c) Microbiológica

La principal fuente de materia prima es el xilote de maíz que por hidrólisis produce D-xilosa la cual se reduce posteriormente a xilol por medio de una hidrogenación en presencia de un catalizador de níquel, seguida de una purificación y cristalización.

DULZURA

Tienen el mismo poder edulcorante que la sacarosa. Esta propiedad es de particular interés ya que permite hacer reformulaciones de productos sustituyendo la sacarosa por xilitol y mantener la composición porcentual original del producto.

SOLUBILIDAD

A 30°C, la solubilidad del xilitol es muy parecida a la de la sacarosa. A menores temperaturas, es menos soluble, y a temperaturas mayores, es más soluble que la sacarosa.

EFEECTO REFRESCANTE

Tiene una entalpía endotérmica, diez veces mayor que la de sacarosa, por lo que al disolverse en la boca enfría la saliva y da una sensación de frescura. Esta sensación difiere del sabor refrescante del mentol. En una solución acuosa del 50% baja la temperatura por 12 grados centígrado, a una solución del 10%, que es normalmente utilizada en bebidas endulzadas con xilitol causa un declinamiento de 30°C. El uso de ácido cítrico y bicarbonato de sodio con xilitol realza el efecto.

HIGROSCOPICIDAD

Es muy higroscópico, a 20°C y a una humedad relativa del 77%, el xilitol cristalino tiene un contenido de humedad de 0.5 %; a una humedad relativa del 80% el contenido de humedad se incrementa a 1.5%, y a un 85% el xilitol absorbe suficiente agua como para licuar los cristales.

Esta propiedad del xilitol hace que se presenten problemas con el empaque a bajas temperaturas y humedad o en ambientes tropicales.

CRISTALIZACION

El xilitol se diferencia de otros polioles, monosacáridos y disacáridos por su cristalización. Su punto de fusión es de 92 a 96 °C.

El xilitol puro forma un fundido claro de baja viscosidad y que hierve a 215°C con una pequeña decoloración. La mezcla fundida fría puede permanecer fluida indefinidamente en un sistema cerrado, pero cristaliza rápidamente en un recipiente abierto .

Los fundidos congelados son capaces de dar 45.3 kcal/kg. Cuando las mezclas fundidas de xilitol son sembradas con xilitol y calentadas a 92°C se recrystalizan, este fenómeno de recrystalización es muy útil en la producción de caramelos duros.

VALOR CALORICO

Como los carbohidratos, el xilitol aporta 4 kcal/g.

ESTABILIDAD MICROBIOLÓGICA

El xilitol no es metabolizado por streptococcus mutans, los organismos implicados en el decaimiento de los dientes.

METABOLISMO

El xilitol es metabolizado independientemente de la insulina por lo que no produce picos de hipoglucemia. Con pocos efectos en el nivel de glucosa, el xilitol proporciona las mismas calorías (4 kcal) que otros carbohidratos.

TOXICIDAD Y TOLERANCIA

El xilitol causa problemas gastrointestinales y diarrea si se consume en grandes cantidades. Dosis máxima de 30g/día son recomendadas para adultos que toman por primera vez el xilitol. Después de que el sistema digestivo se adapta al xilitol, se pueden tomar 200-300 g/día.

APLICACIONES

Algunas aplicaciones del xilitol son las siguientes:

- * Goma de mascar. El xilitol se usa en tres maneras diferentes de chicles: laminas, bloques y chicles confitados.
- * Tabletas de menta que no causan caries.
- * Dulces duros. Se producen con combinaciones de ácido cítrico y xilitol las cuales se funden a 120 °C para evaporar el agua y reducir el tiempo de recrystalización.

La mezcla se enfría a 95 °C, y se añade el xilitol en polvo y saborizantes que sirven como núcleo cristalino durante la fase de enfriamiento.

Las ventajas que ofrece el xilitol sobre la glucosa y la sacarosa en la producción de caramelos duros son:

- No se requiere tiempo de ebullición.
- Menor tiempo de elaboración
- Mejor compatibilidad del producto con los aditivos
- El producto final no tiene atributos cariogénicos.

DESVENTAJAS

La pasta obtenida no puede ser moldeada en máquinas convencionales^{15,22,23,28}



1.7.6 Fructosa

ORIGEN

Los polímeros de fructosa, también conocidos como fructosanas, se encuentran ampliamente distribuidos en el reino vegetal, siendo la inulina el más explotado para la obtención de fructosa.

Este polisacárido se ha encontrado en altas concentraciones en las raíces de *Dalia tuber*, en los tubérculos de alcachofa de jerusalén y en el tronco principal de *Agave tequilana*.

La hidrólisis de sacarosa produce cantidades equimolares de glucosa y fructosa formando lo que se conoce con el nombre de azúcar invertido.

DULZOR

Cuando se compara la fructosa con el dulzor de la sacarosa (100), el dulzor relativo de la fructosa cristalina es de 117 para una solución al 10% a temperatura ambiente. En su forma cristalina pura beta-D-fructopiranososa, la fructosa tiene un valor relativo de 170-180.

La percepción del dulzor de la fructosa puede explicarse por el equilibrio de la fructosa en sus cuatro formas anómericas: beta-D-fructopiranososa, beta-D-fructofuranosa y sus respectivas formas alfa.

El equilibrio es reversible y ocurre en solución, la forma más dulce es la beta-D-fructopiranososa y su concentración determina el dulzor del sistema.

El dulzor de las soluciones de fructosa aumenta cuando el pH, temperatura y el contenido de sólidos decrece.

HIGROSCOPICIDAD

La fructosa tiene una gran capacidad ligante de agua sobre otros azúcares, puede ser usado como humectante en alimentos homeados y en productos como jaleas y mermeladas y en ciertos productos de confitería.

La capacidad ligante de agua y el incremento de la presión osmótica asociada con la fructosa ayudan a controlar el crecimiento microbiológico en los alimentos que la contienen.

La fructosa es más higroscópica que la sacarosa, ambos azúcares mantienen bajos niveles de humedad a una humedad relativa del 60%; en este punto la fructosa empieza a absorber humedad; en cambio la sacarosa empieza a absorber humedad a una humedad relativa del 80%; esta propiedad hace que la fructosa necesite diferentes condiciones de almacenamiento y manejo, se recomienda que la fructosa se almacene a una humedad relativa mínima del 50% y a 25°C para prevenir que el producto se vuelva pegajoso

SOLUBILIDAD

La fructosa cristalina es muy soluble en agua, y permite formar soluciones al 83% con una total disolución de sólidos.

A 60°C La fructosa forma soluciones hasta del 90%. Esta propiedad hace que se puedan formar sistemas con alto contenido de sólidos sin que estos cristalicen durante el almacenamiento.

REDUCCION CALORICA

Como la fructosa cristalina es de 10-30 veces más dulce que la sacarosa, menos cantidad de esta se necesita para producir el dulzor equivalente de un sistema de sucrosa puro, lo que hace que el producto final tenga menos calorías. El aporte calórico de la fructosa es de 4 kcal/g.

APLICACIONES

- a) La fructosa se utiliza en la elaboración de productos congelados como helados y sorbetes ya que deprime el punto de congelamiento.
- b) Se utiliza en la elaboración de mermeladas y jaleas.
- c) En la elaboración de productos de panificación. d) En la producción de ciertos productos de confitería.^{16,23,28,32.}

ESTRUCTURA



1.7.7 Aspartame

ORIGEN

La síntesis de un producto para terapia de úlceras condujo al descubrimiento accidental del aspartame conocido con el nombre común de Nutra Sweet.

El aspartame es un dipéptido de aminoácidos L-fenilalanina un aminoácido esencial, ácido L aspártico y un metil éster.

El aspartame es un polvo blanco inoloro.

DULZOR

El aspartame tiene un sabor dulce aproximadamente 180-200 veces más que la sacarosa. Es metabolizado por el cuerpo humano como un alimento nutritivo, pero se requiere en tan pequeñas cantidades para proporcionar el dulzor deseado que prácticamente es no calórico.

SOLUBILIDAD

La solubilidad del aspartame en agua depende del pH y de la temperatura. La máxima solubilidad del aspartame es a un pH de 2.2, y la mínima solubilidad es en su punto isoeléctrico de 5.2.

VALOR CALORICO

El aspartame es metabolizado como una proteína que aporta 4 kcal/g.

ESTABILIDAD

La temperatura, el pH y el contenido de humedad son condiciones esenciales para la estabilidad del aspartame.

La exposición del aspartame a elevadas temperaturas conduce a su descomposición lo que hace difícil su uso en productos de panadería. La estabilidad del aspartame en solución esta en función de la temperatura, del pH y del tiempo.

La estabilidad del aspartame se encuentra en un rango de pH 3-5 que caracteriza a la mayoría de los alimentos, la estabilidad óptima se encuentra a un pH de 4.3. A un pH de 3.4 y menor, el dipéptido se hidroliza y a un pH de 5 sucede una ciclización a acetoperazina; lo que lleva a la pérdida del dulzor.

ESTABILIDAD MICROBIOLÓGICA

El aspartame tiene estabilidad microbiológica, la asociación americana dental indicó que no causa caries.

METABOLISMO

El aspartame es metabolizado por la misma vía bioquímica de las proteínas, dando fenilalanina, ácido aspártico y metanol.

La producción de fenilalanina hace que los pacientes fenilcetonúricos no lo puedan ingerir. Sin embargo la Asociación médica americana definió que el aspartame no causa problemas de salud en personas normales ya que actúa como una proteína en la dieta.

APLICACIONES

El aspartame es usado principalmente en los siguientes productos:

- a) Tabletas endulzantes
- b) Bebidas suaves
- c) Goma de mascar
- d) Pudines
- e) Mezclas de cocoa y gelatina
- f) Laxantes de fibra natural.^{19,26}

2. MATERIALES Y METODOS

2.1 Diseño de la Metodología.

Para el diseño de este trabajo se realizarán las siguientes actividades:

- Selección de la materia prima
- Desarrollo de las formulaciones
- Análisis microbiológico
- Análisis Bromatológico
- Vida de Anaquel
- Evaluación sensorial
- Contenido calórico del producto
- Costo del producto terminado

2.2 Materia Prima

La materia prima utilizada en la elaboración del caramelo fue proporcionada por diferentes industrias, tales como Arancia, Química Hércules, Laboratorios Roche, Productos de maíz y Firmenich. Los componentes utilizados en la fabricación del dulce se muestran en el cuadro 2.

La selección de la materia prima se hizo en base a una revisión bibliográfica principalmente de patentes, también se recurrió a diferentes compañías como Arancia para pedirles asesoramiento en la elaboración del caramelo y por último se hizo una investigación de la materia prima utilizada en Estados Unidos para la elaboración de este tipo de productos.

Cuadro 2. Materia prima utilizada en la elaboración de caramelos.

Materia Prima	Función	Procedencia
Maltodextrina	Plastificante da cuerpo y textura	Arancia
Goma arabiga	Brillantez	Arancia
Monosteato de glicerilo	Ermulsificante mejora el mascado	Arancia
Acido cítrico	Sabor ácido	Química Hércules
Fructosa	Edulcorante no metabolizado con insulina	Productos de maíz
Xilitol	Edulcorante no metabolizado con insulina	Laboratorios Roche
Saborizante	Sabor	Firmenich
Colorante	Color	Supermercado

2.3. Proceso de elaboración del Dulce

Para la elaboración de las formulaciones antes mencionadas se siguió un proceso de elaboración inicial el cual fue sufriendo cambios hasta llegar al proceso de elaboración final que permitió obtener el producto con las características ideales.

El proceso inicialmente utilizado fue el siguiente. El jarabe de maltodextrina en polvo se calentó a una temperatura de 60°C, posteriormente se añadió la goma arábica, el polvo de maltodextrina, los edulcorantes, el sabor y el color. La mezcla con todos los ingredientes se calentó hasta una temperatura de 80°C, posteriormente se enfrió hasta 60°C para poder moldear el dulce.^{21,24,33}

El diagrama del proceso se muestra en la figura 4.

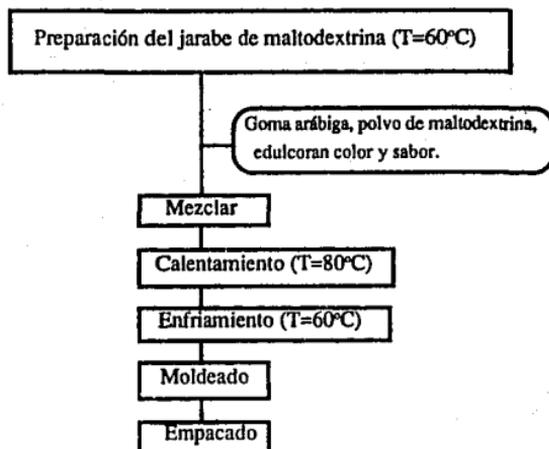


Figura 4. Proceso de elaboración inicial.

2.4 Evaluación Sensorial.

Para establecer un criterio sobre la aceptación del caramelo por diabéticos en el mercado, se realizó una evaluación sensorial con paneles de personas diabéticas, principalmente niños, así como con personas saludables.

Se seleccionaron para este fin tres formulaciones con diferentes proporciones de edulcorantes, que fueron las que presentaron mejores características en el producto. La prueba fue de preferencia por ordenamiento entre ellas y un producto semejante de importación. Los resultados fueron tratados mediante un análisis de varianza y prueba de Tukey. También se aplicó una prueba discriminativa de triángulo y los datos se analizaron de acuerdo a Roessler.¹⁸

Las formas que se utilizaron para la realización de la evaluación sensorial se muestran en el anexo 1.

2.5 Análisis Bromatológico y Microbiológico. ^{4,12}

Al caramelo mejor evaluado sensorialmente se le sometió al análisis bromatológico, especificado para este tipo de productos.

- Acidez
- Cenizas
- Humedad en estufa de secado
- Reductores directos por el método de Fehling
- Reductores totales por el método de Fehling.

En el caramelo mejor evaluado sensorial y químicamente se determinaron a las 48 horas de su obtención hongos y levaduras.

2.6 Vida de Anaquel

Se mantuvo el producto en papel celofán, dentro de una bolsa de polietileno bajo condiciones de temperatura ambiente durante 30 días, después de los cuales se realizaron análisis de humedad y microbiológico.

2.7 Contenido calórico del producto.

En los pacientes diabéticos se debe tener un control estricto en el contenido calórico de su dieta, por este motivo fue necesario calcular las calorías que aporta cada dulce y de esta manera poder dar una equivalencia en la dieta de estos pacientes.

2.8 Costo del producto.

Se hizo un análisis aproximado del costo del dulce, tomando en cuenta materia prima, mano de obra, energéticos, mantenimiento de equipo y precio a distribuidor, con el fin de comparar el costo del dulce con un producto semejante de importación.

3. RESULTADOS

3.1 FORMULACIONES

El dulce elaborado con la formulación I, presentó poca consistencia, debido a que la cantidad del agente texturizante, maltodextrina en este caso, fue insuficiente y la temperatura máxima en el proceso fue de 70°C, es decir por debajo de la necesaria para la caramelización de los azúcares. La proporción de ácido cítrico utilizada le confirió un sabor demasiado ácido. El color gris probablemente se formó mediante una interacción entre los componentes del caramelo, fundamentalmente ácido cítrico con el aluminio, material del que estaba hecho el recipiente en que se llevó a cabo dicha elaboración. cuadro I.

CUADRO I. FORMULACION I	
Materia prima	porcentaje
Maltodextrina	72,4
Goma arábiga	1,2
Sorbitol	1,0
Fructosa	1,0
Saborizante	1,5
Ácido cítrico	4,18
Agua	18,93

En la formulación II, a pesar de incrementar la maltodextrina, la temperatura aplicada, fue también de 70°C, lo que impidió la concentración de sólidos requerida para la obtención de una textura adecuada para un caramelo. El ácido cítrico estuvo todavía en exceso.

Se suprimió el sorbitol, a partir de la formulación III, ya que existen reportes que indican una acción aceleradora de este compuesto sobre la retinopatía en los diabéticos. Cuadro II.

La neuropatía diabética daña las fibras nerviosas a lo largo del tiempo. Los nervios periféricos conectan el cordón espinal al músculo, piel, vasos sanguíneos y órganos.

Hay tres tipos de nervios periféricos: autónomo, motor y sensorio. Los nervios sensorios llevan la información al cerebro, los nervios autónomos no actúan conscientemente. El sistema motor controla los músculos.

La variedad más común de neuropatía es llamada polineuropatía distante del centro sensorio, la cual ataca los dos lados del cuerpo. Las piernas y pies son usualmente afectados y a veces también se dañan las manos; las personas con este tipo de neuropatía también experimentan dolor y una sensación de picazón y pérdida de sensibilidad.

Este tipo de neuropatía se desarrolla únicamente después de muchos años con un control inadecuado de los niveles de glucosa en sangre.

El siguiente tipo de neuropatía común es la llamada neuropatía próxima en donde los músculos del muslo son afectados, los síntomas de dolor y debilidad tienden a afectar más un lado que el otro.

El otro tipo de neuropatía afecta el sistema nervioso autónomo y la vejiga. La neuropatía autonómica causa trastornos intestinales, de la vejiga, las glándulas sudoríparas y puede causar también impotencia sexual cuando se afectan los nervios que causan erección.

Finalmente hay neuropatías menos comunes que afectan nervios de los ojos y de la cabeza, la neuropatía craneal afecta los nervios craneales los cuales están conectados al cerebro y controlan la vista, el movimiento del ojo, el oído y el gusto.

Esta neuropatía suele afectar los nervios que controlan los músculos del ojo. Frecuentemente las personas que tienen neuropatía presentan más de un tipo de estas.

Es poco probable que la glucosa dañe los nervios directamente, es más fácil que los niveles altos de glucosa den comienzo a una serie de cambios bioquímicos que afecten directamente las fibras nerviosas, o puede ser que esta elevación de la glucosa ocasione cambios en el acaramiento de oxígeno a las células rojas de la sangre, ocasionando que las células sanguíneas se peguen unas a otras, reduciendo el flujo sanguíneo.

Una hipótesis que los científicos consideran atractiva, es la reconstitución de azúcares anormales. Cuando los azúcares sanguíneos están elevados en personas diabéticas, el cuerpo empieza a usar un camino que involucra la enzima aldosa reductasa como una vía para quitar el exceso de glucosa. Esto lleva a la producción de glucosa y sorbitol el cual es difícil de eliminar por el cuerpo. Cuando el sorbitol se acumula queda atrapado en el interior de las fibras nerviosas, interfiriendo en el transporte de materiales nerviosos en las fibras nerviosas; interrumpiendo este camino y dando como resultado daño en los nervios.

Pero el exceso de sorbitol puede ser solamente la mitad del problema, y la otra mitad el compuesto llamado mioinositol. Estudios hechos hace unos años, mostraron que las personas con diabetes desalojan cantidades grandes de mioinositol en la orina, esto indica que los tejidos vitales almacenan pocas cantidades de este importante compuesto.

Bajas cantidades de mioinositol en los nervios puede reducir la conducción nerviosa y posiblemente cause daño a las fibras nerviosas. Mientras más se acumule el sorbitol más rápido se presenta la neuropatía. Esto se puede evitar con inhibidores de la enzima aldosa reductas, evitando así la producción de sorbitol.²²

CUADRO II FORMULACIÓN II	
Materia prima	Cantidad
Maltodextrina	11.27
Maltodextrina	11.27
Acido cítrico	1.17
Saborizante	1.17
Agua	11.27

El edulcorante usado en la formulación III fue el xilito, en un 0.57 %, sin embargo esta cantidad no proporcionó el dulzor necesario. La consistencia de estos caramelos fué más firme puesto que se realizó un calentamiento de la mezcla hasta 100 °C, logrando una mayor concentración de sólidos y posiblemente caramelización, además se aumento la cantidad global de maltodextrina. No obstante el dulce presentó pegajosidad. Cuadro III

CUADRO III	
Materia prima	Cantidad
Jarabe de maltodextrina	11.27
Polvo de maltodextrina	11.27
Xilitol	0.57
Goma arábica	1.17
Agua	11.27

Se seleccionó fructuosa como edulcorante complementario al xilitol, en la formulación IV, y de esta forma se obtuvo un sabor más dulce en el producto, por el poder edulcorante de este monosacárido, superior al de sacarosa y xilitol. El caramelo tuvo textura firme, aún cuando el contenido de maltodextrina se disminuyó, por la probable caramelización de la fructuosa; se siguió presentando el problema de la pegajosidad. Para evitarlo se utilizó monoestearato de glicerilo en la formulación V, este es una mezcla de mono y diglicéridos de los ácidos palmítico y esteárico con glicerina; se usa en confitería por sus propiedades semejantes a las de la cera de abeja, inhibiendo la entrada de agua al producto, evitando así su adhesión en los dientes, los resultados en este aspecto fueron satisfactorios. Cuadro IV.

CUADRO IV - FORMULA IV	
Materia prima	porcentaje
Jarabe de maltodextrina	57.60
Maltodextrina	2.80
Fructuosa	1.15
Agua	3.90
Funcionarios	20.70
Almidón	11.90

Con el fin de impartir sabor al producto se adicionó a esta formulación saborizante a frutas; el caramelo tuvo consistencia ideal al usar una temperatura de 120 °C, pero le faltó sabor. Por esto en la formulación VI se adicionó mayor cantidad del saborizante. Cuadro V.

Material prima	Cantidad
Leche condensada	100
Polvos de maicodextrin	200
Goma arábiga	1.30
Fructosa	10.50
Xilitol	10.50
Monosteato de glicerilo	0.41
Saborizante	0.22
Agua	116.80

Se usó 0.8 % de monoestearato de glicerilo para observar si a mayor cantidad su efecto se incrementaba, pero no fue así, debido a que un exceso provoca que este componente no se mezcle homogéneamente con los demás dado a su alta hidrofobicidad; para corroborar esto se realizó la formulación VII, adicionandolo a 130 °C, con los mismos resultados. Cuadro VI.

Material prima	Cantidad
Leche condensada	100
Polvos de maicodextrin	200
Fructosa	10.50
Xilitol	10.50
Monosteato de glicerilo	0.82
Saborizante	0.22
Agua	116.80

Al incluir 20.16% de fructuosa, como único edulcorante, el dulzor del producto fue muy bueno, pero debido a la alta higroscopicidad de este volvió a presentarse pegajosidad. Se seleccionó como colorante uno vegetal, el cual proporcionó el color adecuado al caramelo. Cuadro VII.

CUADRO VII FORMULACION VII	
Materia prima	Porcentaje
Jarabe de malto dextrina	56.40
Malto dextrina en polvo	1.60
Goma arábica	0.80
Fructuosa	20.16
Monoestearato de glicerilo	0.80
Saborizante	2.41
Acido cítrico	1.20
Colorante	0.40
Agua	16.10

En la formulación VIII, por lo tanto se adicionó 0.40% de monoestearato de glicerilo, ya probado en la formulación V como el óptimo. En este caso se usó sólo xilitol como edulcorante, sin embargo el dulce presentó un sabor amargo residual. Cuadro VIII.

CUADRO VIII FORMULACION VIII	
Materia prima	Porcentaje
Jarabe de malto dextrina	56.90
Malto dextrina en polvo	1.50
Goma arábica	0.80
Almidón	1.10
Monoestearato de glicerilo	0.40
Saborizante	2.41
Colorante	0.40
Xilitol	0.80
Acido cítrico	16.10

Al incluir en la fórmula IX jarabe de maltodextrina con DE=10, el caramelo no tuvo la textura deseada por un insuficiente grado de caramelización. Cuadro IX.

CUADRO IX FORMULACION IX	
Materia prima	Porcentaje
Jarabe de maltodextrina D=10	58.30
Goma arábiga	0.25
Fructuosa	0.41
Xilitol	0.41
Monoestearato de glicerilo	0.41
Saborizante	2.30
Colorante	0.41
Acido cítrico	0.83
Agua	16.60

Finalmente mediante la formulación X se obtuvo el producto con las características, color y sabor adecuadas. Cuadro X.

CUADRO X FORMULACION X	
Materia prima	Porcentaje
Jarabe de maltodextrina	57.37
Maltodextrina en polvo	1.60
Goma arábiga	0.24
Xilitol	10.24
Fructuosa	10.24
Monoestearato de glicerilo	0.40
Saborizante	2.30
Acido cítrico	0.81
Colorante	0.40
Agua	16.39

En el diseño de las formulaciones se logró sustituir la sacarosa usada normalmente en la elaboración de dulces como materia prima fundamental, por fructuosa y xilitol, edulcorantes que no requieren insulina para su metabolismo y que imparten al caramelo su sabor dulce característico debido a que su poder edulcorante es comparable al de la sacarosa.

La textura del dulce en gran parte es debido al uso de maltodextrina (DE=30) como base, en forma de jarabe, ya que desempeñó las funciones de agente plastificante dándole cuerpo y textura necesarios al producto.

La goma arábiga tiene poder espesante, evita la cristalización de los edulcorantes, propiedades adhesivas por lo que forma una película que protege al producto de la humedad del aire, oxidación y evaporación del saborizante.

El inconveniente de la pegajosidad en los caramelos se resolvió usando monoestearato de glicerilo.

Las características organolépticas del producto se mejoraron al utilizar saborizante de fresa y color vegetal rojo con buenos resultados requiriéndose pequeñas concentraciones de éstos.

El ácido cítrico le impartió el sabor agrídulce al producto.

Otros factores importantes a considerar en la variación de las características de los dulces obtenidos, son las condiciones del proceso, ya que en las primeras formulaciones se siguió el inicial mencionado en el punto 2.3, al cual se le fueron haciendo modificaciones, en relación al orden de adición de materia prima y temperatura utilizadas.

Las condiciones que permitieron la concentración de sólidos adecuada, así como la textura y características tales como brillantez y homogeneidad fueron las siguientes: la maltodextrina se incorporó en forma de jarabe en una concentración del 57.37 % se elevó la temperatura a 80 °C, en este momento se adicionaron los edulcorantes y la goma arábiga previamente disuelta en agua. Esta mezcla se calentó hasta 130 °C para lograr la concentración de sólidos requerida y llegar al punto de caramelización, se adicionó el monoestearato de glicerilo en esta etapa ya que se funde a temperaturas mayores de 80 °C, manteniéndose ésta durante 5-7 minutos, posteriormente se bajó a 80 °C con el fin de añadir el saborizante y evitar su rápida evaporación; también se agregó el colorante y por último el ácido cítrico para reducir el tiempo de contacto con la maltodextrina ya que puede provocar su hidrólisis y obtenerse un caramelo muy higroscópico debido a un alto contenido de azúcares reductores. Terminado el producto se procedió al moldeado y empaçado en papel celofán.

3.2 Análisis bromatológico y microbiológico.

Los análisis bromatológicos y microbiológicos se hicieron a los dulces elaborados con una mezcla de edulcorantes 50:50 xilitol y fructuosa, por presentar este dulce menor higroscopicidad, lo que facilita su almacenamiento. Los resultados se muestran en el cuadro 3.

CUADRO 3 Resultado de los análisis Bromatológico y Microbiológico.

Humedad	4.0	%
Humedad a los 30 días	6.0	%
Cenizas	0.898	%
Reductores totales	30.0	%
Acidez (ácido cítrico)	1.55	%
Hongos	menos de 10 col/g.	
Levaduras	menos de 10 col/g.	

Para obtener el caramelo se utilizó el cocinado en marmita o cazo abierto. Por razones termodinámicas es imposible obtener un continuo de humedad menor al 2%.

En caramelos normales hechos a base de sacarosa el contenido de humedad ideal es menor al 2%; en el producto elaborado fué mayor debido a que la fructuosa es altamente higroscópica, y el proceso se hizo en un cazo de cobre abierto.

Sin embargo el proceso se puede mejorar utilizando un método de cocción por batch, en el cual se cocina el caramelo en un olla a presión atmosférica hasta llegar a cierta concentración de humedad, posteriormente se coloca un capuchón creando vacío, y la solución sobrecalentada expulsa el resto de humedad que tenía.

Otro proceso de cocción de caramelo es mediante de cocinadores continuos como el *hansella* que llegan a producir hasta 1000 Kg/hora, y la serie *microfilm* de Baker-Perrins; la finalidad de estos últimos ha sido la de reducir el tiempo que el azúcar permanece a altas temperaturas, y evitar la formación de azúcar quemada cuyo sabor y color son desagradables.

Una vez terminado el caramelo se necesita vigilar que éste no absorba humedad nuevamente, ya que generalmente después del moldeado permanece en un ambiente húmedo antes de ser envuelto, lo ideal es mantener el área de cocción independiente de las zonas en

donde se recibe el caramelo moldeado y se empaca. Por debajo de 37-40 °C el caramelo empieza a absorber humedad del medio ambiente, al principio la absorción se lleva a cabo a través de la capa molecular que se encuentra alrededor del caramelo, posteriormente se desarrolla en las capas moleculares subsiguientes y finalmente se lleva a cabo mediante la absorción de agua capilar. El fenómeno es irreversible y por el descenso de la viscosidad se puede provocar el fenómeno de revenido y empanizado.²⁵

3.3 Vida de anaquel

Los caramelos presentaron un incremento del 2% en su contenido de humedad al transcurrir los 30 días de vida de anaquel ya que la fructuosa es altamente higroscópica. No obstante esto puede resolverse mediante un empacado al vacío. No hubo variación en cuanto al análisis microbiológico inicial.

3.4 Evaluación sensorial.

Los resultados de la evaluación sensorial por preferencia realizada en las tres formulaciones seleccionadas y un producto semejante de importación se muestran en los cuadros 4, 5 y 6, donde a partir de estos se puede deducir que los caramelos con fructuosa y fructuosa-xilitol fueron significativamente más aceptados que los de xilitol e importación, siendo éste último el menos apreciado. Al ser sometidas las muestras con mayor aceptación a una prueba discriminativa de triángulo, se observó una diferencia significativa entre estas, sin embargo en relación a preferencia no existió.¹⁸

CUADRO 4 Formulaciones utilizadas en la evaluación sensorial

Ingredientes	Fórmula I	Fórmula II	Fórmula III
Jarabe de maltodextrina	57.37 %	57.37 %	57.37 %
Maltodextrina en polvo	1.60 %	1.60 %	1.60 %
Goma arábica	0.24 %	0.24 %	0.24 %
Xilitol	10.24 %	20.48 %	-----
Fructuosa	10.24 %	-----	20.48 %
Monoestearato de glicerilo	0.40 %	0.40 %	0.40 %
Saborizante	2.45 %	2.45 %	2.45 %
Acido cítrico	0.81 %	0.81 %	0.81 %
Colorante	0.40 %	0.40 %	0.40 %
Agua	16.39 %	16.39 %	16.39 %

CUADRO 5 Análisis de varianza de la evaluación sensorial

Fuentes de variación	g.l.	s.s.	c.m.	F.
Muestras	3	15.499	5.166	9.11
Jueces	22	0	0	--
Error	66	37.441	0.567	--
Total	91	52.940	--	--
$F_{1-4,13}$ $p=0.01$				

CUADRO 6 Prueba de Tukey de la evaluación sensorial

Tratamiento	Fructuosa	Fructuosa-Xilitol	Xilitol	Imp.
Media	0.5444 a	0.244 a	-0.339 b	-0.449 b
Diferencia significativa menor : 0.587				
F= 0.05				

3.5 Contenido calórico del producto

El contenido calórico de estos caramelos se observa en el cuadro 7 siendo este comparable con el de los dulces de importación. Su equivalencia por tanto es de 12 gramos por una ración de fruta la cual aporta 50 Cal, este dato le permite al diabético controlar su ingesta calórica diaria.²⁴

CUADRO 7 Contenido calórico de los caramelos

Ración	3 dulces de 12 g cada uno
Calorías por dulce	15
Calorías por ración	45
Equivalencia	1 ración de dulces por una ración de fruta, o 1 dulce por 1/3 de ración de fruta.

Los datos calóricos del cuadro anterior fueron calculados de manera teórica y práctica, esta última se realizó en calorímetro y los resultados fueron muy semejantes a los calculados en la teoría.

3.6 Costo del producto terminado

Se calculó el costo aproximado del producto tomando en cuenta el precio de la materia prima, la cual tiene un monto de \$ 715.10; si se consideran en forma aproximada los costos de mano de obra, energéticos, mantenimiento de equipo y precio a distribuidor, este caramelo tendrá un valor monetario al consumidor alrededor de \$ 2640.00 por 100 gr. Un producto similar de importación presenta un precio en el mercado de \$ 7725.66/ 100 gr, por lo tanto este dulce resulta ser mucho más económico. ^{cuadro 8}

Materia prima	Precio en pesos
Maltodextrina	136.80
Xilitol	275.00
Fructosa	36.75
Goma arábica	6.00
Monoestearato de glicerilo	2.65
Acido cítrico	0.85
Sabor	257.10
Total	715.10

3.7 Ventajas y desventajas del caramelo para personas con Diabetes tipos I

Ventajas

- *Lo pueden tomar las personas diabéticas sin sufrir alteraciones bruscas en los niveles.
- *El dulce puede ser consumido por personas de salud normal.
- *Tiene un valor calórico bajo, lo que permite que sea incluido en dietas para controlar el peso corporal.
- *Uno de los edulcorantes que presenta no es causa de caries.
- *Su costo esta por debajo de los productos semejantes de importación.
- *Es un producto dirigido principalmente a niños diabéticos, siendo una de las pocas golosinas que pueden incluir en su dieta.
- *No contiene sorbitol. El cual causa daño óptico en los diabéticos.

Desventajas

- * Es muy higroscópico por lo que necesita un empaque especial que no sea permeable

4.- CONCLUSIONES

El caramelo desarrollado puede ser ingerido por personas diabéticas, sin repercusiones perjudiciales en su salud.

El costo del producto fue aproximadamente la tercera parte de uno similar de importación.

La formulación en la que se utilizó una mezcla de Xilitol-Fructuosa como edulcorantes, permitió la obtención de un caramelo con gran aceptación por el consumidor.

Al presentar este dulce un valor calórico bajo, puede ser incluido en dietas para controlar el peso corporal.

5.-BIBLIOGRAFIA

- (1) Anne. Przybyla. 1987. Calorie Reduction achieved with help of stabilizers. Food engineering; 60-66.
- (2) Anonymous. 1986. Sweeteners. Food technology; 112-130.
- (3) Arancia. División productos industriales, comunicación verbal.
- (4) Association of official analytical chemists. 1980. ch 31, p 519. Methods of analysis. Thirteen edition.
- (5) Barnett, C.D. 1978. Raw materials. Ch 1 The art and science of candy Manufacturing. p.1. Book for industry Dir. Inc. New York.
- (6) Chalmers. A. 1988, Hard candy. The Mfg. Confectioner; 68(11) : 71.
- (7) Charles. E. Morris. 1987. Sugar Under Fire. Food engineering; 107-112.
- (8) Donald Jewler. 1989. Diabetes and the immune system, Diabetes Forecast; (42)(8) : 32-42.
- (9) Don Blenford reviews current developments in market. 1986. Hidden Sweetenes. Food. 21-41.
- (10) Encuesta nacional de salud. Dirección general de epidemiología.
- (11) Glickman, M. 1983. Gum arabic. Ch 1. Food Hidrocolloids, Vol 2 ed. M. Glicksman, p.7. C.R.C. Press Inc. Boca Raton Fla.
- (12) Guelfi, R. 1988. Critical factors in caramel quality. The Mfg. Confectioner (68) (85): 11.
- (13) Hobbs. I. 1983. Technology: Sweeteners in confections. Candy Ind. 18(9) : 48.
- (14) James C. Fruiny y Barrett L. Scallet. 1976. Isomerized Corn Syrups in food products. Food Manufacture; 37-39.
- (15) Judie. D. Dziezak. 1989. Ingredientes for sweet succes. Food Technology; 94-116.
- (16) J.W. Robinson and Food Technical service staff. 1975. Will fructose com syrup sweeten your future? Food engineering; 57-61.
- (17) Kurt-Oppmer Encyclopedia of chem. thech. 1984 Sweeteners. 3rd edition. p. 22.
- (18) Larmond Elizabeth. 1977. Laboratory methods for sensory evaluation of food. Research branch Canada dept. of agriculture.
- (19) Lewis D. Steginik. 1987. Aspartame; Review of the safety issues. Food technology; 119.
- (20) Marcia Mazur. 1990. A book to count on. Diabetes Forecast; (43) (2): 52-56.
- (21) Motegi. 1986. Low candies. U.S. patent. 19,4,623,543.
- (22) Peter James Dyck, M.D. 1989. Aldose reductase inhibitors and Diabetic neuropathy. Diabetes forecast; (42) (5): 40-48.
- (23) P.L. Kraft y A.L. Bakal. 1987. Intense sweeteners: where is controversy? Food technology; 115-124.

- (24) Pfizer. 1987. Reduced calorie candies made without sucrose food engineering; 45-47.
- (25) Programa Universitario de alimentos. Programa Universitario de alimentos coordinación de la investigación científica. Universidad Nacional Autónoma de México. Curso de confitería.
- (26) Richard D. Mc. Cormick. 1990. Aspartame: a new dimension for controlling products sweetenes cover story; 287, 28.
- (27) R.H. Williams. 1984. Tratado de endocrinología. capítulo 15, p 819-911. 6 edición, Interamericana.
- (28) Rodríguez-Palacios, F.J. Hurbe-Cinas, F.A. Valle-vega. p.1986. Edulcorantes. *Tecnol. Aliment. (Mex.)*, Vol.21 No 4.
- (29) Sakai. 1988. sweetener. U.S. Patent 194,770,889.
- (30) Staff articule. 1987. Crystalline fructose: A break through in corn sweetener process technology. *Food technology*; 66-72.
- (31) Staff. Report. 1988. Future ingredients Focus of avift meeting. *Food technology*; 60-64.
- (32) Stephanie Crocoo, Ph.D. 1977 A closer look at the new Hogher Fructose syrups. *Food engineering* : 41-45.
- (33) Willson. 1986. Filled sugar candies and a method of remelting and remolding such candies to produce home made molded hard sugar candies. U.S. patent 194,614,658.
- (34) W.G. Okeley. 1980. diabetes mellitus. *Clínica y Tratamiento*. p 1; 74, 184, dayma, Barcelona.
- (35) Zamudio-tena. 1989. Xilitol coated comestible and method of preparation. U.S. patent 194,828,845.

ANEXO

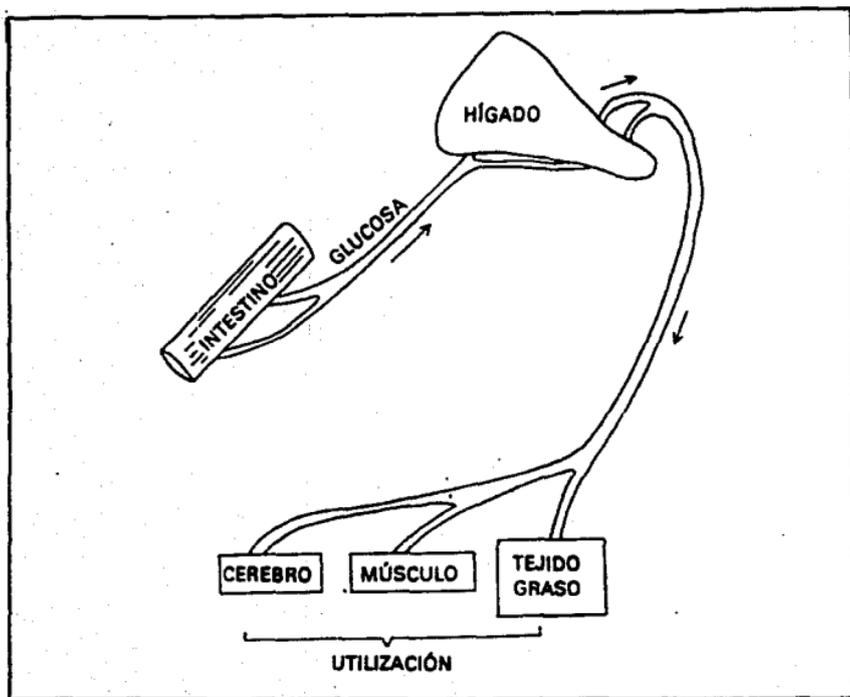


Figura 1.1. Vías para la formación y utilización de la glucosa; la glucosa llega al hígado tras su absorción en el intestino, y es sintetizada a partir de las proteínas (gluconeogénesis). Es utilizada principalmente por el cerebro, el músculo y el tejido adiposo.

How A Beta Cell Is Destroyed

helper T-cell

macrophage

beta cell

cyte

roying beta

stimulate pro-
lymph nodes
cyte called B-
cells increases,
of thousands
d antibodies.
tually attack
down, making
macrophages.
es are common
velop type I di-
ly been diag-
ray signal
the pancreas.

1. In type I diabetes, macrophages mistake beta cells for invading organisms. They attack, engulfing the cell. And they call for help from another immune cell, the helper T-cell.

2. Activated by macrophages, helper T-cells send a red-alert message that summons other immune cells. The message is a group of

cytokines cause beta cells in the spleen and lymph nodes to multiply. As the number of beta cells

increases, making the disease more severe. At the same time, the

insulin production is

ILLUSTRATION BY TERESE WINSLOW

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

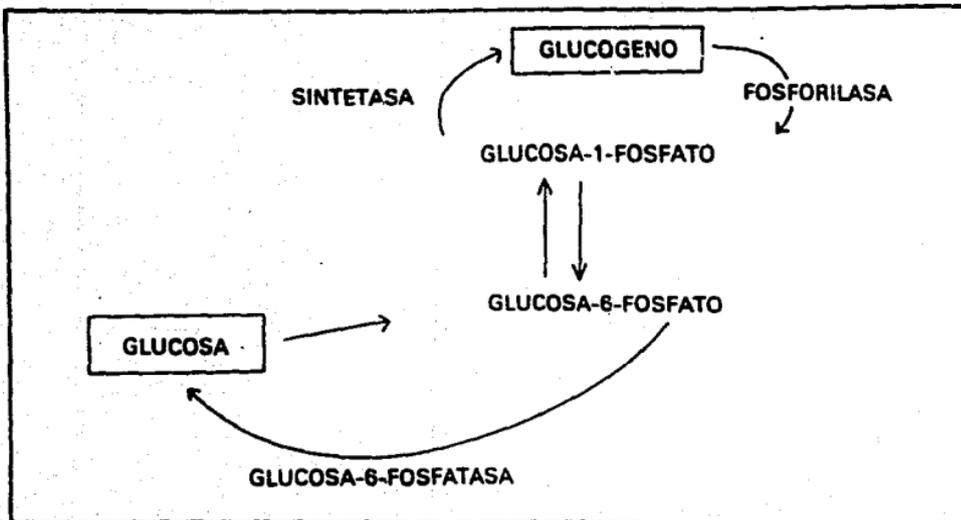


Figura 1.2. Síntesis y catabolismo del glucógeno.

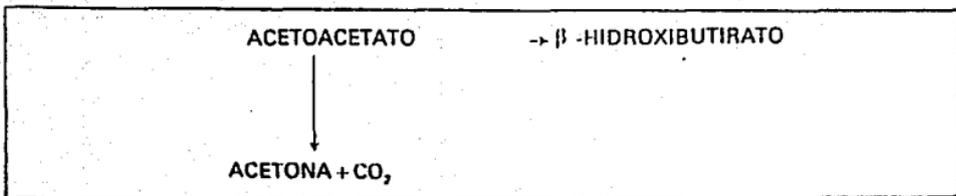


Figura 1.7. Relación entre los cuerpos cetónicos.

Nombre _____ Fecha _____

Producto _____

Dos de estas tres son idénticas, la tercera es diferente.

1.- Prueba las muestras en el orden indicado e indica la muestra diferente, encerrando en un círculo su código.

Código

314

728

542

2.- Indica el grado de diferencia entre las muestras iguales y la muestra diferente.

ligero _____

moderado _____

mucho _____

extremo _____

3.- Aceptabilidad

muestra diferente más aceptable _____

duplicado más aceptable _____

4.- Comentarios

Nombre _____ Fecha _____

Producto : _____

Ordene los siguientes dulcesde menor a mayor preferencia :

816

428

222

664

Comentarios :
