



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO.
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLÁN.

PROPUESTA DEL USO DE INGREDIENTES ALTERNATIVOS (NATURALES E INDUSTRIALES)
EN PRODUCTOS ALIMENTICIOS DIRIGIDOS A LA POBLACIÓN DIABÉTICA

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERA EN ALIMENTOS

PRESENTA:
GARCÍA MÁRQUEZ PATRICIA

ASESORA: DRA. MARÍA EUGENIA RAMÍREZ ORTIZ



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES**

U. N. A. M.
FACULTAD DE ESTUDIOS
ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS



**DRA. SUEMI RODRÍGUEZ ROMO
DIRECTORA DE LA FES CUAUTITLAN
PRESENTE**

ATN: L.A. ARACELI HERRERA HERNANDEZ
Jefa del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán.

Con base en el Art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la Tesis:

Propuesta del uso de ingredientes alternativos (naturales e industriales)
en productos alimenticios dirigidos a la población diabética

Que presenta la pasante Patricia García Márquez

Con número de cuenta: 404070201 para obtener el título de:
Ingeniera en Alimentos

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cuautitlan Izcalli, Mex. a 19 de mayo de 2011

- PRESIDENTE Dra. María Eugenia Ramírez Ortiz
- VOCAL I.A. Patricia Muñoz Aquilar
- SECRETARIO I.A. Miriam Alvarez Velasco
- 1er SUPLENTE M.C. Araceli Ulloa Saavedra
- 2º SUPLENTE I.A. Juana Gutiérrez Bautista

(Firmas manuscritas)

Dedicatorias.

Me permito dedicar la presente tesis a mi familia

En especial a mi padre Rafael García.

A mi tía Inés Ortega.

Agradecimientos.

A dios por permitirme llegar hasta esta etapa de mi vida.

A mi padre Rafael por ser mi apoyo siempre, el impulso brindado, el gran amor y por estar siempre a mi lado.

A mi tía Inés, por impulsarme desde pequeña y confiar en que haría una carrera profesional.

A la UNAM y a la FES por haberme abierto las puertas para mi formación.

A mi asesora la Dra. María Eugenia, por todo el apoyo brindado para la realización del presente, su tiempo y dedicación.

A los sinodales por su colaboración en este trabajo.

A los profesores con los cuales aprendí.

A todos aquellos amigos y amigas que me acompañaron durante el camino.

Gracias infinitas a todos.

Índice

Introducción.....	1
1. Antecedentes de la <i>Diabetes Mellitus</i>	4
1.1 Antecedentes históricos.....	4
1.2 Definición.....	6
1.3 Clasificación.....	6
1.4 Metabolismo.....	9
1.5 Población vulnerable.....	14
1.5.1 Factores de riesgo.....	14
1.6 Estadísticas.....	15
2. Ingredientes empleados en alimentos para diabéticos.....	21
2.1 Productos funcionales.....	21
2.1.1 Definición.....	21
2.1.2 Regulación.....	22
2.1.2.1 Problemática de la falta de legislación en México.....	33
2.2 Ingredientes para productos procesados para la población diabética.....	36
2.2.1 Sustitutos del azúcar.....	36
2.2.1.1 Estructura Química.....	38
2.2.1.2 Condiciones de aplicación.....	42
2.2.1.3 Dosis recomendadas y productos en que se emplean.....	45
2.2.1.4 Legislación.....	48
2.2.2 Fibra soluble e insoluble.....	53
2.2.2.1 Importancia del consumo de fibra en la diabetes.....	59
2.2.3 Inulina.....	61
2.2.3.1 Estructura Química.....	62
2.2.3.2 Condiciones de aplicación.....	63
2.2.3.3 Dosis recomendadas y productos en que se emplean.....	64
2.2.3.4 Legislación.....	65

2.2.4	Lípidos.....	66
2.2.4.1	Ácidos grasos.....	67
2.2.4.2	Ácidos grasos Omega.....	70
2.2.4.2.1	Ácidos grasos Omega 3.....	74
2.2.4.2.2	Ácidos grasos Omega 6.....	77
2.2.4.2.3	Ácidos grasos Omega 9.....	79
2.3	Suplementos Alimenticios para población diabética.....	81
2.3.1	Definición.....	81
2.3.2	Producción.....	82
2.3.2.1	Procesos.....	83
2.3.2.2	Estadísticas.....	84
2.3.3	Regulación.....	85
2.4	Alimentos e/o ingredientes de consumo tradicional.....	91
2.4.1	Nopal.....	92
2.4.1.1	Características.....	92
2.4.1.2	Principio activo.....	93
2.4.1.3	Opciones de procesamiento al que se somete.....	98
2.4.2	Chilacayote.....	99
2.4.2.1	Características.....	99
2.4.2.2	Principio activo.....	101
2.4.2.3	Opciones de procesamiento al que se somete.....	102
2.4.3	Guarumbo.....	103
2.4.3.1	Características.....	103
2.4.3.2	Principio activo.....	104
2.4.3.3	Opciones de procesamiento al que se somete.....	107
2.4.4	Sábila.....	108
2.4.4.1	Características.....	108
2.4.4.2	Principio activo.....	109
2.4.4.3	Opciones de procesamiento al que se somete.....	110

3. Recomendaciones alimentarias.....	112
4. Conclusiones.....	115
5. Referencias bibliográficas.....	117
6. Anexos.....	125
6.1 Glosario.....	125
6.2 Otras plantas con efecto hipoglucémico.....	138

Índice de figuras

1. Comportamiento metabólico de la DM1.....	9
2. Comportamiento metabólico de la DM2.....	13
3. Prevalencia de la <i>Diabetes Mellitus</i> en el mundo.....	16
4. Estructura del acesulfame K.....	38
5. Estructura del alitame.....	39
6. Estructura del aspartame.....	40
7. Estructura de la sacarina.....	41
8. Estructura de la sucralosa.....	42
9. Estructura de la inulina.....	62
10. Estructuras de los principales ácidos grasos esenciales.....	73
11. Plato del bien comer.....	113

Índices de gráficos

1. Número de personas en relación a la edad en que se presenta la enfermedad comportamiento en países desarrollados.....	17
2. Número de personas en relación a la edad en que se presenta la enfermedad comportamiento en países en vías de desarrollo.....	17
3. Número de pacientes diabéticos en relación a los países con mayor prevalencia en América	18

Índice de tablas

1. Diferencias entre diabetes tipo 1 y diabetes tipo 2.....	8
2. Prevalencia de la <i>diabetes mellitus</i> en el mundo.....	15
3. Ejemplos de mensajes saludables aceptados por la FDA.....	26
4. Dosis recomendadas mg/Kg/día.....	45
5. Comportamiento metabólico de los edulcorantes y beneficios de uso.....	46
6. Listado de diferentes alimentos y su contenido de fibra.....	57
7. Propiedades funcionales de la Inulina.....	64
8. Ácidos grasos esenciales Omega 3 y Omega 6.....	69
9. Dosis permitidas de vitaminas en suplementos.....	85
10. Dosis permitidas de minerales en suplementos.....	86
11. Resumen de los diferentes estudios realizados al nopal.....	97

ABREVIATURAS UTILIZADAS

AA: Ácido araquidónico

AACC: American Association of Cereal Chemist

ADA: American Diabetes Association

AGT: Ácidos grasos *trans*

ALA: Ácido α -linolénico

BPF: Buenas prácticas de fabricación.

CE: Comunidad Europea

DGLA: Ácido dihomo- γ -linoleico

DHA: Ácido docosahexaenoico

DM: *Diabetes Mellitus*

DM1: Diabetes Mellitus tipo 1

DM2: Diabetes Mellitus tipo 2

EEMM: Estado Miembro de la UE

EFSA: Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (por sus siglas en ingles)

ENN: Encuesta Nacional de Nutrición

ENSA: Encuesta Nacional de Salud

EPA: Ácido eicosapentaenoico

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

FDA: Food and Drugs Administration

FMD: Federación Mexicana de Diabetes

FOSHU: Foods for Specified Health Use

FUFOSE: Functional Food Science in Europe

GLA: Ácido γ -linoleico

HACCP: Análisis de peligros y de puntos críticos de control, por sus siglas en inglés (Hazard Analysis and Critical Control Points).

HDL: Lipoproteínas de alta densidad (colesterol bueno)

IDF: Federación Internacional de Diabetes (por sus siglas en inglés)

ILSI: International Life Sciences Institute

IMEPLAM: Instituto Mexicano para el Estudio de la Plantas Medicinales

INSP: Instituto Nacional de Salud Pública

LA: Ácido linoleico

LDL: Lipoproteínas de baja densidad (Colesterol malo)

OMS: Organización Mundial de la Salud

OPS: Organización Panamericana de la Salud

UE: Unión Europea

Introducción.

La diabetes (DM) es un síndrome (conjunto de signos y síntomas), crónico en su mayoría no transmisible (aunque si determinante en función a la predisposición genética), que causa trastornos en el sistema endocrino y un deterioro en la capacidad de metabolizar carbohidratos y grasas; lo que origina un aumento en la concentración de glucosa (hiperglucemia) y lípidos (hiperlipidemia). Esto es debido a dos causas primordiales: a) una deficiencia en la secreción de insulina y b) un trastorno biológico en la insulina que le impide realizar su función correctamente. Su prevalencia ha aumentado notablemente en los últimos años, debido a los cambios existentes tanto en los hábitos alimentarios y el carácter sedentario de las personas (Cruz, 2008; Reynoso, 2007 y Saucedo, 2006).

Los antecedentes más antiguos de ésta se remontan a los papiros de Ebers (aprox. 1535 a. C.). A través del tiempo han sido distintos los estudios y los descubrimientos, los cuales han permitido que en la actualidad se entienda y conozca más de la enfermedad.

Las alteraciones metabólicas observadas en la diabetes reflejan principalmente el grado de deficiencia absoluta o relativa de insulina. Como ésta es la principal hormona de almacenamiento, una deficiencia mínima acarrea descenso en la captación para incrementar las reservas de energético corporales, debido a que se distribuyen inadecuadamente los productos alimenticios ingeridos. Si la deficiencia hormonal es considerable, la acumulación de energía se ve obstaculizada. En el ayuno ocurre también movilización excesiva de energéticos (Flores, 2005).

En el mundo hay más de 220 millones de personas con DM y podría aumentar hasta 380 millones para el 2025. La cantidad de personas con DM aumenta en países en vías de desarrollo. La edad de mayor prevalencia de la diabetes en la población está entre los 45-64 años (OMS, 2011).

México se encuentra en la tercera posición de personas con DM en América Latina lo cual también está relacionado con el aumento de personas obesas en el país. Los hábitos alimenticios y el sedentarismo han favorecido la propagación de la enfermedad. La OMS ya considera a la diabetes como la Pandemia más preocupante del mundo (OMS, 2011).

La población de personas con DM en México fluctúa entre los 6.5 y los 10 millones (prevalencia nacional de 10.7% en personas entre 20 y 79 años. De este gran total, 2 millones de personas no han sido diagnosticadas. En México dos de cada tres mexicanos tienen sobrepeso u obesidad (prevalencia nacional de obesidad: 24.4%). El 90% de las personas que padecen diabetes presentan DM2. La tasa de mortalidad indica que 13 de cada 100 muertes en México son provocadas por la diabetes. La diabetes es una de las pocas enfermedades que afectan más a mujeres que a hombres (FMD, 2011).

Los factores de riesgo para la DM se pueden clasificar en modificables y no modificables. Entre los factores no modificables se encuentran: la ascendencia hispana, la edad igual o mayor a 40, antecedente de diabetes mellitus en un familiar de primer grado (padres, hermanos o hijos) y antecedente de haber tenido un hijo con un peso al nacer ≥ 4 Kg, de los factores modificables se pueden enlistar: Obesidad o sobrepeso, sedentarismo, tabaquismo, manejo inadecuado del estrés, hábitos inadecuados de alimentación, índice de masa corporal ≥ 27 Kg/m² en hombres y ≥ 25 Kg/m² en mujeres, índice cintura-cadera ≥ 0.9 en hombres y ≥ 0.8 en mujeres, presión arterial con cifras $\geq 140/40$ mmHg, triglicéridos ≥ 150 mg/dl y HDL de colesterol ≤ 35 mg/dl (Alpizar, 2001).

En las personas con DM2 y obesidad, las concentraciones de glucosa y de lípidos se unen a la pérdida de peso como objetivo terapéutico. A estos pacientes y a los que padecen DM1 se les recomienda: Limitar la ingestión de carbohidratos mediante la sustitución de aceites monoinsaturados no productores de colesterol, como los aceites de oliva, canola o los aceites de nueces y aguacate. La limitación del colesterol a 300 mg al día. La ingestión diaria de proteína de 10-20% de las calorías totales. La porción de grasa saturada no sea mayor de 8-9% del total de calorías, con una porción similar de grasa poli-insaturada y el resto de las necesidades calóricas conformadas por un índice individualizado de grasas monoinsaturada grasas totales entre 30-35% y carbohidratos totales 45-50% del total calórico con 20-35 g/día de fibra dietética (Mc phee, 2007).

La importancia del estudio de esta enfermedad es basado a que afecta principalmente a personas en edad productiva lo cual causa baja de la productividad del paciente con diabetes, cambio en su estilo de vida y un gasto en medicamentos y tratamientos. La relevancia del uso de diferentes ingredientes que se están y se pudieran llegar usar en productos dirigidos a esta población que sean accesibles y no produzcan efectos secundarios.

Por ello en el presente trabajo se analizan bibliográficamente diferentes tipos de ingredientes disponibles para el consumo de los pacientes que padecen DM. Empezando por aquellos ingredientes que contienen los alimentos funcionales dirigidos a esta población y concluyendo con aquellos alimentos de consumo tradicional y su mejor opción de transformación que no modifique el principio activo de los mismos.

1. Antecedentes de la *Diabetes Mellitus*

1.1 Antecedentes Históricos

Los datos más antiguos de que se tiene registro acerca del conocimiento de ésta patología, se encuentra en el papiro de Ebers, fechado en el noveno año del reinado de Amenofis I (aprox. 1535 a. C.). En este se habla sobre la enfermedad caracterizada por la abundante excreción de orina, así como varios remedios y medidas para combatirla, figurando entre estas las restricciones dietéticas (Chiquete, 2001).

Entre 1500-1000 a.n.e. en el texto indio Ayur Veda Susruta describe a la *Diabetes Mellitus*, a la que llamaron “malhumeha” (orina de miel). En el siglo I d.n.e. Celso (30 a.n.e-50 d.n.e) describió la poliuria y la polidipsia y hace hincapié en la “emoción y peligro” de estos enfermos. Fue el primero en aconsejar el ejercicio físico (Álvarez, 2009).

Siglo II. Galeno (120-200) describe a la *diabetes* como una enfermedad de los riñones (Álvarez, 2009).

El término diabetes es un vocablo de origen griego (*dia*: a través; *vetes*: pasar) que hace alusión a la excesiva excreción de orina. Este término se le acuña a Areteo de Capadocia quien hace una descripción particular sobre esta enfermedad, destacando la emaciación. Por su parte Aetius de Amida recomienda el tratamiento dietético, incluyendo además extractos de plantas medicinales (Chiquete, 2001).

Siglo VI. Sun Sseminao, médico chino, hizo algunas descripciones sobre la diabetes (Álvarez, 2009).

Para el siglo XI. Avicena (980-1037) se le atribuye la primera exposición teórica acerca del papel del hígado y el sistema nervioso en el origen de la diabetes. Propone que la diabetes podría deberse al mal funcionamiento del hígado. Recomienda entre otras medidas el ejercicio como tratamiento (Chiquete, 2001).

Tomás Willis quien, en 1679, hizo una descripción magistral de la diabetes, quedando desde entonces reconocida por su sintomatología como entidad clínica. Fue él quien, refiriéndose al sabor dulce de la orina, le dió el nombre de diabetes mellitus (sabor a miel) (Rocca, 1963).

En 1775 Dopson identificó la presencia de glucosa en la orina. La primera observación necrópsica en un diabético fue realizada por Cawley y publicada en el "London Medical Journal" en 1788. Casi en la misma época el inglés Rollo consiguió mejorías notables con un régimen rico en proteínas y grasas y limitado en hidratos de carbono (Rocca, 1963).

En el siglo XIX. Appolinaire Bouchardat (1806-1886) recomienda a sus pacientes diabéticos el ejercicio, les restringe el pan y la leche, y les señala que deben comer lo menos que puedan. Arnoldo Cantani (1837-1893) señala que el paciente mismo puede decidir cuánto debe comer, siempre y cuando no aparezca glucosa en la orina. Demostró mediante análisis patológico de páncreas en pacientes fallecidos que existían anormalidades (atrofia y cambios grasos) en este órgano (Chiquete, 2001).

Los primeros trabajos experimentales relacionados con el metabolismo de los glúcidos fueron realizados por Claude Bernard quien descubrió, en 1848, el glucógeno hepático y provocó la aparición de glucosa en la orina excitando los centros bulbares mediante pinchaduras (Rocca, 1963).

En la segunda mitad del siglo XIX el gran clínico francés Bouchardat señaló la importancia de la obesidad y de la vida sedentaria en el origen de la diabetes y marcó las normas para el tratamiento dietético, basándolo en la restricción de los glúcidos y en el bajo valor calórico de la dieta (Rocca, 1963).

Siglo XX. Frederick M. Allen instituye sus famosos regímenes dietéticos en el tratamiento de paciente diabético, logrando mejora su supervivencia, a pesar de la pérdida de peso que ocurría con estas medidas. La American Diabetes Association (ADA) en 1979 emite las recomendaciones sobre la dieta y el ejercicio en el manejo del paciente diabético. Reconocido posteriormente por la OMS. Jenkins en 1980 enfatiza la importancia de la fibra y la dieta en el control glucémico (Chiquete, 2001).

Una investigación médica y fisiológica en un laboratorio de la Universidad de Toronto, Canadá donde los científicos F. G. Banting y Charles H. Best lograron aislar un extracto pancreático que inyectaron a un joven adolescente diabético cuyo caso se consideraba terminal y, con grata sorpresa, notaron que los síntomas disminuyeron. Descubriendo la insulina en un nivel primario y esto les valió el Premio Nobel de Medicina y Fisiología en 1923 (Solíz, 2008).

En 1942 M. J. Janbon y Auguste Loubatières describieron los efectos hipoglucemiantes de las sulfonilureas en pacientes con fiebre tifoidea (Álvarez, 2009).

1.2 Definición

La diabetes (DM) es un síndrome (conjunto de signos y síntomas), crónico en su mayoría no transmisible (aunque si determinante en función a la predisposición genética), que causa trastornos en el sistema endocrino y un deterioro en la capacidad de metabolizar carbohidratos y grasas; lo que origina un aumento en la concentración de glucosa (hiperglucemia) y lípidos (hiperlipidemia). Esto es debido a dos causas primordiales: a) una deficiencia en la secreción de insulina y b) un trastorno biológico en la insulina que le impide realizar su función correctamente. Su prevalencia ha aumentado notablemente en los últimos años, debido a los cambios existentes tanto en los hábitos alimentarios y el carácter sedentario de las personas (Cruz, 2008), (Reynoso, 2007) y (Saucedo, 2006).

Empieza como una enfermedad silenciosa, acompañada por alteraciones bioquímicas y manifestaciones clínicas que se caracterizan por hiperglucemia, poliuria, polidipsia, polifagia y pérdida de peso. Las complicaciones crónicas comprenden alteraciones microvasculares como la neuropatía, retinopatía y nefropatía; y macrovasculares como la enfermedad vascular cerebral y la cardiopatía isquémica, esta última responsable de la primera causa de mortalidad en nuestro país. Con un gran impacto económico y social, que genera gastos elevados para la población y el sector salud, por las discapacidades, terapias de rehabilitación y medicamentos necesarios para su tratamiento, los cuales se acompañan de diversos efectos secundarios (Barquera, 2003).

1.3 Clasificación de la diabetes

La clasificación avalada por la Asociación Americana de Diabetes y por la Organización Mundial de la Salud en julio de 1997 es la que se señala a continuación:

- *Diabetes mellitus* tipo 1 (DM1)
- *Diabetes mellitus* tipo 2 (DM2)
- *Diabetes mellitus gestacional* (DMG)

- Otros tipos específicos de diabetes
 - Defectos genéticos en la función de las células pancreáticas β
 - Defectos genéticos en la acción de la insulina
 - Enfermedades del páncreas exocrino
 - Diabetes inducida por fármacos o químicos
 - Endocrinopatías
 - Otros síndromes genéticos
- (Alpizar, 2001 y Mc phee, 2007)

DIABETES MELLITUS 1 (DM1)

La DM1 se presenta a cualquier edad, pero casi siempre surge en niños y adultos jóvenes, con incidencia máxima antes de la edad escolar y de nuevo alrededor de la pubertad. Es un trastorno catabólico con ausencia de insulina circulante, aumento de glucagón plasmático y ausencia de respuesta de las células β a todos los estímulos insulínogenos. Por lo tanto, se requiere insulina exógena para revertir el estado catabólico, prevenir la cetosis, disminuir la concentración sanguínea de glucagón y reducir la glucemia (Mc phee, 2007).

Las personas con DM1 tienen un complejo sintomático característico. La deficiencia absoluta de insulina conduce a la acumulación de glucosa y ácidos grasos circulantes, con la hiperosmolalidad e hipercetonemia consecuentes (Mc phee, 2007).

La DM1 es una enfermedad autoinmune en el que la hiperglucemia es el resultado final de un proceso autoinmunitario, que provoca la destrucción de las células β pancreáticas y una deficiencia total de insulina (Harrison, 1998).

Su origen no es bien conocido y por lo tanto, en la actualidad, no se puede prevenir su aparición ni tampoco curarla, una vez que se ha producido la destrucción de las células β (Harrison, 1998).

DIABETES MELLITUS 2 (DM2)

Los enfermos producen insulina, pero no pueden utilizarla de manera eficaz; los síntomas se manifiestan de manera gradual y paulatina, por lo que es difícil detectarla en sus inicios. Afecta principalmente a personas mayores de 40 años (Solíz, 2008).

Los pacientes con DM2 pueden o no tener manifestaciones características. La presencia de obesidad o un antecedente familiar muy fuerte de diabetes leve sugiere un alto riesgo para el desarrollo de la misma (Mc phee, 2007).

En la DM2 predomina la incapacidad para incorporar glucosa a las células musculares y al tejido adiposo (resistencia a la insulina), aunado a una relativa deficiencia de la secreción o acción de la insulina (Guzmán, 2003).

Tabla. 1 Diferencias entre diabetes tipo 1 y diabetes tipo 2

Característica	DM1	DM2
Edad de inicio	Generalmente <30 años	Generalmente >40 años
Peso corporal	No obesidad	Obesidad 80%
Cetosis	Frecuente	Rara
Concordancia gemelos	25-30%	95-100%
Masa celular beta	Muy reducida	Conservada
Tratamiento con insulina	Imprescindible	A veces necesario

Fuente: (Harrison, 1998).

1.4 Metabolismo

➤ *En la diabetes tipo 1.*

Las alteraciones del metabolismo se deben a la destrucción de las células β del páncreas. A medida que ésta progresa, los niveles de insulina decrecen produciendo un aumento en la concentración de glucosa en la sangre. La falta de la hormona produce una menor entrada de glucosa al músculo y al tejido adiposo. Por otro lado, la disminución de insulina en el hígado, así como el relativo exceso de glucagón, producen un aumento en la degradación del glucógeno y de la glucogénesis, lo que ocasiona un incremento adicional de la glucosa sanguínea. El exceso en la concentración de glucosa en sangre sobrepasa la capacidad de reabsorción en el riñón y como consecuencia se elimina la glucosa por orina arrastrando consigo agua y sales. La escasez de glucosa como fuente de energía da como consecuencia la necesidad de utilizar las grasas y degradar las proteínas, principalmente musculares, para la obtención de aminoácidos (Guzmán, 2003).

La degradación proteica aumenta la producción de urea y un balance negativo de nitrógeno y la lipólisis también se favorece por la falta de glucosa en el adipocito, además, el aumento relativo de glucagón produce la salida de ácidos grasos, parte de los cuales se utilizan como combustible y /o se transforman a cuerpos cetónicos en el hígado. En la forma más avanzada de la DM1, el catabolismo del glucógeno, proteínas y en especial de lípidos, sobrepasa las necesidades nutricionales del paciente y ocasiona un exceso de cuerpos cetónicos, provocando cetoacidosis y coma diabético. La cetoacidosis es una característica clínica diferencial entre la DM1 y DM2; la diferencia radica en la cantidad de insulina producida entre los dos tipos del padecimiento, aparentemente, la pequeña cantidad de insulina producida en la DM2 es capaz de bloquear la producción de ácidos grasos a partir de la lipólisis, lo que evita la sobreproducción de cuerpos cetónicos (Guzmán, 2003).

En general, los desarreglos metabólicos en la DM1 se explican por la falta de insulina, sin embargo las bases metabólicas de la DM2 no son tan evidentes (Ver fig. 1) (Guzmán, 2003).

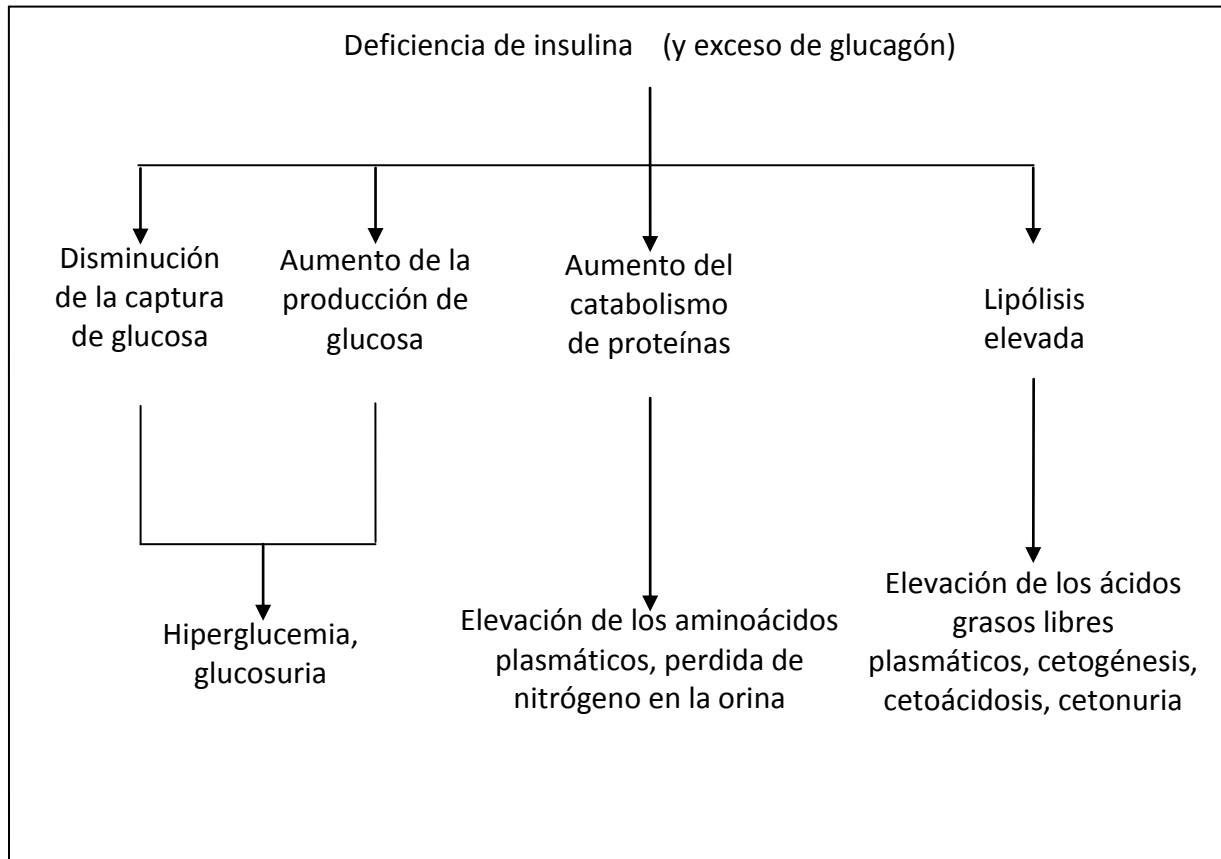


Fig. 1 Comportamiento metabólico de la DM1.

➤ *En la diabetes tipo 2.*

Actualmente se supone que el fenómeno primario es la resistencia a la insulina y que el defecto pancreático, es solo la consecuencia del agotamiento de las células β . Individuos con resistencia a la insulina igual o mayor a la que presentan los diabéticos, pero no tienen la enfermedad, son capaces de conservar la tolerancia a la glucosa. Cabe señalar que aunque el 90% de los diabéticos tienen síndrome de resistencia a la insulina, no todos los que padecen de éste son diabéticos. Tanto el defecto en la secreción de insulina como el de acción de la misma son determinantes para la expresión completa de la DM2 (Flores, 2005).

Los pacientes con este tipo de diabetes tienen dos defectos fisiopatológicos: secreción anormal de insulina y resistencia a la acción de la insulina. No se sabe cuál de estas dos alteraciones es la primordial. En términos descriptivos se distinguen tres fases. En la primera fase, la glucemia permanece normal a pesar de existir resistencia demostrable a la insulina, pues los niveles de ésta están elevados. En la segunda fase, la resistencia a la insulina tiene tendencia a acentuarse, con lo que aparece hiperglucemia posprandial a pesar de las elevadas concentraciones de la misma. En la tercera fase no se modifica la resistencia a la insulina, pero la menor secreción esta sustancia produce hiperglucemia en ayunas y diabetes clínicamente manifiesta (Harrison, 1998).

Una anomalía previa al desencadenamiento de la enfermedad es la hiperinsulinemia, la cual se encuentra asociada a una resistencia a la insulina, es decir, que a concentraciones normales la hormona no produce el efecto esperado, por lo que requiere de mayor cantidad. Los pacientes presentan un alto contenido de triglicéridos plasmáticos, presión arterial elevada y distribución del tejido adiposo en la parte superior del cuerpo, especialmente en la parte intra-abdominal. La diabetes sobreviene cuando las células β pancreáticas no producen la cantidad extra de insulina necesaria para contrarrestar los efectos de la resistencia. Es importante enfatizar que el evento crítico en el desarrollo de la DM2 es la incapacidad de las células β del páncreas para secretar insulina, la deficiencia de receptores de insulina y alteraciones en la estructura de la insulina (Guzmán, 2003).

La DM2 es un complejo trastorno metabólico en el que coexisten una disminución de la secreción pancreática de insulina y una disminución de su acción biológica (insulinorresistencia), en los tejidos muscular, hepático y adiposo. Esto está determinado genéticamente (se puede detectar en familiares de primer grado, aún cuando están en etapa de normoglucemia) y es agravado por factores ambientales tales como la obesidad central o abdominal, el sedentarismo, la dieta hipercalórica, rica en grasas saturadas e hidratos de carbono simples y pobre en fibras, y la edad (Trinajstic, 2007).

Cuando la enfermedad progresa, la secreción de insulina disminuye gradualmente, lo que resulta en hiperglucemia. Esta hiperglucemia primero se evidencia en el estado postprandial, debido que el músculo esquelético es el principal destino de los carbohidratos ingeridos. Cuando la secreción de insulina disminuye aún más, la producción hepática de glucosa, normalmente inhibida por la insulina, se incrementa. Este es el elemento fisiopatológico principal que mantiene la glucemia elevada en ayunas. Sumado a estos fenómenos, la hiperglucemia tiene un efecto perjudicial por sí mismo, disminuyendo la secreción pancreática de insulina y reduciendo la sensibilidad a la misma (fenómeno denominado glucotoxicidad) (Trinajstic, 2007).

La hiperglucemia postprandial es consecuencia, tanto de la producción hepática excesiva, como la falta de utilización de glucosa en el músculo. Este último defecto resulta en un menor transporte y en la transformación de glucosa en glucógeno muscular. La acción anormal de la insulina tal vez puede deberse a alteraciones a nivel post-receptor (Flores, 2005).

A nivel del adipocito, la resistencia a la acción de la insulina lleva a un incremento de la lipólisis y a un aumento de los ácidos grasos libres circulantes. Estos ácidos grasos libres reducen la respuesta de la célula muscular a la insulina, empeoran la secreción pancreática y aumentan la producción hepática de glucosa, lo que se conoce como lipotoxicidad (Trinajstic, 2007).

Así la DM2 resulta de la coexistencia de alteraciones en diversos tejidos: resistencia a la acción de la insulina a nivel muscular, insuficiente secreción pancreática de insulina, producción hepática de glucosa no suprimida y finalmente un defecto en la acción de la insulina en el tejido graso (Trinajstic, 2007).

La resistencia a la insulina reduce dramáticamente la absorción de glucosa en el tejido periférico, y causa una sobreproducción de glucosa por el hígado. La respuesta de las células β se encuentra alterada con la consiguiente falta de acción de la insulina. Los tejidos periféricos y el hígado se hacen resistentes a la acción de la hormona (Alpízar, 2001).

En resumen las alteraciones más importantes son:

- Disminución de la acción antilipolítica, lo que permite un aumento en las concentraciones de ácidos libres plasmáticos
- Diminución en la capacidad de suprimir la gluconeogénesis y la producción hepática de glucosa
- Disminución en la captación y utilización de la glucosa por el tejido muscular (Ver Fig. 2) (Flores, 2005).

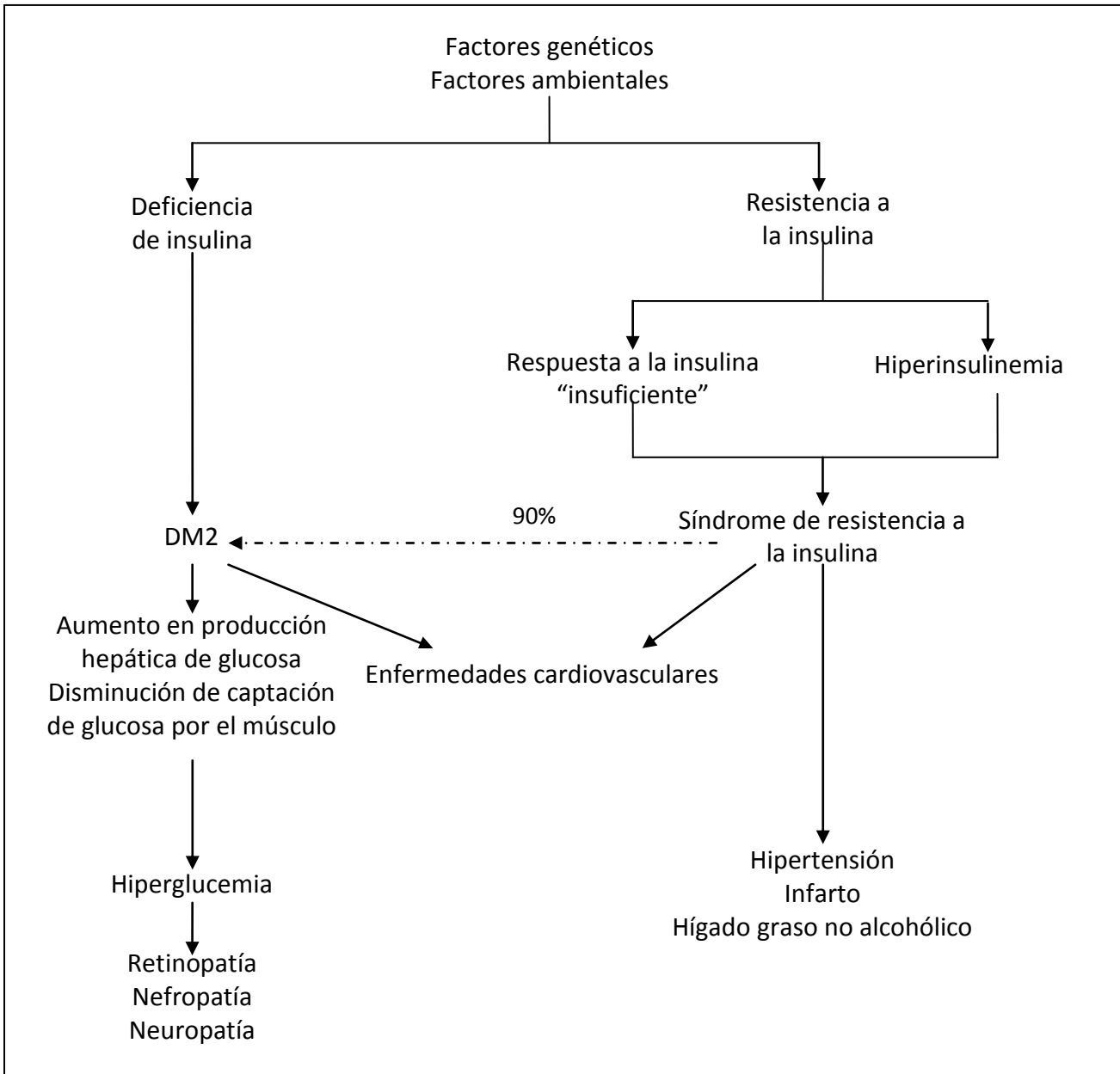


Fig. 2 Comportamiento metabólico de la DM2.

1.5 Población vulnerable

1.5.1 Factores de riesgo

Los factores se pueden clasificar en modificables y no modificables. Se enlistan a continuación:

- Entre los factores no modificables se encuentran:
 - ❖ La ascendencia hispana
 - ❖ La edad igual o mayor a 40
 - ❖ Antecedente de DM en un familiar de primer grado (padres, hermanos o hijos)
 - ❖ Antecedente de haber tenido un hijo con un peso al nacer ≥ 4 kg (Alpizar, 2001).

- Los factores modificables:
 - ❖ Obesidad o sobrepeso
 - ❖ Sedentarismo
 - ❖ Tabaquismo
 - ❖ Manejo inadecuado del estrés
 - ❖ Hábitos inadecuados de alimentación
 - ❖ Índice de masa corporal ≥ 27 Kg/m² en hombres y ≥ 25 Kg/m² en mujeres
 - ❖ Índice cintura-cadera ≥ 0.9 en hombres y ≥ 0.8 en mujeres
 - ❖ Presión arterial con cifras $\geq 140/40$ mm Hg
 - ❖ Triglicéridos ≥ 150 mg/dL
 - ❖ HDL de colesterol ≤ 35 mg/dL (Alpizar, 2001).

Los factores modificables. Son los que más preocupan al médico en su práctica diaria, ya que si se incide en estos, ya sea por cambios en el estilo de vida o por intervención farmacológica, se puede disminuir la probabilidad de que la enfermedad se manifieste o bien se retarde su aparición y se modifique la evolución desfavorable hacia otras complicaciones (Alpizar, 2001).

Existen dos factores de riesgo que, debido a su alta probabilidad de ser evolutivos hacia la DM, cobran gran importancia para su diagnóstico y tratamiento adecuado con el fin de revertirlos. Estas dos alteraciones de la glucosa son:

- ❖ Alteración de la glucosa en ayunas (AGA) ≥ 110 pero < 126 mg/dL
- ❖ Intolerancia a la glucosa (IG), medición a las 2 h post-carga de glucosa ≥ 140 pero $<$ de 200 mg/dL (Alpizar, 2001).

1.6 Estadísticas

➤ En el mundo.

Tabla 2. Prevalencia de la diabetes mellitus en el mundo.

Año	2011	2025
Millones de personas en el mundo	220 000 000	380 000 000

Fuente: OMS, 2011.

En la tabla 2 se pueden apreciar los datos de la OMS a nivel mundial en cuanto al número de personas que en el presente año padecen diabetes y la perspectiva la población que podría llegar a padecer la misma enfermedad para el año 2025 (OMS, 2011).

Otros datos OMS enero de 2011:

- En el mundo hay más de 220 millones de personas con diabetes y podría aumentar hasta 380 millones para el 2025.
- Se calcula que en 2004 fallecieron 3,4 millones de personas como consecuencia del exceso de azúcar en la sangre.
- Más del 80% de las muertes por diabetes se registran en países de ingresos bajos y medios.
- Casi la mitad de esas muertes corresponden a personas de menos de 70 años, y u55% a mujeres.
- La OMS prevé que las muertes por diabetes se multipliquen por dos entre 2005 y 2030.
- Entre el 40% y 60% de los obesos están afectados por una diabetes de tipo II.
- La OMS prevé que las muertes debidas a la diabetes corren el riesgo de aumentar más del 50% en los próximos diez años.
- Las complicaciones provocadas por la diabetes son responsables de 1 millón de muertes en el mundo:
 - El infarto de miocardio: del 10 – 15% de los infartos aparecen en los diabéticos.
 - 500 000 personas afectadas de complicaciones renales.
 - La amputación.
 - Los problemas de visión (OMS, 2011)

A continuación se muestra un mapa de la distribución a nivel mundial de las personas con diabetes.

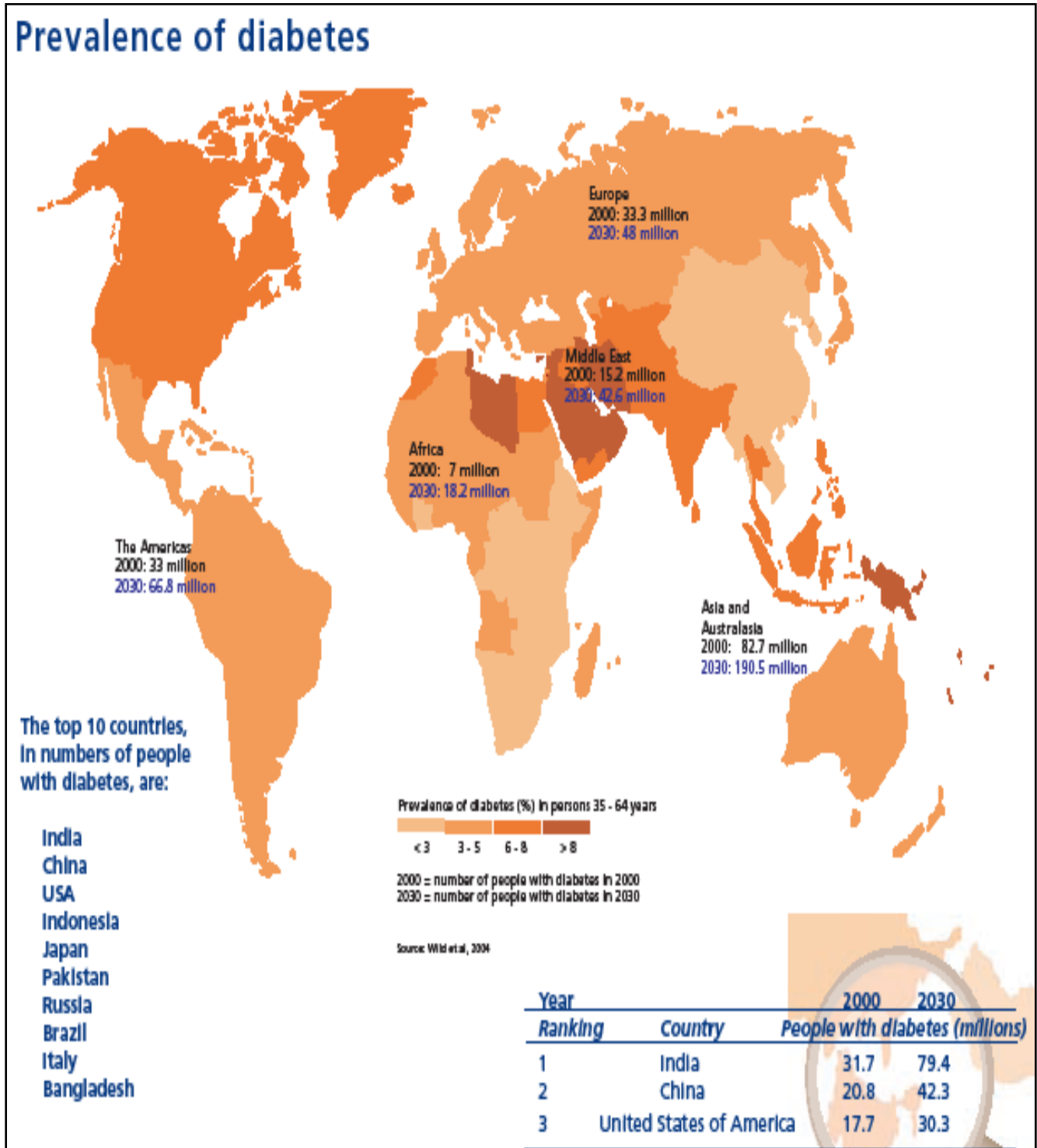


Figura 3. Prevalencia de la *Diabetes Mellitus* en el mundo. Fuente: OMS, 2011

PAÍSES DESARROLLADOS

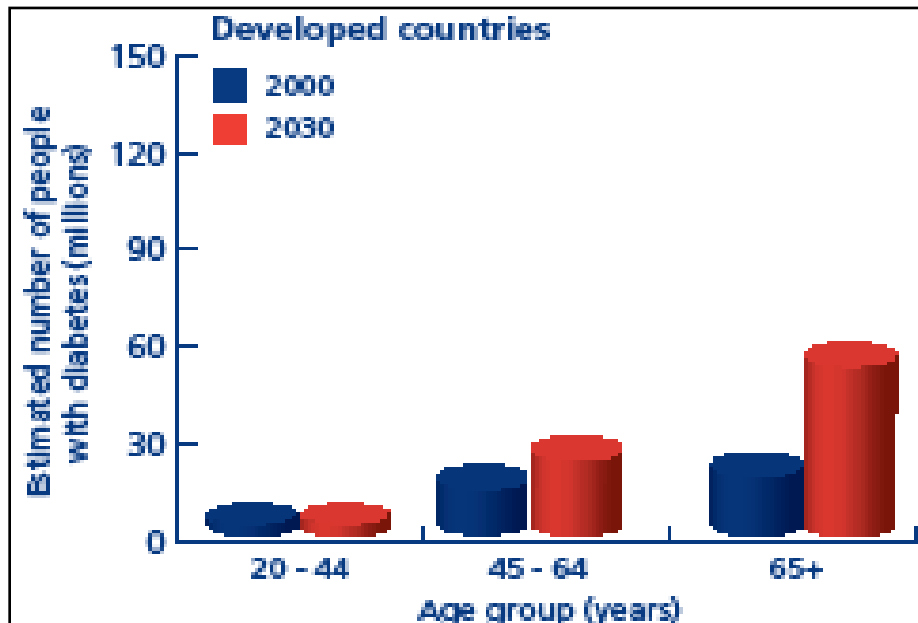


Gráfico 1. Número de pacientes en relación a la edad en que se presenta la enfermedad comportamiento en países desarrollados (OMS, 2011)

PAÍSES EN VÍAS DE DESARROLLO

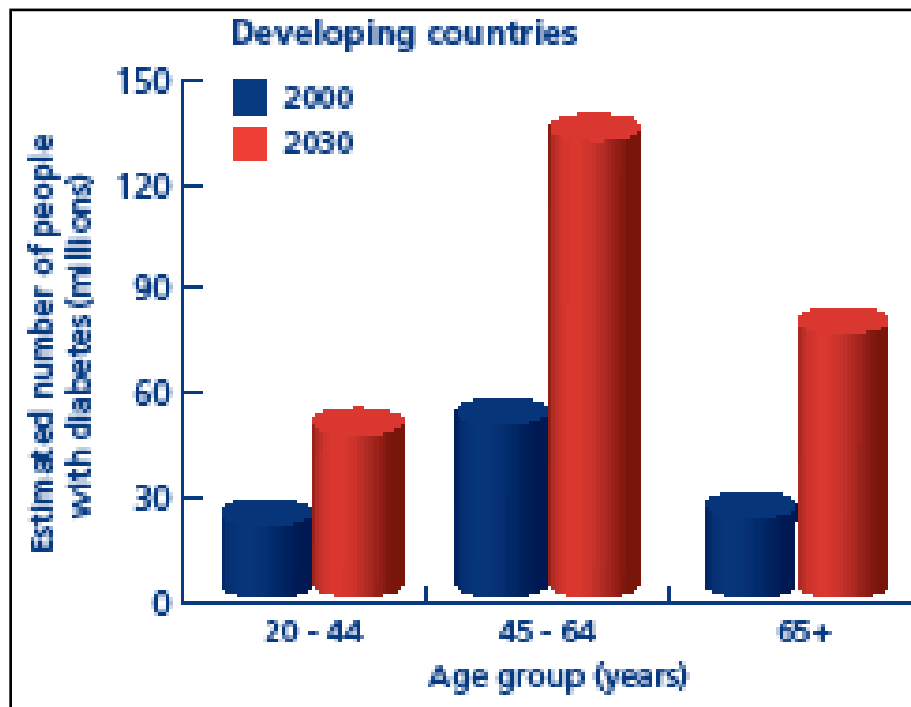


Gráfico 2. Número de pacientes en relación a la edad en que se presenta la enfermedad comportamiento en países en vías de desarrollo (OMS, 2011)

Gráficas (1 y 2) que representan la población con diabetes en países desarrollados y en los países en vías de desarrollo en función de la edad de prevalencia para el año 2000 y lo esperado para el año 2030. La cantidad de personas con diabetes aumenta en países en vías de desarrollo. La edad de mayor prevalencia de la diabetes en la población está entre los 45-64 años (OMS, 2011)

- a) Más de 1 millón de personas mueren en el mundo por las consecuencias de la diabetes Las personas de 45 a 70 años son los más afectadas por la diabetes (edad productiva).
- b) El 50% de las muertes provocadas por diabetes ocurrieron en personas menores de 70 años.
- c) El riesgo de morir de una enfermedad cardiovascular antes de los 40 años es 20 veces más elevado (OMS, 2011).

➤ En América.

A continuación se muestra el total de la población con diabetes en América Latina en el año 2000 y la cantidad de población que se proyecta haya para el año 2030 (Gráfico 3).

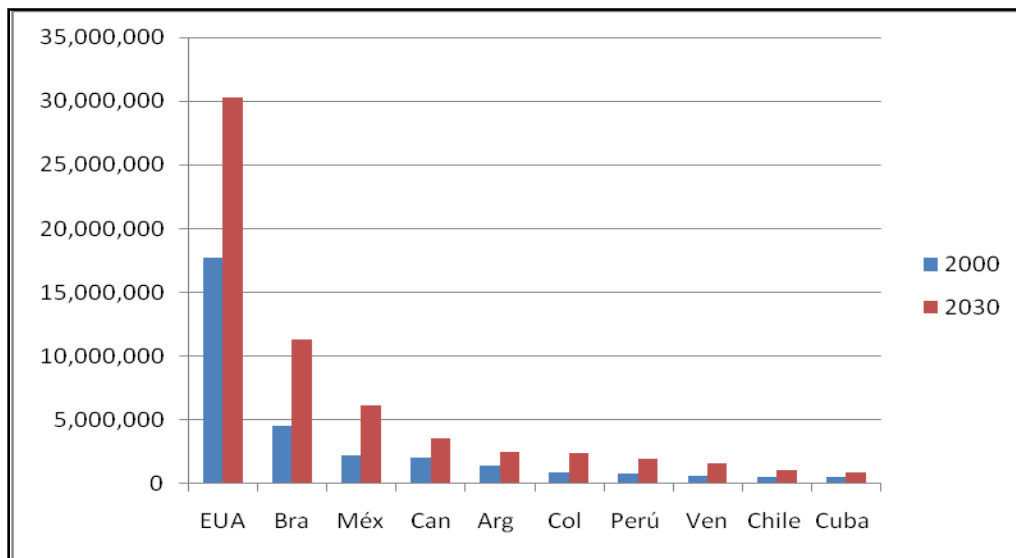


Gráfico 3. Número de pacientes diabéticos en relación a los países con mayor prevalencia en América (OMS, 2011).

En el año 2000 México se encontraba en la tercera posición de personas con diabetes en América Latina lo cual también está relacionado con el aumento de personas obesas en el país. Los hábitos alimenticios y el sedentarismo han favorecido la propagación de la enfermedad (OMS, 2011).

➤ En México

- La población en México de personas con diabetes (2009) fluctúa entre los 6.5 y los 10 millones (prevalencia nacional de 10.1% en personas entre 20 y 79 años) el número de personas con diabetes es 6, 826,000 Se estima que 2 millones de personas no han sido diagnosticadas.
- México ocupa el 9° lugar de diabetes en el mundo. *No ha cambiado hasta el 2007 según datos de la IDF.* Se estima que para el 2030 tenga el 7°.
- 90% de las personas que padecen diabetes presentan DM2.
- Incidencia de DM1, 0-14 años, 2009 1.5 por cada 100,000 niños por año.
- Fallecimientos a causa de la diabetes año 2009:
 - Masculino (20-79 años) 24,994
 - Femenino (20-79 años) 29,898
 - La diabetes es una de las pocas enfermedades que afectan más a mujeres que a hombres. En promedio los hombres con diabetes mueren a una edad más temprana que las mujeres (67 versus 70 años respectivamente).
- El grupo de edad con más muertes por diabetes se ubica entre los 40 y los 55 años. En personas de 40-59 años, 1 de cada 4 muertes se debe a complicaciones de la diabetes.
 - *La edad promedio de muerte por diabetes es de 66 años. La diabetes también es la tercera causa de muerte en edad productiva y la segunda causa en edad postproductiva.*
- La diabetes es la tercera causa de muerte (17.17%) después de las enfermedades del corazón y los tumores malignos.
- Dos de cada tres mexicanos tienen sobrepeso u obesidad (prevalencia nacional de obesidad: 24.4%).
 - En una persona con diabetes la obesidad disminuye hasta 8 años la esperanza de vida.
 - Cada kilogramo de exceso de peso en la población aumenta 5% la prevalencia de diabetes.
 - Los niños y adolescentes con sobrepeso tienen 70% probabilidades de mantenerse obesos en su edad adulta.
 - En la actualidad los niños realizan 70% menos de actividad física que hace 30 años.
 - Circunferencia de cintura ideal:
 - 80 cm en mujeres
 - 90 cm en hombres

- Veracruz primer lugar de prevalencia de diabetes en México
 - Estado con un 20.8 % de obesidad en su población.
 - 16.1 % de la población de más de 20 años tiene diabetes.
- Gastos provocados por la diabetes:
 - El Instituto Nacional de Salud Pública (INSP) de México estima que el gasto anual por diabetes en 317 millones de dólares (más de 3 mil millones de pesos) y para el 2005 este gasto fue de 320 millones de dólares.
 - La Organización Panamericana de la Salud (OPS) calcula que en el año 2000 los costos indirectos por incapacidad y muerte anticipada fueron de más de 13 mil millones de pesos para México.
 - Total de gasto sanitario por persona en 2010 fue de, al menos, 708 dólares (más de 8 mil pesos) al año, lo cual es un gasto que es considerable y además sumado a la enfermedad se da un cambio en el estilo de vida.
 - Los gastos médicos de una persona con diabetes son dos a cinco veces más altos que los de una persona sin esta enfermedad. Esta es la causa de la mayor parte de las visitas médicas, la razón principal de adquisición de aditamentos médicos y de medicamentos así como la primera causa de ingreso a los hospitales (FMD, 2011).

PROYECCIÓN.

Se estima que en los próximos años:

- México podría ocupar el 7° lugar de países con diabetes.
- Casi 12 millones de mexicanos.
- Intolerancia a la glucosa podría afectar a 4 millones de mexicanos.
- Obesidad en 65% de la población.
- Diabetes tipo 2 en niños.
- Más de 30% con sobrepeso y 16% con obesidad.
- 1 de cada 3 podría tener diabetes (FMD, 2011).

2. Ingredientes empleados en alimentos para diabéticos.

2.1 Productos funcionales

2.1.1 Definición.

Según lo publicado por la reglamentación para los "Alimentos para uso específico de salud" (Foods For Specified Health Use o FOSHU), se refiere a aquellos alimentos procesados los cuales contienen ingredientes que desempeñan una función específica en el desempeño fisiológico del organismo humano, más allá de su contenido nutrimental. Algunas de las principales son las relacionadas con un óptimo crecimiento y desarrollo, la función del sistema cardiovascular, los antioxidantes, el metabolismo de xenobióticos, el sistema gastrointestinal, control de niveles de lípidos y glucosa, entre otros. Estas propiedades deben de ser comprobadas científicamente (Alvídrez, 2002).

En 1999 en Europa la FUFOSE (Functional Food Science in Europe), hace pública la primera definición de alimentos funcionales indicando que son alimentos en los que se ha demostrado satisfactoriamente que además de una adecuada nutrición proveen beneficios en una o más funciones del organismo mejorando la salud o reduciendo el riesgo de enfermedad cuando son consumidos en las cantidades esperadas dentro de una dieta normal (Sarmiento, 2006).

El desarrollo de los alimentos funcionales debe fundamentarse en una base científica sólida, para lo que es preciso realizar estudios que establezcan la influencia que los nutrientes de la dieta poseen en el desarrollo de ciertas enfermedades crónicas, así como estudios epidemiológicos que determinen las ingestas y necesidades de dichos nutrientes en la población. Por su capacidad de prevenir o retrasar la aparición de ciertos trastornos o enfermedades en la persona sana, estos alimentos resultan de gran interés en las personas adultas (Rodríguez, 2001).

El término de alimento funcional se introdujo por primera vez en Japón en los años 80' s. Las autoridades sanitarias japonesas pensaron que una buena nutrición, mejoraría de manera importante la salud y con ello disminuirían los costos de salud global (Ramírez, 2009).

En este sentido, se introdujo un nuevo concepto de alimentos: “Alimentos para uso específico de salud” (FOSHU), los cuales se desarrollaron para mejorar la salud y reducir el riesgo de contraer enfermedades. La demanda de este tipo de alimentación ha crecido espectacularmente en países asiáticos desde finales del siglo XX y en fechas recientes, su uso se ha extendido rápidamente a países de Europa, África y América (Ramírez, 2009).

En Japón este tipo de alimentos tipo son reconocidos porque llevan un sello de aprobación del Ministerio de Salud y Bienestar del gobierno japonés (Alvídrez, 2002).

Cabe señalar que el único país que tiene una definición específica es Japón, otros países como EUA y Europa han establecido su propia definición la cual es: “cualquier alimento o ingrediente alimenticio modificado, que pueda proporcionar un beneficio a la salud superior al de los nutrientes tradicionales que contiene”. Muchas veces estos alimentos también son llamados: alimentos de diseño, nutracéuticos, alicamentos, alimentos inteligentes etc., lo cual a la fecha causa confusión y debate, ya que basados en este concepto muchos alimentos entrarían en este grupo de alimentos, pero considerando la definición de Japón serían menos los alimentos que podrían ser denominados “funcionales” (Cortés, 2005)

2.1.2 Regulación.

En 1991 Japón legaliza la comercialización de alimentos con propiedades saludables colocándolos bajo la denominación de “FOSHU”. La legislación japonesa exige para cada uno de los alimentos “FOSHU” realizar una detallada comprobación científica de sus interacciones fisiológicas y sus efectos beneficiosos para la salud que incluyen pruebas clínicas, garantía de seguridad de consumo y determinaciones analíticas de la efectividad de sus componentes (Sarmiento, 2006).

El desarrollo de los alimentos funcionales está basado en cuatro puntos:

- La innovación tecnológica y el desarrollo científico, para crear alimentos con comprobados beneficios para la salud.
- La regularización y legalización por parte del estado.
- El desarrollo industrial y comercialización de nuevos productos.
- La adecuada información y conocimiento a los consumidores.

Actualmente la legislación japonesa reconoce doce tipos de componentes favorecedores de la salud, entre los que se cuentan la fibra dietética, los oligosacáridos, las vitaminas y bacterias lácticas, los minerales y los ácidos grasos poli-insaturados. Japón es el único país que cuenta con una legislación específica para la comercialización y rotulado de este tipo de alimentos (Carmuega, 2009).

La Unión Europea creó una comisión de acciones concertadas para la investigación sobre alimentos funcionales en Europa FUFOSE, conformada por investigadores en áreas relacionadas con nutrición y salud bajo la coordinación del ILSI (International Life Sciences Institute). La función de la comisión es definir el desarrollo científico de los alimentos funcionales, la creación de nuevos productos y la verificación científica de sus efectos benéficos para la salud (Sarmiento, 2006).

La Unión Europea (UE), por su parte, consensuó hacia 1999 que los alimentos funcionales no deben ser considerados un “grupo de productos” sino satisfacer un “concepto”. Los acuerdos logrados señalan que un alimento puede ser categorizado como “funcional” si se ha demostrado que su ingesta, más allá de la función tradicional de los nutrientes que contiene, influye de modo satisfactorio en una o más funciones del cuerpo, mejora el estado de salud o de bienestar, y/o reduce el riesgo de enfermedades (Carmuega, 2009).

En la UE actualmente no existe una legislación específica pero existe la siguiente reglamentación:

- Reglamento (CE) número 258/97 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de enero de 1997, sobre alimentos e ingredientes alimentarios nuevos (Diario Oficial de la Unión Europea número L 43 de 14 de febrero de 1997).
- Resolución legislativa del Parlamento Europeo sobre la Posición Común del Consejo con vistas a la adopción del Reglamento del Parlamento Europeo y del Consejo relativo a las declaraciones nutricionales y de propiedades saludables en los alimentos (9858/3/2005 – C6-0018/2006 – 2003/0165 (COD)) de 16 de mayo de 2006 (Hidalgo, 2009).
- Real Decreto 1334/1999, de 31 de julio, por el que se aprueba la Norma general de etiquetado, presentación y publicidad de los productos alimenticios, objeto de sucesivas modificaciones.
- Real Decreto 930/1992, de 17 de julio por el que se aprueba la norma de etiquetado sobre propiedades nutritivas de los productos alimenticios, modificado por Real Decreto 2180/2004 (Palou, 2006).

La legislación Europea ha declarado que se debe establecer lo siguiente:

- Las pruebas científicas que avalen las alegaciones de salud han de responder a los estándares avalados por la comunidad científica y ser públicos.
- El etiquetado ha de proporcionar una información veraz y no susceptible de llevar a engaño a los consumidores.
- La Unión Europea se ha de dotar de normas lo más claras posibles que permitan, al mismo tiempo, la innovación de la industria y la defensa de los intereses de los consumidores.
- Simultáneamente se tienen que dar pasos para mejorar la formación y la información de los ciudadanos sobre la alimentación (Hidalgo, 2009).

La Comisión del *Codex Alimentarius*, hasta finales de 1999, no había incluido ninguna legislación sobre el contenido de las etiquetas de los alimentos funcionales. Este *Codex* solo considera el término "Alimento para uso especial", el cual está definido como "cualquier alimento especialmente procesado o formulado para satisfacer un requerimiento dietario en particular, el cual existe debido a una condición física o fisiológica específica y/o a enfermedades o desordenes particulares y que es presentado para ese fin. La composición de estos productos alimenticios debe ser significativamente diferente de la que contienen los alimentos ordinarios de naturaleza similar, si es que existen tales (Silva, 2003).

El *Codex Alimentarius* considera como declaración de propiedades saludables a cualquier representación que declare, sugiera o implique que existe una relación entre un alimento, o un constituyente de dicho alimento, y la salud. Entre ellas, se pueden mencionar las que impactan sobre una función fisiológica del nutriente como en el crecimiento, el desarrollo y las funciones normales del organismo como también las que contribuyen –en el contexto de una dieta saludable- a la reducción del riesgo de una enfermedad o condición relacionada con la salud (Carmuega, 2009).

En los Estados Unidos, los alimentos funcionales no están legalmente definidos. Hasta la fecha, las Leyes de Etiquetado y Educación Nutricional, y la de Suplementos Dietarios, Salud y Educación, constituyen el marco para el tratamiento particular de cada caso (Sarmiento, 2006).

En Estados Unidos la FDA (Food & Drugs Administration) se considera que un alimento es funcional “si demuestra satisfactoriamente que puede contribuir a fomentar un estado de salud y bienestar o reducir el riesgo de enfermar.” Los atributos funcionales de alimentos o sus constituyentes se comunican a través de los mensajes saludables aprobados por la FDA, luego de la revisión exhaustiva de la información científica relativa al tema. La regulación en relación con los alimentos funcionales está siendo constantemente revisada y modificada, y constituye uno de los temas de mayor dinamismo en los organismos regulatorios y en la industria alimentaria (Lutz, 2009).

La FDA aprueba los productos alimenticios en función de su uso y de la información sobre salud que se encuentra en el rótulo del envase (Carmuega, 2009).

Para la FDA en las etiquetas de los alimentos y de los suplementos dietéticos se deben hacer dos tipos de declaraciones en las etiquetas:

- a) Información sobre estructura y función, que describe los efectos en el funcionamiento normal del cuerpo.
- b) Información sobre reducción de los riesgos de enfermedades que impliquen una relación entre los componentes de la dieta y un trastorno de la salud, siempre y cuando haya sido permitida por la FDA y se halle respaldada por un cúmulo importante de pruebas científicas (Carmuega, 2009).

Tabla 3. Ejemplos de mensajes saludables aceptados por la FDA.

Nutriente/alimentación/ condición.	Declaraciones autorizadas.
Calcio y osteoporosis	El ejercicio físico habitual y una dieta saludable con suficiente calcio ayudan a los adolescentes, jóvenes y mujeres a mantener una buena salud ósea y podrá reducir el riesgo de osteoporosis.
Sodio e hipertensión	La hipertensión es una enfermedad asociada a diversos factores. Las dietas bajas en sodio podrían reducir el riesgo de presión arterial alta y la enfermedad cardiovascular.
Grasa saturada, colesterol y enfermedad cardiovascular	Entre los distintos factores que se relacionan con la enfermedad cardiovascular, una dieta baja en grasa, grasas saturadas y colesterol puede reducir el riesgo de su aparición.
Grasas y cáncer	El desarrollo de cáncer depende de diversos factores. Una dieta baja en grasa total podría reducir el riesgo de algunos tipos de cáncer.
Fibras, frutas, verduras y cáncer	Dietas bajas en grasas y ricas en fibras provenientes de granos enteros, frutas y verduras, podrían reducir el riesgo de cáncer.
Folatos y defectos del tubo neural	Dietas saludables, con adecuado aporte de folatos, podrían reducir el riesgo de dar a luz a un niño con defectos del tubo neural.
Proteínas de soja y enfermedad cardiovascular	Dietas bajas en grasas saturadas y colesterol que incluyan 25g de proteína de soja por día, podrían reducir el riesgo de enfermedad cardiovascular.
Esteroles vegetales y enfermedad coronaria	Alimentos que contengan al menos 0.65g de esteroles vegetales por porción comestible, consumidos dos veces por día en el contexto de una dieta baja en grasas, pueden disminuir el riesgo de enfermedad coronaria.
Alimentos que contienen fibra de la avena entera y enfermedad cardiovascular	Dietas bajas en grasas saturadas y colesterol que incluyan fibras solubles de la avena entera podrían reducir el riesgo de enfermedad cardiovascular.

Fuente: (Carmuega, 2009).

Salvo en Japón, estos alimentos no se encuentran definidos como una categoría en ninguna legislación internacional. Pero países como Brasil, el Reino Unido, los Estados Unidos y Australia permiten que, en su rótulo, se incluyan ciertas declaraciones de propiedades saludables. Estas leyendas deben estar científicamente demostradas y autorizadas previamente por la autoridad sanitaria (ANMAT, 2009).

Existen dos normas mexicanas que establecen ciertos requisitos del etiquetado y cuando se ha modificado de algún modo la composición de un alimento o bebida. Estas normas actualmente vigentes son:

- **NOM-051-SCFI-1994** Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados.
- **NOM-086-SSA1-1994** Bienes y servicios. Alimentos y Bebidas no alcohólicas con modificaciones en su composición especificaciones nutrimentales.

A continuación se detallaran los puntos que estén relacionados con los alimentos funcionales

La **NOM-051-SCFI-1994**, establece los siguientes conceptos y consideraciones:

- Declaración de propiedades

Cualquier texto o representación que afirme, sugiera o implique que un alimento o bebida no alcohólica preenvasado tiene cualidades especiales por su origen, propiedades nutrimentales, naturaleza, elaboración, composición u otra cualidad cualquiera, excepto la marca del producto y el nombre de los ingredientes.

- Declaración de propiedades nutrimentales

Cualquier texto o representación que afirme, sugiera o implique que el producto preenvasado tiene propiedades nutrimentales particulares, tanto en relación con su contenido energético y de proteínas, grasas (lípidos) y carbohidratos (hidratos de carbono), como en su contenido de vitaminas y minerales.

No constituye declaración de propiedades nutrimentales:

- a) La mención de sustancias en la lista de ingredientes ni la denominación o marca comercial del producto preenvasado;
- b) La mención de algún nutriente o componente, cuando la adición del mismo sea obligatoria;
- c) La declaración cuantitativa o cualitativa en la etiqueta de propiedades nutrimentales de algunos componentes o ingredientes, cuando ésta sea obligatoria, de conformidad con los ordenamientos legales aplicables.

- Declaración nutrimental

Relación o enumeración del contenido de nutrientes de un alimento o bebida no alcohólica preenvasado.

- Función tecnológica

El efecto que produce el uso de aditivos en los alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados, que proporciona o intensifica su aroma, color o sabor, y mejora su estabilidad y conservación, entre otros.

- Información nutrimental

Toda descripción destinada a informar al consumidor sobre las propiedades nutrimentales de un alimento o bebida no alcohólica preenvasado. Comprende dos aspectos:

- a) La declaración nutrimental obligatoria.
- b) La declaración nutrimental complementaria.

- Nutriente

Cualquier sustancia, incluyendo a las proteínas (aminoácidos), grasas (lípidos), carbohidratos (hidratos de carbono), agua, vitaminas y minerales, consumida normalmente como componente de un alimento o bebida no alcohólica, y que:

- a) Proporciona energía;
- b) Es necesaria para el crecimiento, el desarrollo y el mantenimiento de la vida;
- c) Cuya carencia haga que se produzcan cambios químicos o fisiológicos característicos.

La población diabética recurre a estos tipos de alimentos por lo cual hay que destacar el siguiente fragmento de esta norma, ya que cualquier información no detallada en la etiqueta del producto puede confundir al consumidor.

- La información contenida en las etiquetas de los alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados debe ser veraz y describirse y presentarse de forma tal que no induzca a error al consumidor con respecto a la naturaleza y características del producto.
- Debe ser incluido en la lista de ingredientes todo aditivo que haya sido empleado en los ingredientes de un alimento o bebida no alcohólica preenvasado y que se transfiera a otro producto preenvasado en cantidad notable o suficiente para desempeñar en él una función tecnológica.
- Están exentos de su declaración en la lista de ingredientes los aditivos transferidos a los alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados que ya no cumplen una función tecnológica en el producto terminado, así como los coadyuvantes de elaboración, excepto aquellos que puedan provocar reacciones alérgicas y de intolerancia (NOM-051-SCFI-1994).

La **NOM-086-SSA1-1994**, establece las siguientes definiciones y consideraciones:

Actualmente se elaboran en grandes cantidades alimentos y bebidas no alcohólicas con modificaciones en su composición por disminución, eliminación o adición de nutrimentos con la finalidad de contribuir a evitar deficiencias y prevenir excesos perjudiciales para la salud. Como consecuencia se hace necesario establecer las especificaciones nutrimentales a que deben sujetarse dichos productos, unificando sus denominaciones y orientando al consumidor sobre sus características.

- Alimento con menor contenido de azúcar, grasas, sodio, etc., es aquel al que se le han disminuido o eliminado el contenido de uno o más nutrimentos en relación a su concentración original.
- Alimentos y bebidas no alcohólicas con modificaciones en su composición, productos a los que se les han introducido cambios por adición, disminución o eliminación de uno o más de sus nutrimentos, tales como hidratos de carbono, proteínas, lípidos, vitaminas y minerales; y que forman parte de la dieta habitual.

- Enriquecer, es adicionar una o varias vitaminas, minerales o proteínas (aminoácidos) en concentraciones superiores a los que normalmente contiene el producto.
- Nutrimento, sustancia que juega un papel metabólico y está habitualmente presente en la dieta.

La clasificación de los diferentes productos es la siguiente:

- Productos con menor contenido de: _____
 - ✓ Sodio (libres o sin, muy bajos, bajos y reducidos)
 - ✓ Colesterol (sin, bajo y reducido)
 - ✓ Calorías (sin, bajo y reducido)
 - ✓ Grasa (sin, bajo y reducido)
 - ✓ Grasa saturada (bajo y reducido)
 - ✓ Gluten (sin)
 - ✓ Azúcar (sin y reducido)
- Productos adicionados, que pueden ser restaurados o enriquecidos

A continuación las especificaciones de estos productos:

- Los productos con menor contenido de sodio son aquellos a los que se les ha disminuido o eliminado el sodio, denominándose de acuerdo a lo siguiente:
 - Productos libres de o sin sodio: su contenido de sodio es menor de 5 mg/porción.
 - Productos muy bajos en sodio: su contenido de sodio es menor o igual a 35 mg/porción.
 - Productos bajos en sodio: su contenido de sodio es menor o igual a 140 mg/porción. Cuando la porción sea menor o igual a 30g, su contenido de sodio debe ser menor o igual a 140 mg/50 g de producto.
 - Productos reducidos en sodio: el contenido de sodio es al menos un 25% menor en relación al contenido de sodio del alimento original o de su similar.

- Los productos con menor contenido de grasa son aquellos productos a los que se les han reducido parcial o totalmente las grasas, con las denominaciones y límites que se señalan en lo siguiente:
 - Producto sin grasa: su contenido de grasa es menor a 0,5 g/ porción.
 - Producto bajo en grasa: su contenido de grasa es menor o igual a 3 g/porción. Cuando la porción sea menor o igual a 30 g su contenido de grasa debe ser menor o igual a 3g/50g de producto.
 - Producto reducido en grasa, aquel cuyo contenido de grasa es al menos un 25% menor en relación al contenido de grasa del alimento original o de su similar.

- Los productos con menor contenido de grasa saturada son aquellos a los que se les han reducido parcial o totalmente las grasas saturadas, denominándose de acuerdo a lo siguiente:
 - Producto bajo en grasa saturada: su contenido de grasa saturada es igual o menor a 1 g/ porción y no más del 15% de energía proveniente de la grasa saturada. Cuando la porción sea igual o menor a 30 g, el contenido de grasa saturada debe ser menor o igual a 1 g/100 g de producto y menos del 10% de energía proveniente de la grasa saturada.
 - Producto reducido en grasa saturada, aquel cuyo contenido de grasa saturada es al menos un 25% menor en relación al contenido de grasa saturada del producto original o de su similar.

- Los productos con menor contenido de colesterol son aquellos productos a los que se les ha reducido parcial o totalmente el colesterol, denominándose de acuerdo a lo siguiente:
 - Producto sin colesterol: su contenido de colesterol es menor de 2 mg/porción y el de grasa saturada es menor o igual a 2 g/porción.
 - Producto bajo en colesterol: su contenido de colesterol es menor o igual a 20 mg/porción. Para porciones menores o iguales a 30 g, el contenido debe ser menor o igual a 20 mg/50 g de producto.
 - Producto reducido en colesterol: aquel cuyo contenido de colesterol es al menos un 25% menor en relación al contenido de colesterol del producto original o de su similar y contiene 2 g o menos de grasa saturada por porción.

- Los productos con menor contenido de calorías son aquellos productos a los que en su elaboración se les ha disminuido parcial o totalmente el contenido calórico, denominándose de acuerdo a lo siguiente:
 - Producto sin calorías: su contenido de calorías debe ser menor de 5 calorías/porción.
 - Producto bajo en calorías: su contenido debe ser menor o igual a 40 calorías/porción. Cuando la porción sea menor o igual a 30 g, su contenido de calorías debe ser menor o igual a 40 calorías/50 g de producto.
 - Producto reducido en calorías: es aquel donde el contenido de calorías es al menos un 25% menor en relación al contenido de calorías del alimento original o de su similar.

- Los productos sin gluten son aquellos a los que éste se les ha eliminado y cumplen con lo siguiente:
 - Que contenga básicamente como ingredientes cereales tales como trigo, triticale, centeno, cebada o avena o sus constituyentes de los que se les ha quitado el gluten, o
 - Que todos los ingredientes normalmente presentes y que contienen gluten hayan sido sustituidos por otros ingredientes que no lo contienen.
 - Para denominarse alimento exento de gluten, se requiere que el contenido total de nitrógeno de los granos de cereal que se empleen y que contengan gluten no excedan de 0,05 g /100g expresados en materia seca.
 - Los productos exentos de gluten, que se empleen en sustitución de alimentos básicos importantes, como harina o pan, deben suministrar aproximadamente la misma cantidad de vitaminas y minerales que los alimentos originales en cuya sustitución se emplean.

- Los productos con menor contenido de azúcar son aquellos a los que se les ha reducido parcial o totalmente el azúcar (más información ver 2.2.1.4)

- Los límites mínimos y máximos permitidos para la adición, fortificación y enriquecimiento de alimentos y bebidas no alcohólicas será del 5 al 100% por porción de la ingestión diaria recomendada, siempre y cuando el aporte del nutrimento en las condiciones normales o usuales de consumo, no sobrepase la ingestión diaria recomendada.
 - Los productos adicionados de fibra: son aquellos en los que el contenido de fibra es igual o mayor de 2,5 g/porción en relación al contenido del alimento original o de su similar (NOM-086-SSA1-1994)

La importancia de conocer esta clasificación no solo radica en que la población diabética la conozca, la población en general debe de saber cuáles productos son los que ellos necesitan o consumen ya sea para el control de ingesta calórica, control de la ingesta de grasa, para poblaciones especiales, productos enriquecidos, etc. Para los diabéticos por ser la dieta esencial en el control de la enfermedad, la utilización de estos productos es muy común por esto que se tomen en cuenta estas especificaciones al momento de adquirir un producto para su posterior consumo.

Esta Norma Oficial Mexicana establece las especificaciones nutrimentales que deben observar:

- Los alimentos y bebidas no alcohólicas con modificaciones en su composición.
- Los alimentos envasados y a base de cereales para lactantes y niños con adición de nutrimentos.
- Quedan excluidos de esta norma las fórmulas para lactantes, las fórmulas de continuación y los productos para fines medicinales o terapéuticos (NOM-086-SSA1-1994).

2.1.2.1 Problemática de la falta de regulación en México.

Cabe destacar que en México no existe legislación específica para los alimentos funcionales, tanto la NOM-051-SCFI-1994 y la NOM-086-SSA1-1994 (normas vigentes) solo son especificaciones de etiquetado y de alimentos modificados (respectivamente), por lo cual en este apartado se detallara la importancia de la necesidad de la regulación de este tipo de productos que actualmente están teniendo gran demanda en el mercado mexicano. Estas normas llevan más de 15 años desde que se establecieron por lo cual, tomando en cuenta que día a día se avanza en este campo resultarían un poco obsoletas. Sí, establecen parámetros que son importantes, pero el gran avance que tienen estos productos día a día, sugieren una modernización normativa.

Algunas de los señalamientos que hace la PROFECO para este tipo de productos es la siguiente:

Artículo 32 Ley Federal de Protección al Consumidor.

Exige que la publicidad y la información reúnan tres requisitos fundamentales: Veraz, comprobable y precisa. Por tanto, cuando la publicidad o la información no cumplen con lo antes señalado, puede tornarse en engañosa, falsa e inexacta (PROFECO, 2010).

Artículo 22 Reglamento en materia de Publicidad. Por ningún motivo estos alimentos deben de:

- Afirmar que el producto llena por sí solo los requerimientos nutricionales del ser humano.
- Atribuir a los alimentos industrializados un valor nutritivo superior o distinto al que tengan.
- Declarar propiedades que no puedan comprobarse, o que los productos son útiles para prevenir, aliviar, tratar o curar una enfermedad, trastorno o estado fisiológico (PROFECO, 2010).

Para este organismo es importante:

- a) Trabajar en el marco de referencia que permita plasmar en la información y publicidad de estos productos las declaraciones nutrimentales o saludables con estricto apego a criterios científicamente sustentados, evitando referencias terapéuticas, buscando proteger la salud de la población al tiempo de estimular un comercio justo.
- b) Homologar la regulación para los alimentos funcionales, de manera objetiva y considerando el avance y desarrollo biotecnológico de los mismos, para que en su caso, las declaraciones que en su momento pueden ostentar sean científicamente sustentables al producto o bien al ingrediente.
- c) Regular para proteger a los consumidores, fomentar el comercio justo y promover la innovación de productos dentro de la industria alimentaria, y así, revertir la epidemia de enfermedades crónicas que enfrentan los países, derivadas del sobrepeso y la obesidad y manteniendo los principios de protección al consumidor en cuanto a la protección a la vida, la salud, la seguridad o la economía y así contribuir a una cultura de consumo inteligente (PROFECO, 2010).

El aumento en la incidencia de enfermedades crónicas no trasmisibles, provocadas por el consumo de la denominada fast food, el sedentarismo, el estrés, consumo de alimentos ricos en grasas, etc.; y con ello una enfermedad que sigue aumentando, la diabetes, ha generado interés en estos productos para tratar de llevar una dieta más saludable.

Cada vez las personas consumidoras de este tipo de productos hacen conciencia de lo saludables y benéficos (ya sea preventivo o curativo) que pueden ser estos productos. Los expertos en salud recomiendan algunos de estos productos y las industrias buscan nuevas oportunidades de crecimiento con la explotación de estos nuevos productos. Por lo cual se entiende la importancia de que exista regulación específica porque esto le proporciona seguridad a su consumo.

Hay que señalar que de los grandes problemas de la falta de una regulación es la amplia comercialización de alimentos “engañosos” a los cuales les atribuyen propiedades no comprobadas las cuales, primero enganchan al consumidor, segundo éste consume el producto y por último el producto nunca fue la idea que el consumidor compro es decir; esta información fue “engañosa” y en caso de no tener efectos adversos pues no pasa del engaño, pero en el caso de efectos deletéreos, la población no importando cual sea sin enfermedad alguna, diabética, obesa, cardiaca, o no, puede tener una recaída, algo más grave, o enfermarse sin haberlo estado antes. De ahí la necesidad de la reglamentación evitando todos aquellos productos “milagros” los cuales pueden ser dañinos y hacen mala fama a los productos con efectos benéficos en la salud.

Para una regulación completa es muy importante la unión gobierno, industria e instituciones relacionadas, estableciendo definiciones, especificaciones y etiquetado que incluya información de la funcionalidad del producto, esto hará que el consumidor confíe en el producto, lo adquiera y que realmente este teniendo el beneficio que se le está vendiendo. También es importante la participación del consumidor demandando esta información para evitar errores al consumirlos, además de hacer conciencia de leer etiquetas es importante conocer que es lo que se está consumiendo, si es bueno o no y no dejarse guiar por la publicidad, la cual alguna veces puede ser engañosa.

Por todo lo anteriormente mencionado es necesaria la regulación estos productos, que ya se encuentran a la venta, ya son consumidos y ya existe un gran mercado interesado en estos productos y una normatividad específica y clara provee al consumidor de información y seguridad de consumo con respecto a este tipo de productos.

2.2 Ingredientes para productos procesados para la población diabética.

2.2.1 Sustitutos del azúcar

La capacidad de disfrutar de la dulzura de un alimento es algo innato en los seres humanos, bien sea porque es natural (una fruta por ejemplo), o adicionada (un postre o una bebida). Desde tiempos remotos se ha utilizado el azúcar (sacarosa), como edulcorante universal, se obtiene de la caña de azúcar o de la remolacha (Restrepo, 2005).

Sin embargo, hay condiciones asociadas al consumo de sacarosa que tienen incidencia en el actual comportamiento de los consumidores y en cierta forma se relaciona con la salud:

- Obesidad
- Caries
- Diabetes

Las tres situaciones se refieren, respectivamente, al aporte calórico del azúcar y su almacenamiento como grasas, el metabolismo bacteriano que sucede en la boca y la transforma en ácidos orgánicos que atacan el esmalte dental, y la imposibilidad metabólica para degradarla en sus monosacáridos constituyentes (Restrepo, 2005).

El avance de la tecnología agro-alimentaria y el conocimiento científico sobre la asociación entre el consumo excesivo de los azúcares simples y la presencia de algunas enfermedades, llevaron al hombre a diseñar de manera artificial, y de diversas fuentes, edulcorantes de estructuras químicas variadas de bajo o ningún contenido calórico (Benjumea, 2004).

Los edulcorantes corresponden a los agentes químicos sintetizados en laboratorios, que proporcionan el gusto dulce a los alimentos y poseen propiedades sensoriales agradables para la mayoría de los individuos. El gusto dulce ha estado asociado siempre a características positivas incluyendo la manifestación de emociones de afecto y recompensa (Arias, 2002).

Los endulzantes artificiales se desarrollan a partir de la modificación de algunos hidratos de carbono, aminoácidos y sulfonamidas. Son edulcorantes que no aportan calorías, o si la aportan son en cantidades pequeñas; y que han sido sometidos a diversos estudios y actualmente son consumidos mundialmente (Alpízar, 2001).

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

- *Ampliar las opciones de bebidas y alimentos destinadas al control de la ingesta calórica y de hidratos de carbono.*
- *Coadyuvar en la reducción y mantenimiento del peso corporal.*
- *Auxiliar en el manejo adecuado de la diabetes.*
- Asistir en el control de la caries dental.
- Intensificar el uso de artículos farmacéuticos y cosméticos.
- Proporcionar dulzor cuando no es posible disponer de azúcar.
- Contribuir en el uso rentable de recursos limitados (Valdés, 2009).

Los edulcorantes no nutritivos también son conocidos como edulcorantes de alta intensidad esto debido a su poder edulcorante muy superior al de la sacarosa. Entre sus principales características se encuentran; alta intensidad de dulzor, aporte nulo o insignificante de calorías, ausencia de otras funciones tecnológicas, apropiados para diabéticos (Cubero, 2002).

Los edulcorantes en las personas con diabetes.

El aspartame se ha convertido en un edulcorante popular para los pacientes con diabéticos. El edulcorante no nutritivo sacarina aún está disponible en ciertos alimentos y bebidas a pesar de las advertencias de la FDA sobre su efecto carcinógeno potencial en la vejiga a largo plazo. La última declaración de la ADA (American Diabetes Association) concluye que todos los edulcorantes no nutritivos que tienen la aprobación de la FDA (como aspartame o sacarina) son seguros para la ingestión de todas las personas con diabetes. La FDA aprobó como seguros para uso general dos edulcorantes más, no nutritivos; sucralosa y acesulfame potásico. Estos dos productos son muy estables y, a diferencia del aspartame, pueden utilizarse para hornear y cocinar (Mc Phee, 2007).

Se ha incrementado la aceptación de los edulcorantes nutritivos como el sorbitol y la fructosa. Excepto por la diarrea aguda inducida por la ingestión de grandes cantidades de alimentos con sorbitol, aún debe establecerse su riesgo relativo. La fructosa representa un azúcar “natural” que es un edulcorante muy eficaz y sólo induce aumentos ligeros en las concentraciones plasmáticas de glucosa. Sin embargo, por los posibles efectos adversos de grandes cantidades de fructosa (hasta 20% de las calorías totales) en el incremento del colesterol sérico, la ADA considera que no tiene una ventaja general como edulcorante en la dieta de los pacientes con diabetes. Sin embargo; esto no descarta la ingestión moderada de frutas y verduras con fructosa o alimentos endulzados con este azúcar (Mc Phee, 2007).

La ingesta de hasta 60 g de fructosa o sacarosa al día no puede afectar negativamente a la glucemia o la respuesta de los lípidos en personas con DM2. Sin embargo, debido a que existe preocupación por el aumento de los niveles de lípidos en sangre con alto consumo de fructosa, la adición de fructosa como edulcorante no se recomienda para las personas con diabetes (ADA, 2004)

2.2.1.1 Estructura Química

Acesulfame K.

Descubierto en 1967, fue aprobado por la FDA en 1998. Edulcorante no nutritivo (0 Kcal/g). Es una sal orgánica constituida por carbono, nitrógeno, oxígeno, azufre y potasio. Su dulzura es aproximadamente 200 veces mayor a la sucrosa y muy similar al aspartame, no es metabolizado por el organismo y es excretado por los riñones, lo que representa ausencia de efectos tóxicos. Se usa para endulzar refrescos embotellados, chicles, gelatinas, té, etcétera (Alpízar, 2001).

Las calorías en alimentos y bebidas pueden reducirse mediante la sustitución de azúcar por acesulfame K, sabor dulce rápidamente perceptible, tiene buena duración y es muy estable en la preparación y el procesamiento normal de alimentos. Resistente al calor y por ende adecuado para cocinar y hornear, no provoca caries dentales (Arias, 2002).

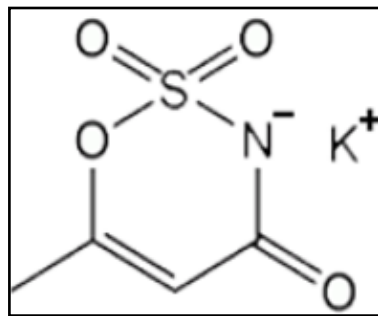


Fig. 4 Estructura del Acesulfame (Rozowski, 2007).

Químicamente es la sal potásica del 6-metil-1, 2, 3-oxatiazina-4(3H)-1, 2,3-dioxido. Estable al calor, generalmente se usa asociado a otros endulzantes (Rozowski, 2007).

Alitame.

Edulcorante de alta intensidad (1.4 Kcal/g) desarrollado por Pfizer. Se trata de una amida dipéptido 12 veces más dulce que el aspartame, y 6 veces más dulce que la sacarina en un nivel comparable al 10% de sacarosa. Pfizer ha presentado la petición para ser aprobado por la FDA, la cual todavía se encuentra en trámite, por lo que actualmente está pendiente su uso en EUA (W, 2003).

El alitame está formado por dos aminoácidos: ácido L-aspártico y D-alanina, con una nueva estructura amida C-terminal: 2, 2, 4, 4, tetrametiltienanil amina, que es la clave de su elevado poder edulcorante (Borrego, 2000).

Alitame está aprobado para uso en alimentos y bebidas en Australia, Nueva Zelanda, México, República Popular de China y Colombia (ADA, 2004)

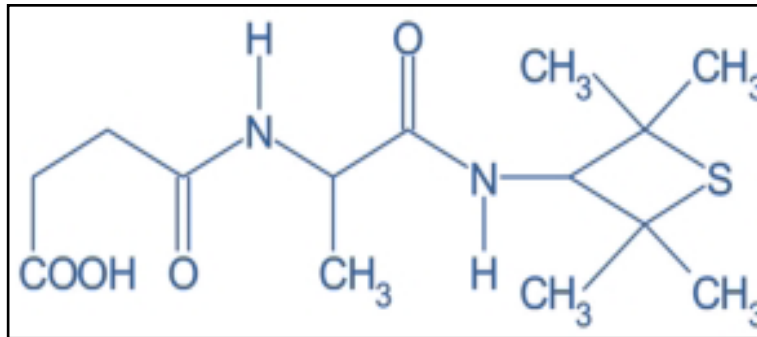


Fig. 5 Estructura del Alitame (Borrego, 2000).

Con un poder endulzante 2000 veces mayor que del azúcar, no se metaboliza, se excreta por la orina, no se comercializa solo, es estable y de alta solubilidad. Se aceptó su uso en México desde 1994 (Alpizar, 2001).

Sin las cualidades amargo o metálico de los edulcorantes de alta intensidad. Este edulcorante se combina con otros edulcorantes de alta intensidad para maximizar la calidad de la dulzura (ADA, 2004)

Sabor dulce puro. Perfil de dulzura cercano al del azúcar, excelente estabilidad a alta temperatura por lo que puede utilizarse en comidas y productos horneados, apto para diabéticos, seguro para los dientes y sinérgico cuando se lo combina con otros edulcorantes (Rozowski, 2007).

El alitame tiene el potencial de ser usado en casi todas las áreas en las que se utilizan edulcorantes en la actualidad, por ejemplo: Productos horneados y mezclas para hornear, polvos para preparar bebidas, postres congelados y polvos para prepararlos, goma de mascar y caramelos, bebidas calientes y frías (Arias, 2002).

Aspartame.

Descubierto en 1965. Edulcorante nutritivo (4kcal/g). Se metaboliza igual que los aminoácidos de la dieta diaria, es inestable al calor, su dulzor es 200 veces superior al del azúcar, y debido a ello se necesitan en cantidades muy bajas para obtener la dulzura deseada. Se considera un producto seguro, la única limitación es para personas con fenilcetonuria, la cual es una enfermedad que se caracteriza por que el riñón no puede manejar la fenilalanina, se acumula en el cerebro y causa retraso mental. Se aceptó su uso por la FDA en 1981 (Alpizar, 2001).

Si bien tiene el mismo aporte energético por gramo que la sacarosa, al tener un poder edulcorante más elevado, el aspartame se utiliza en cantidades mucho menores: una cucharada tipo té de sacarosa (5g) equivale aproximadamente a 19 mg de aspartame; es decir, 20 kcal versus 0,08 kcal respectivamente. Esto hace que se considere virtualmente un edulcorante no calórico (Wüst, 2007).

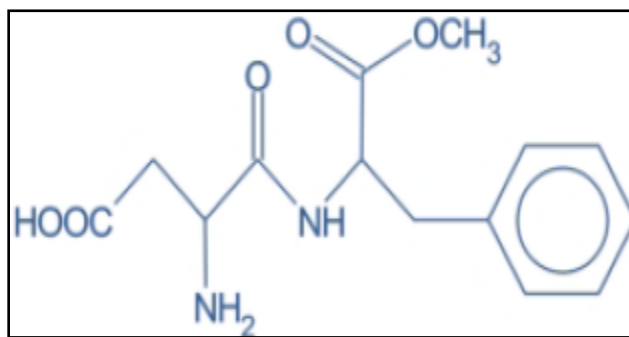


Fig. 6 Estructura del Aspartame (Borrego, 2002).

Es el éster metílico del dipéptido L-aspartil-L-fenilalanina. Por su carácter peptídico, se hidroliza liberando sus dos aminoácidos constituyentes, lo cual representa un riesgo para pacientes que sufren fenilcetonuria (Restrepo, 2005).

El aspartame se utiliza para endulzar una variedad de alimentos y bebidas y también como edulcorante de mesa (Arias, 2002).

Sabor muy parecido al azúcar, realza e intensifica los sabores, particularmente los de los cítricos y otras frutas, pueden reducirse las calorías en los alimentos y las bebidas mediante la sustitución de azúcar por aspartame. Una pequeñísima cantidad de aspartame, con una décima de caloría, produce el mismo nivel de dulzura que una cuchara de té de azúcar con 16 calorías (Arias, 2002).

Es usado corrientemente en prestigiosas marcas de los siguientes alimentos y bebidas: Refrescos carbonatados, jugos, budines, rellenos y jaleas, cereales para desayuno, postres y agregados, edulcorantes de mesa (en polvo y en tabletas) (Arias, 2002).

Sacarina.

Edulcorante no nutritivo (0 kcal/g). Se produce a partir de metil-antronilato. Su dulzor es 300 veces superior que al del azúcar. No se metaboliza, se excreta por la orina. Se aceptó su uso por la FDA en 1991, con la leyenda puede ser peligroso para la salud (Alpizar, 2001).

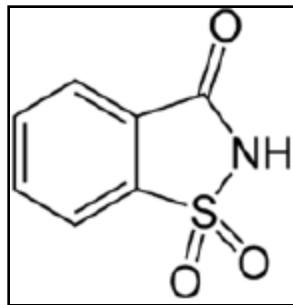


Fig. 7 Estructura de la sacarina (Rozowsky, 2007).

Pueden reducirse las calorías de alimentos y bebidas al sustituir el azúcar por la sacarina, sumamente estable, dispone de una buena vida útil, apropiada para cocinar y hornear, no provoca caries dentales (Rozowski, 2007).

La sacarina tiene el más amplio rango de aplicaciones y es usada en una gran variedad de categorías: Edulcorantes de mesa, bebidas instantáneas, bebidas dulces carbonatadas, jugos, té helado, productos lácteos, jaleas, mermeladas (Arias, 2002)

Sucralosa.

Edulcorante no nutritivo (0 Kcal/g) derivado del azúcar, tres átomos de cloro sustituyendo tres de grupo hidroxilo. No se metaboliza se excreta por la orina. Su dulzor es aproximadamente 600 veces mayor a la sucrosa, lo que lo convierte en el más potente. Su elevada estabilidad lo hace susceptible a ser utilizado en alimentos cocidos y horneados. Es el único endulzante bajo en calorías, el cual se elabora a partir de azúcar. Es estable a temperaturas frías y calientes por periodos prolongados (Alpizar, 2001).

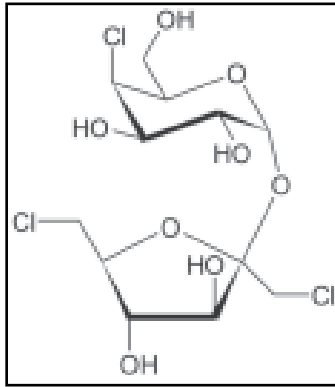


Fig. 8 Estructura de la sucralosa (Restrepo, 2005).

La sucralosa es un compuesto derivado de la sacarosa por sustitución selectiva (proceso patentado) de tres grupos hidroxilo por átomos de cloro (Restrepo, 2005).

La presencia de estos átomos incrementa la potencia edulcorante e impide que se metabolice, por lo cual no aporta calorías (Restrepo, 2005).

2.2.1.2 Condiciones de aplicación.

Acesulfame K

Es muy soluble en agua a temperatura ambiente 270 g/L y aumenta con la temperatura, llegando a ser de 1000 g/L a 100° C (Cubero, 2002).

Es estable a temperaturas elevadas, muy hidrosoluble, mantienen sus propiedades funcionales en un intervalo amplio de pH y, en general, no deja un resabio desagradable, excepto en altas concentraciones (Badui, 2006).

Por su solubilidad pueden preparar y almacenar disoluciones concentradas. Es estable tanto en estado sólido como bajo las condiciones de pH y temperatura normalmente empleadas en el procesado y almacenamiento de alimentos, incluyendo exposición prolongada en medio acuoso y pH ácido (bebidas refrescantes) y proceso de pasteurización empleados en el segmento de bebidas con una cierta proporción de zumo (Borrego, 2000).

Tiene un dulzor estable en pH de 3-7 que es lo habitual en bebidas endulzadas y en condiciones usuales de almacenamiento dentro de periodos normales. Por su buena estabilidad puede ser utilizados en productos a ser pasteurizados, esterilizados o que deban ser calentados a temperaturas ultra elevadas, pudiéndose aplicar sin necesidad de modificar los procesos normales de fabricación y resistiendo los mismos (Palazuelos, 1999).

Alitame

Es 2000 veces más dulce que la sucrosa, con un sabor limpio y dulce y tiene propiedades edulcorantes sinérgicas cuando se combina con otros edulcorantes bajos en calorías. Es completamente soluble en agua y es estable al calor y pH (Saulo, 2006).

Es soluble en agua y su estabilidad es superior a la del aspartame (tiempos de vida media 2- 3 veces más elevados a pH 2-4) (Borrego, 2000).

Tiene una vida de anaquel excelente pero puede producir sabores discordantes durante un almacenamiento prolongado en algunas condiciones ácidas. Se pueden usar en productos en donde ya se estén utilizando endulzantes, como en productos horneados, bebidas frías y Calientes, preparaciones de fruta, goma de mascar y productos farmacéuticos (Saulo, 2006).

Aspartame

Es estable a pH 3-5, perdiendo su poder fuera de este intervalo; las temperaturas altas lo destruyen por la hidrolisis del enlace éster metílico, por la ruptura de la unión peptídica, o por un reacomodo intramolecular que da origen a la dicetopiperizina, agente que no es tóxico. Además, por su carácter proteínico, cuando se calienta en presencia de azúcares reductores, está sujeto a reacciones de Maillard (Badui, 2006).

En ciertas condiciones de pH, humedad y temperatura se descompone perdiendo su poder edulcorante, pero sin crear sabores extraños. La descomposición suele producirse con la temperatura elevada y es mayor esta descomposición a pH neutro que a pH ácido. Pero aun así, el aspartame suele aguantar procesos térmicos de temperatura elevada (pasteurización) durante tiempos cortos (Cubero, 2002).

Es ligeramente soluble en agua, si bien últimamente se han desarrollado formatos que permiten la preparación de disoluciones concentradas. Su estabilidad en estado sólido es bastante buena siempre que no se someta a temperaturas elevadas. En disoluciones acuosas presenta un máximo de estabilidad a pH 4,2, y una rápida degradación fuera del rango de pH 2.5-5.5 (Borrego, 2000).

El dulzor varía con el pH y la temperatura, particularmente en aquellos productos con sabores de fruta. La estabilidad depende de la humedad, pH y tiempo de almacenamiento. El dulzor de una bebida puede mantenerse por 6 meses a temperatura ambiente (Palazuelos, 1999).

La inestabilidad química es la responsable de una pérdida parcial del sabor dulce bajo ciertas condiciones de procesado y almacenamiento de alimentos. Así, por ejemplo, el almacenamiento de bebidas carbonatadas 20 y 30 °C durante 6 semanas resulta en una pérdida del 11-16% y 28%, respectivamente (Borrego, 2000).

Sacarina

La sacarina es uno de los edulcorantes más utilizados por su estabilidad a pH bajos o a altas temperaturas. Cuando se combinan pH extremos y temperaturas elevadas, se hidroliza parcialmente. Presenta buena solubilidad (600 g/L) que tiende a aumentar con la temperatura. Tiene una vida media útil de 5 años. Pueden darse pérdidas de la sustancia durante el almacenamiento (Cubero, 2002).

Sucralosa.

Es muy soluble en agua y estable bajo las condiciones normales de proceso y almacenamiento de bebidas refrescantes (Borrego, 2000).

La sucralosa es estable a bajas temperaturas, no sufre alteraciones cuando se trabaja en medio ácido, es altamente soluble en agua y no interactúa con otros ingredientes de manera desfavorable (Restrepo, 2005).

2.2.1.3 Dosis recomendadas y productos en que se emplean.

Tabla 4. Dosis recomendada mg/kg/día

Edulcorante	FAO/OMS	EFSA
Acesulfame K.	0-15	0-9
Alitame	0-1	1
Aspartame	0-40	0-40
Sacarina	0-5	0-5
Sucralosa	0-15	0-10

Fuente: Alpízar 2001 y Rozowski 2007.

Modo de empleo:

- Suelen utilizarse mezclas de éstos para obtener mejoras en su funcionalidad.
- Se suelen emplear mezclas de edulcorantes intensos para evitar sabores residuales (metálicos, amargos, etc.) y para no excederse en la ingesta de un edulcorante en concreto.
- Se deben tener en cuenta las ventajas e inconvenientes en la utilización de uno u otro que vienen condicionadas por la aplicación que se le quiere dar.
- Siempre se ha de elegir el edulcorante dependiendo de las condiciones a las que se le ha de someter durante el procesamiento.
- Ya que no tienen funciones tecnológicas (no caramelizan, no confieren textura, etc.) se tiene que recurrir a otros aditivos que aporten la función deseada (Cubero, 1999).

Usos:

- Alitame. Productos horneados y mezclas para hornear, polvos para preparar bebidas, postres congelados y polvos para prepararlos, goma de mascar y caramelos, bebidas calientes y frías.
- Acesulfame K. Bebidas carbonatadas, bebidas no carbonatadas, néctares de frutas, concentrados para bebidas, edulcorantes de mesa.
- Aspartame. Refrescos carbonatados, jugos, budines, rellenos y jaleas, cereales para desayuno, postres y agregados, edulcorantes de mesa (en polvo y en tabletas).
- Sacarina. Edulcorantes de mesa, bebidas instantáneas, bebidas dulces carbonatadas, jugos, té helado, productos lácteos, jaleas, mermeladas.
- Sucralosa. Edulcorantes de mesa, frutas procesadas, bebidas carbonatadas, bebidas no carbonatadas, goma de mascar (Arias, 2002).

Se pueden encontrar las siguientes sinergias entre edulcorantes:

- a) Aspartame + Sacarina sódica.
- b) Aspartame + Acesulfame.
- c) Acesulfame + Fructosa (Cubero, 1999).

Tabla 5. Comportamiento metabólico de los edulcorantes y beneficios de uso.

Edulcorante	Metabolismo	Beneficios de uso por diabéticos
Sacarosa	Es un disacárido que después del proceso de digestión es absorbido en forma de glucosa y fructosa. Aprox. 1/3 del total consumido es almacenado en el hígado y el resto pasa a la sangre. La glucosa, al penetrar en las células, se fosforiliza en glucosa-6-fosfato, está por la acción de la enzima fosfatasa deja en libertad ácido fosfórico y glucosa.	No tienen un efecto benéfico ya que aumenta los niveles de glucosa en sangre, los diabéticos tienen la glucosa-6-fosfato elevada, por ello mayor liberación de glucosa. Puede elevar la glucosa en sangre rápidamente con lo cual deben ser consumidos con moderación y acompañados de otros alimentos. Edulcorantes nutritivos que contienen fructosa y la sacarosa están relacionados con la hiperlipidemia. Las dietas ricas en estos edulcorantes se ha demostrado que aumentan los triglicéridos y las lipoproteínas de baja densidad (LDL) los niveles de colesterol en los estudios a corto plazo.
Alitame	De una carga oral de alitame, el 7% a 22% no cambia y se excreta en las heces. La cantidad restante (77% a 96%) se hidroliza a ácido aspártico y alanina amida. El ácido aspártico se metaboliza normalmente para producir 1,4 kcal / g. La amida alanina no se hidroliza más allá y se excreta en la orina como un isómero sulfóxido, sulfona, o conjugados con ácido glucurónico.	Este edulcorante no afecta la respuesta glucémica y pueden utilizarse de forma segura por las personas con diabetes

Continuación tabla 5

<p>Acesulfame K</p>	<p>No es metabolizado en el organismo por lo tanto no proporciona energía. Se excreta por el riñón y no se acumula en los tejidos. En ensayos sobre el metabolismo de este compuesto se demostró que no había metabolitos en las excretas de ratas, perros, cerdos y humano.</p>	<p>Este edulcorante no afecta la respuesta glucémica y pueden utilizarse de forma segura por las personas con diabetes</p>
<p>Aspartame</p>	<p>El aspartame se hidroliza dando origen a 3 productos: ácido aspártico, fenilalanina y metanol; que son absorbidos e incorporados a la circulación sistémica. Se forma aspartato y luego se hidroliza en alanina y oxalacetato; la fenilalanina se transforma mayormente en tirosina; y el metanol se convierte en formaldehído y luego en ácido fórmico.</p>	<p>El uso de aspartame no afecta el control de la glucemia en diabéticos ni a corto ni a largo plazo. Por el contrario, el uso del aspartame puede facilitar la adherencia al tratamiento dietético, al permitir una selección de alimentos y bebidas más amplia.</p>
<p>Sacarina</p>	<p>No es metabolizada; excretada por los riñones sin ser modificada. No se acumula en tejidos orgánicos y se elimina por la orina y heces. La sacarina puede cruzar la placenta y permanecer en tejido fetales, por esto su consumo no es recomendado durante el embarazo.</p>	<p>No afecta los niveles de glucosa en sangre, no afecta la respuesta glucémica y pueden utilizarse de forma segura por las personas con diabetes.</p>
<p>Sucralosa</p>	<p>La incorporación del cloro a la molécula de sucralosa es lo que libera a la sucralosa de calorías. El cloro transforma a la molécula de sucralosa en inerte, química y biológicamente, por lo que el elemento atraviesa el cuerpo sin ser metabolizado y se elimina después de su consumo. La sucralosa no es reconocida por el cuerpo como si fuera azúcar ni tampoco como un hidrato de carbono. El cuerpo no la metaboliza para obtener energía</p>	<p>No afecta los niveles de glucosa en sangre. La sucralosa no tiene efecto en la utilización que hace la sangre de la glucosa, en el metabolismo de los hidratos de carbono ni en la producción de insulina. Los productos endulzados con sucralosa ofrecen alternativas de buen sabor y bajas calorías a los diabéticos que están interesados en reducir su consumo calórico o de azúcares.</p>

Fuentes: (Wüst, 2007; Living Sweet, 2009 y ADA, 2004)

2.2.1.4 Legislación.

◆ En la Unión Europea

Los edulcorantes autorizados se pueden emplear en categorías de alimentos específicas y a niveles de uso determinados, en función de los valores de Ingesta Diaria Admisible (IDA) establecidos por el Comité Científico para Alimentación de la Unión Europea, o también en función de las características propias de cada edulcorante (Borrego, 2002).

La Directiva 94/35/CE permite el empleo de los edulcorantes en combinación, lo que haría descender la posibilidad de superación de la IDA de cualquier edulcorante individualmente considerado. Así, esta limitación de las dosis máximas de uso hace necesario el uso de combinaciones de edulcorantes para alcanzar el efecto tecnológico deseado. De hecho, los niveles de uso contemplados no son, excepto para el caso del aspartame, suficientes para edulcorar alimentos y bebidas en base a un único producto. Será por tanto necesario emplear combinaciones de edulcorantes para alcanzar el efecto tecnológico deseado en la formulación de bebidas refrescantes (Borrego, 2000).

La Directiva de Edulcorantes (94/35/CE) fue adoptada en Junio de 1994 e implantada en la legislación nacional de todos los EEMM de la UE hacia finales de 1995. Transcurrieron aproximadamente cuatro años desde la primera propuesta de la Comisión hasta su publicación en el Diario Oficial de la Comunidad Europea, debido a que los EEMM partían de muy diferentes posiciones en cuanto a la legislación existente sobre edulcorantes. Durante este período de discusión se desarrollaron a escala piloto nuevos productos de bajo contenido energético, lo que hizo necesario una revisión y actualización de la Directiva 94/35 que ha sido ya publicada e implantada por los EEMM (Directiva 96/83/EC) (Palazuelos, 1999).

◆ En México.

NORMA Oficial Mexicana **NOM-051-SCFI-1994**, Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados. Esta norma establece lo siguiente:

• Aditivo

Aquellas sustancias permitidas que se adicionan directamente a los alimentos y bebidas no alcohólicas durante su elaboración, y cuyo uso permite desempeñar alguna función tecnológica.

- Azúcares

Todos los monosacáridos y disacáridos presentes en un alimento o bebida no alcohólica.

- Declaración de propiedades

Cualquier texto o representación que afirme, sugiera o implique que un alimento o bebida no alcohólica preenvasado tiene cualidades especiales por su origen, propiedades nutrimentales, naturaleza, elaboración, composición u otra cualidad cualquiera, excepto la marca del producto y el nombre de los ingredientes.

- Declaración de propiedades nutrimentales

Cualquier texto o representación que afirme, sugiera o implique que el producto preenvasado tiene propiedades nutrimentales particulares, tanto en relación con su contenido energético y de proteínas, grasas (lípidos) y carbohidratos (hidratos de carbono), como en su contenido de vitaminas y minerales.

- Función tecnológica

El efecto que produce el uso de aditivos en los alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados, que proporciona o intensifica su aroma, color o sabor, y mejora su estabilidad y conservación, entre otros.

La información contenida en las etiquetas de los alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados debe ser veraz y describirse y presentarse de forma tal que no induzca a error al consumidor con respecto a la naturaleza y características del producto.

Se debe declarar un ingrediente compuesto cuando constituya más del 25 % del alimento o bebida no alcohólica y debe ir acompañado de una lista entre paréntesis de sus ingredientes constitutivos por orden cuantitativo decreciente. Cuando constituya menos de ese porcentaje se deben declarar los aditivos que desempeñan una función tecnológica en la elaboración del producto y aquellos ingredientes o aditivos que se asocien a reacciones alérgicas, de conformidad con los ordenamientos legales correspondientes.

Cuando se declare el uso de aditivos permitidos en la elaboración de los alimentos y bebidas no alcohólicas, pueden emplearse las denominaciones genéricas o el nombre específico del aditivo (NOM-051-SCFI-1994).

NORMA Oficial Mexicana **NOM-086-SSA1-1994**, Bienes y servicios. Alimentos y Bebidas no alcohólicas con modificaciones en su composición especificaciones nutrimentales. Esta norma señala:

Adicionar, añadir uno o más nutrimentos, contenidos o no normalmente en el producto.

Alimento con menor contenido de azúcar, es aquel al que se le han disminuido o eliminado el contenido de uno o más nutrimentos en relación a su concentración original.

Alimentos y bebidas no alcohólicas con modificaciones en su composición, productos a los que se les han introducido cambios por adición, disminución o eliminación de uno o más de sus nutrimentos, tales como hidratos de carbono, proteínas, lípidos, vitaminas y minerales; y que forman parte de la dieta habitual.

Edulcorante sintético, sustancia orgánico-sintética, que puede sustituir parcial o totalmente el dulzor de los edulcorantes naturales.

Los alimentos modificados con la adición de edulcorantes se deben señalar: Productos con menor contenido de azúcar. Y debe señalarse si son reducidos o sin azúcar.

Los productos con menor contenido de azúcar son aquellos a los que se les ha reducido parcial o totalmente el azúcar, denominándose de acuerdo a lo siguiente:

- Producto sin azúcar: su contenido de azúcar es menor a 0,5 g/porción.
- Producto reducido en azúcar: el contenido de azúcar se ha reducido por lo menos en un 25% del contenido del alimento original o de su similar.

La sacarina y sus sales de sodio, calcio y amonio se permiten como sustitutos parcial o totalmente de los azúcares en los alimentos y bebidas no alcohólicas con modificaciones en su composición, ajustándose a los siguientes límites:

- Para las presentaciones de mesa, las porciones no deben exceder de 20 mg de sacarina con poder edulcorante equivalente a una cucharadita de azúcar;
- En bebidas no alcohólicas en cantidad que no exceda de 40 mg de sacarina por 100 g del producto, y
- En los alimentos elaborados que no exceda de 30 mg de sacarina por porción.

En los alimentos y bebidas no alcohólicas con modificaciones en su composición se permite el empleo de aspartame y acesulfame potásico (acesulfame K) como sustitutos de azúcares en productos objeto de esta norma de acuerdo a las BPF.

El edulcorante sucralosa se permite emplear como sustituto del azúcar en los productos objeto de esta norma dentro de los siguientes límites:

- Para las presentaciones de mesa de acuerdo a las BPF.
- No más de 0,1 % en cereales para desayuno.
- No más de 0,025% en bebidas como se consumen.
- No más de 0,025% en postres y rellenos como se consumen.
- No más de 0,15% en gomas de mascar.
- No más de 0,045% en jaleas.
- No más de 0,04% en aderezos.
- No más de 0,07% en dulces.
- No más de 0,065% en mezclas para hornear y productos de panadería como se consumen.
- No más de 0,04% en pudines.
- No más de 0,15% para jarabes de mesa (NOM-086-SSA1-1994).

Acesulfame K.

Aprobado por la FDA en 1988, con los estudios presentados por la compañía que lo fabrica (Hoechst), los que no han sido publicados. Distintas personalidades científicas claman que los estudios de aprobación del acesulfame K son defectuosos y están seriamente sesgados (Torres, 2007).

Incluso la FDA reconoce que el acesulfame K puede contener cloruro de Metileno, un carcinógeno conocido (Torres, 2007).

Alitame.

Existen aproximadamente 15 estudios de seguridad sometidos a escrutinio por la FDA, la que no lo ha aprobado en espera que un estudio cuestionable en animales sea repetido. Todos los estudios han sido desarrollados por la compañía fabricante. Su uso ha sido aprobado en México, Austria, Nueva Zelanda y China (Torres, 2007).

Su uso no está autorizado en todos los países, pero algunos lo permiten en ciertos alimentos (Badui, 2006).

En el *CODEX* (STAN 243-2003) la FAO en acuerdo con la OMS aprueban el uso del alitame, sin embargo, la CE fija su postura de no usar alitame ni neotame (CE, 2007).

Aspartame.

Estudios recientes en una variedad de ratas muestra un aumento importante y estadísticamente significativo de la incidencia de tumores renales, linfomas y leucemias, especialmente en machos, en dosis incluso menores a las recomendadas. Estos resultados están bajo evaluación, aunque la Conferencia Europea en Aspartame ha confirmado la seguridad de su uso en humanos (Torres, 2007).

Sacarina.

A pesar de que el hombre la elimina en la orina, existe una controversia sobre su inocuidad; se considera que algunas de las impurezas de su síntesis son tóxicas, aun cuando esto depende de la materia prima de que se parta. Por esta razón, ciertos países tienen regulaciones estrictas para su consumo y exigen se declare su presencia en los alimentos, indicando su riesgo potencial (Badui, 2006).

Debido a la carcinogenicidad encontrada en algunos estudios, en 1979 Canadá retiró la sacarina del mercado. En Estados Unidos, se permitió su venta con una etiqueta de advertencia que decía “este producto contiene sacarina, la que se ha determinado que produce cáncer en animales de laboratorio”. Más tarde se demostró que el mecanismo de producción de tumores en ratas no era aplicable a humanos, con lo que se eliminó esta advertencia en 2000 (Torres, 2007).

Sucralosa.

Los estudios no han arrojado resultados negativos en el uso de este edulcorante (Torres, 2007).

2.2.2 Fibra soluble e insoluble

Los primeros trabajos donde se relaciona ingesta de fibra y salud fueron realizados por Burkitt y Cols en África en 1970. Encontraron que poblaciones con dietas muy ricas en alimentos de origen vegetal presentaban menor prevalencia de las enfermedades crónicas propias de los países desarrollados (Cañedo, 2006).

➤ Fibra dietética

Componente del material vegetal que no es digerido por las enzimas del aparato digestivo. Incluye, fundamentalmente, los polisacáridos estructurales y no estructurales que no son almidón y la lignina (NOM-051-SCFI-1994).

La fibra dietética es el residuo orgánico de los alimentos de origen vegetal, que no es hidrolizado por los jugos digestivos del tracto gastrointestinal y que sólo puede descomponerse en parte en el intestino grueso (Vollmer, 1999).

La definición actualmente aceptada de la American Association of Cereal Chemist (AACC) cuyo Comité para la Definición de Fibra Dietética estableció en 2001 que “Fibra dietética es la parte comestible de las plantas o carbohidratos análogos que son resistentes a la digestión y absorción en el intestino delgado humano pero que sufren una fermentación total o parcial en el intestino grueso. La fibra dietética incluye polisacáridos, oligosacáridos, lignina y sustancias vegetales asociadas (Cañedo, 2006).

Las mayorías de las fibras son hidratos de carbono y son parte estructural de las plantas, por los que alimentos vegetales (frutas, verduras, cereales y leguminosas) la contienen; la fibra es un polisacárido complejo que no puede ser digerido por el intestino humano (Alpízar, 2001).

La fibra dietética está compuesta casi en su totalidad de polisacáridos, especialmente celulosa, hemicelulosas, pectinas y protopectina. Así mismo pueden estar presentes en menor grado materiales que no son carbohidratos como la lignina (constituyente de la madera) (Fox, 1999).

La fibra dietética está compuesta en su mayoría por hidratos de carbono de alto peso molecular, como son celulosa, hemicelulosa, pectina y lignina, que no es un hidrato de carbono (está formada por unidades de fenilpropanol), el componente principal de los tejidos leñosos (Vollmer, 1999).

➤ Funciones de la fibra:

Movilizar el producto de la digestión de los alimentos a lo largo del intestino, incrementa el peso fecal y el número de evacuaciones, y reduce el tiempo de tránsito intestinal.

- ✓ Estimula la renovación de las células epiteliales y el crecimiento de la mucosa.
- ✓ Dificulta la absorción de moléculas orgánicas como el colesterol y ácidos biliares.
- ✓ Produce saciedad, sin incrementar la ingestión de energía.
- ✓ Requiere consumo de agua suficiente de acuerdo con la cantidad y calidad de fibra.
- ✓ Su efecto puede ser favorable o desfavorable (Alpízar, 2001).

Las fibras dietéticas son una herramienta eficaz y versátil, debido a que pueden adicionarse sin cambios en la textura o provocar modificaciones en ésta según se requiera; sirven para la disminución o sustitución de otros ingredientes como grasas o azúcares; evitan la aglutinación; dan protección a aromas; producen un ligero endulzado; mejoran las características organolépticas; entre otras (Garduño, 2005).

Existen dos tipos de fibra:

- *Insoluble.*

Compuestas por celulosa, hemicelulosa (que es insoluble en agua fría) y lignina. Estas previenen el estreñimiento y formación de divertículos. Los alimentos que contienen mayor cantidad de este tipo de fibra son los cereales integrales, verdura y salvado de trigo (Alpízar, 2001).

El consumo de fibra insoluble en la alimentación diaria, contribuye en la prevención y tratamiento del estreñimiento y diverticulosis, hemorroides y se ha relacionado con la prevención de ciertos tipos de cáncer. Otra ventaja de ingerir alimentos ricos en fibra es que su masticación requiere más tiempo y producen saciedad con mayor rapidez que los alimentos sin fibra, esto permite consumir una dieta de gran variedad sin aumentar la ingestión calórica diaria (Alpízar, 2001).

Las fibras insolubles son inertes y muy estables a la temperatura y el pH pues no reaccionan con otros aditivos ni ingredientes (Madrigal, 2007).

Usos y ventajas de la fibra insoluble:

- ✓ Evita la formación de aglomerados en productos y mezclas en polvo. Es decir, funge como agente antihumectante y antiapelmazante. Ejemplos: mezclas de harinas para hornear, condimentos, bebidas en polvos, en quesos rallados y otras mezclas secas. También como fluidizante de mezclas secas.
- ✓ Alarga la vida de anaquel en productos de pan manteniendo la frescura por más tiempo. Evita el endurecimiento sin alterar la actividad del agua y por tanto no proporciona humedad disponible para el crecimiento de microorganismos.
- ✓ Aumenta el rendimiento en productos que absorben agua.
- ✓ Mejora la estructura de los productos mediante la formación de una red tridimensional (útil en botanas, cereales y pastas) evitando el quebramiento, erosión y rompimiento (como en el caso de los barquillo. En las botanas mejora el *crunch* y la textura.
- ✓ Proporciona protección a los aromas.
- ✓ Como agente de relleno en vez de azúcar (además con menos calorías y con las ventajas de la fibra) en bebidas en polvo y condimentos (Garduño, 2005).

- *Soluble*

Forman un gel al contacto con el agua. Incluye gomas, pectina y mucílagos. Contribuyen a reducir el colesterol, triglicéridos y glucosa sanguíneos. Las pectinas son insolubles en agua fría y solubles en agua caliente. Hay fibra soluble en la avena, cebada, nopal, frijoles, algunas verduras y en la mayoría de las frutas en diversos estudios se ha encontrado que la fibra soluble contribuye a estabilizar la glucemia en diabetes y en que en ciertas personas con dislipidemias reduce la absorción de colesterol, debido a que hace más lenta la absorción de hidratos de carbono, colesterol y sales biliares (Alpízar, 2001).

Las dietas con alto contenido de fibra, y en particular aquellas ricas en fibras solubles, son capaces de retardar la liberación de glucosa al torrente circulatorio en el caso de algunas personas y de esta manera reducen al mínimo los síntomas de la DM (Fox, 1999).

Las fibras solubles son capaces de ligar proteínas, hidratos de carbono y grasas, por lo que pueden retrasar su absorción y aumentar su excreción en heces. Secuestran sales biliares y aumentan la eliminación de ácidos biliares (Cañedo, 2006).

Existen gran cantidad de aplicaciones para la fibra soluble como productos lácteos, bebidas, cereales extrudidos, botanas. Los cereales para desayuno que son ricos en fibra insoluble, se están enriqueciendo ahora también con fibra soluble. Las fibras solubles e insolubles son complementarias, para que el consumidor reciba los beneficios de las dos fibras. En cárnicos el enriquecimiento con fibra resulta un poco costoso, aunque tecnológicamente es posible. Puede usarse prácticamente en todos los productos, gracias a su baja viscosidad no modifica la textura, ni el sabor de los alimentos (Cañedo, 2006).

El poder edulcorante de la oligofructosa (derivado de la inulina) es casi la mitad del azúcar mientras que, por no ser digerible, su contribución calórica es mínima. Esto tiene aplicación en yogures de frutas con posicionamiento "dietético" o "de bajo contenido calórico" en lugar de simplemente bajos en grasa, en los que una cantidad total de calorías menor es tan importante como la reducción de grasa. El azúcar (y calorías) en las preparaciones de frutas, por ejemplo, pueden ser sustituidos por la oligofructosa. La pérdida de la dulzura puede ser restaurada con la adición de un edulcorante de alta intensidad. Debido a la sinergia, el resultado es un producto con más cuerpo, una palatabilidad más cremosa, el sabor de la fruta más acentuado y una mejor estabilidad. Además, la oligofructosa oculta el regusto característico de los edulcorantes artificiales y proporciona un sabor final más equilibrado (Garduño, 2005).

La fibra de acacia es de tipo soluble, un producto que resiste pH sumamente ácidos. Existen pruebas de anaquel de productos formulados con goma de acacia hasta un pH de 2.9- 3.0 sin que se pierda el contenido de fibra soluble. También se puede añadir a los dulces, los chocolates. Y el consumidor sea niño o adulto no va a notarlo. Un dulce divertido, por ejemplo tipo pasta de tamarindo adicionado con fibra, sin que el niño lo note, recibe beneficios a su salud (Madrigal, 2007).

La fibra de acacia tienen un poco de limitación es en algunos lácteos. Dado que la legislación marca 2.5 g/porción, a esos niveles existen problemas de compatibilidad con la proteína láctea, es decir una precipitación (Cañedo, 2006).

Esta fibra también mejora el proceso de extrusión porque funge como lubricante y ahorra energía en este proceso. En el producto final mejora el *crunch* y la vida de anaquel por la reducción de la retrogradación de almidones" (Garduño, 2005).

Para que un producto pueda declarar en la etiqueta "adicionado con fibra", según la legislación mexicana debe contener 2.5 g/porción de fibra adicional a la que el producto contiene en sí mismo de manera natural. Si se desea alcanzar el nivel de "rico en fibra" es necesario demostrar que el producto contiene 5 g/porción de fibra adicional a la que el producto normalmente posee (Garduño, 2005).

A continuación se muestra una lista de diferentes alimentos y su contenido en fibra:

Tabla 6. Listado de diferentes alimentos y su contenido de fibra.

Fibra Dietética g/ 100g	Insoluble	Soluble	Total
Pan corriente	2.4	1.3	3.7
Pan integral	5.3	1.6	6.9
Avena Quaker Oats	5.3	2.2	7.5
Frijol (5 variedades)	11.2	4.2	15.4
Garbanzo	12.0	1.8	13.8
Lenteja (3 variedades)	13.9	1.6	15.5
Chícharo	12.0	2.1	14.1
Acelga*	2.3	0.8	3.1
Elote*	3.1	0.4	3.5
Lechuga (3 variedades)	1.3	0.5	1.8
Col	2.1	0.6	2.7
Tomate	0.7	0.2	0.9
Zanahoria*	2.2	1.8	4.0
Ciruela (3 variedades)	1.0	0.6	1.6
Durazno (6 variedades)	1.5	0.9	2.4
Manzana (2 variedades)	1.8	0.6	2.4
Naranja (2 variedades)	1.1	1.0	2.1
Pera	2.8	1.0	3.8
Sandía	0.2	0.1	0.3
Uva	1.3	0.3	1.6

Fuente: Pak D., Nelly. Centro de Nutrición Humana. Facultad de Medicina. Universidad de Chile. *En el caso de los tres primeros alimentos su contenido de fibra depende de la formulación y/o del procesamiento industrial. Para el caso de los siguientes alimentos es posible que en México existan algunas diferencias de acuerdo a las variedades cultivadas o disponibles en el país. * Cocido.*

➤ Grado de polimerización:

El grado de polimerización es variable y este determina las características fisicoquímicas y las aplicaciones como ingrediente en formulaciones alimenticias.

La inulina es fermentada por las bifidobacterias en el colon, la velocidad de fermentación depende de su grado de polimerización. La de los oligómeros con grado de polimerización inferior a 10 es, aproximadamente, el doble que la de las moléculas más largas por lo que, en función de la longitud de las cadenas, la fermentación se produce en zonas distintas del colon, la actividad metabólica tiene distinta duración y se pueden producir variaciones en su efecto fisiológico. Ello parece indicar que la utilización de inulinas de distinto grado de polimerización podría dar lugar a alimentos con diferentes efectos fisiológicos (Villegas, 2008).

El grado de polimerización puede afectar en propiedades como son:

- Viscosidad
- Estabilidad térmica
- Textura
- Solubilidad (Villegas, 2008).

Los fructanos más ampliamente estudiados y de mayor uso a nivel industrial son la inulina, la oligofruktosa y los fructooligosacáridos, se caracterizan por sus enlaces de tipo β -(2→1) entre las unidades de fructosa, con un grado de polimerización que varía entre 2 y 60 unidades, y se les considera carbohidratos de cadena corta o de bajo nivel de polimerización. En los de origen vegetal, el grado de polimerización máximo no excede de 200, puede ser tan alta como 100.000 en los de origen bacteriano. Las diferencias estructurales entre ellos condicionan sus características físicas y químicas, y las propiedades que determinan su uso como ingrediente (Madrigal, 2007).

2.2.2.1 Importancia del consumo de fibra en la diabetes

En general la fibra dietética ofrece los siguientes beneficios:

- Sensación de saciedad, lo que provoca una menor ingesta de alimentos.
- Disminución del tiempo de tránsito intestinal de los alimentos.
- Control del estreñimiento y aumento de la excreción.
- Retraso de la absorción de glucosa.
- Menor contenido calórico en la dieta.
- Mantenimiento y desarrollo de la microbiota intestinal (Reyes, 2009).

Las recomendaciones para el consumo de fibra en la diabetes son similares a las de la población en general, aproximadamente 20 a 35 g/día de fibra alimentaria total esto según la recomendación de la ADA, con ello se promueve el mantenimiento y disminución de peso y el control glucémico y disminuye el colesterol sérico, los triglicéridos y las LDL, y disminuye el riesgo de enfermedades cardiovasculares. Los alimentos más recomendados son los granos enteros, especialmente avena, pan, pastas y arroz integral, leguminosas, nueces, frutas y vegetales. Satisfacer la ingestión dietética recomendada de fibra es importante porque con sólo consumir de 25 a 30 g de fibra al día se promueve la disminución de peso, masa grasa, circunferencia de cintura, triglicéridos en sangre y resistencia a la insulina; también disminuye la glucosa posprandial de dos horas. Las ventajas se conservan siempre y cuando se satisfaga el aporte de hidratos de carbono recomendado (Reyes, 2009).

El consumo excesivo de fibra dietética, generalmente grandes cantidades de salvado de trigo (más de 35g diarios) o de fibra en la forma de suplementos alimentarios puede causar efectos indeseados, como la reducción de la absorción o aumento de la eliminación de minerales, pero estos efectos no son relevantes en una alimentación equilibrada rica en fibra. A veces, un aumento repentino de alimentos ricos en fibra puede causar flatulencia junto con malestar abdominal y, a veces, diarrea. Algunas hierbas, como las semillas de hinojo, pueden reducir estos efectos (Zarzuelo, 2007).

Entre las fibras ensayadas como suplementos para observar el efecto sobre la respuesta glucémica postprandial o postsobrecarga de glucosa están: psyllium, glucomanano, goma guar y pectina. En la mayoría de los trabajos se ha observado una reducción de la respuesta glucémica a corto plazo. Sin embargo, son pocos los trabajos que evalúan el efecto durante períodos prolongados (Zarzuelo, 2007).

La fibra dietética reduce los niveles de glucemia postprandial, actúa, posiblemente, a través de un enlentecimiento de la absorción de los hidratos de carbono. Estudios poblacionales han demostrado que dietas ricas en fibra podrían tener un papel protector en la prevención de la DM2 y la enfermedad cardiovascular. En un análisis realizado se pone de manifiesto que el consumo elevado de fibra en forma de cereales completos, supone una disminución en el riesgo de padecer diabetes (Zarzuelo, 2007).

La fibra dietética puede ayudar en el tratamiento de enfermedades como la diabetes, hiperlipidemia y obesidad. Aumentar la fibra dietética puede a la vez ayudar en el tratamiento de la hipertensión y de la enfermedad coronaria. Sin embargo, el exceso de fibra dietética (más de 50 gramos al día) puede ser contraproducente pues le puede ocasionar diarreas e impedir la absorción de nutrientes (Reyes, 2009).

La fibra dietética mejora la resistencia a la insulina y disminuye los niveles de insulina, tanto en pacientes diabéticos como en personas sanas. La fibra dietética soluble reduce los niveles de glucosa postprandial y mejora la sensibilidad a la insulina tanto en personas diabéticas como no diabéticas. Este efecto podría estar relacionado con su capacidad para aumentar la viscosidad del contenido del estómago, lo que impediría la absorción de hidratos de carbono y de macronutrientes, aunque también se ha comprobado que favorece la captación de glucosa por el músculo esquelético. No obstante, el control de la glucemia y la disminución de la resistencia a la insulina no pueden ser atribuidos únicamente a la fibra soluble. Aunque las fibras insolubles son esencialmente no viscosas y afectan poco a la absorción de nutrientes, muchos estudios epidemiológicos demuestran claramente que el consumo de fibra insoluble mejora la sensibilidad a la insulina y disminuye las concentraciones plasmáticas de la misma (Zarzuelo, 2007).

Diversos estudios realizados en gran número de diabéticos, confirman los beneficios de una dieta rica en fibra para el control y prevención de las complicaciones de la diabetes. La fibra que mejores efectos tiene para controlar los picos hiperglucémicos postprandiales es la fibra soluble, en especial las gomas tipo guar, que abundan en las legumbres. Es necesario que las personas con diabetes ingieran diariamente más de 20 g de fibra. Esto es difícil de llevar a cabo recurriendo exclusivamente a la fibra contenida en los alimentos, por lo que se debe suplementar la dieta con algún preparado que reúna las propiedades adecuadas (Campillo, 1999).

2.2.3 Inulina

La inulina es un carbohidrato de reserva energética presente en más de 36.000 especies de plantas, aislada por primera vez en 1804, a partir de la especie *Inula Helenium*, por un científico alemán de apellido Rose. En 1818, Thomson, un científico británico, le da el nombre actual (Madrigal, 2007).

La inulina es un oligosacárido presente en los alimentos, encontrándose en vegetales: ajo, cebolla, achicoria, banana, trigo, esparrago, etc. Por su estructura química es altamente soluble en agua por lo que puede ser ingerida disolviéndose en agua, jugo o alimentos. Actualmente es utilizada como un aditivo funcional como prebiótico ya que ayuda a mejorar la digestión y a controlar algunos factores como la glucosa y el colesterol, además de tener impacto en la flora gastrointestinal (Yeverino, 2006).

La inulina es resistente a hidrólisis por las enzimas digestivas humanas de modo que alcanza intacta el tracto final del aparato digestivo donde es metabolizada por las bacterias que colonizan el intestino grueso. La flora intestinal del colon metaboliza preferentemente de forma anaerobia la inulina, dando lugar como productos de degradación a ácidos grasos de cadena corta, dióxido de carbono, lactato y otros metabolitos (Villegas, 2008).

La fibra es una parte importante de una dieta saludable. Contrario a la fibra insoluble, la inulina se fermenta selectivamente en el colon por las bifidobacterias beneficiosas para promover su crecimiento y reproducción. Este proceso se refiere como un efecto prebiótico (Jánváry, 2009).

La inulina ayuda a controlar los niveles de azúcar en la sangre (pasa a través del tubo digestivo sin metabolizar). De uso medicinal para diabéticos y para personas con tendencia a la diabetes. En las personas sanas, actúa como “buffer”, manteniendo constantes los niveles de azúcar. No incrementa los niveles de azúcar en la sangre (Chasquibol, 2002).

La inulina está constituida por moléculas de fructosa unidas por enlaces β -(2→1) fructosil-fructosa, siendo el término “fructanos” usado para denominar este tipo de compuestos. Los fructanos por su configuración química no pueden ser hidrolizados por las enzimas digestivas del hombre y de animales, por lo que permanecen intactos en su recorrido por la parte superior del tracto gastrointestinal, pero son hidrolizados y fermentados en su totalidad por las bacterias de la parte inferior del tracto gastrointestinal (intestino grueso, colón). De esta manera, este tipo de compuestos se comportan como fibra dietética. Los fructanos aportan un valor calórico reducido, apenas de 1,5 kcal/g) (Madrigal, 2007).

2.2.3.1 Estructura Química

La estructura de la inulina es la siguiente:

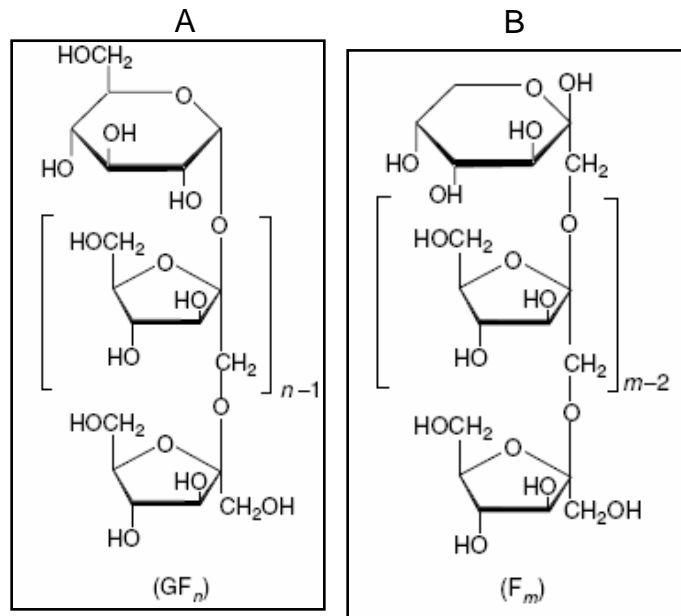


Fig. 9 Estructura química de la inulina: con una molécula terminal de glucosa (β -D-glucopiranosil) (A) y con una molécula terminal de fructosa (β -D-fructopiranosil) (B) (Madrigal, 2007).

La inulina es una mezcla de cadenas de oligómeros y polímeros con un número variable de moléculas de fructosa, unidas por enlaces β (2 \rightarrow 1) que suele incluir en su extremo, una molécula de glucosa. Precisamente, la configuración β de este enlace es la que le confiere su carácter de fibra dietética ya que es la responsable de que la inulina sea resistente a la hidrólisis en el intestino delgado porque las enzimas digestivas que actúan en el mismo son específicos para los enlaces α -glicosídicos (Villegas, 2008).

2.2.3.2 Condiciones de aplicación.

A nivel industrial la inulina se encuentra como un polvo blanco, sin olor, con sabor neutral y sin efecto residual.

La inulina se puede encontrar de dos formas:

- La inulina nativa.
- La inulina purificada o de alto desempeño (HP *high performance*)

La inulina nativa, a diferencia de la inulina HP, contiene azúcares libres (glucosa, fructosa, sacarosa), lo que confiere cierto dulzor (10% del dulzor de la sacarosa). La inulina HP presenta menor solubilidad que la inulina nativa, debido a la casi total ausencia de azúcares libres (Madrigal, 2007).

La inulina HP, es más estable térmicamente, menos soluble y más viscosa que la inulina nativa, tiene la capacidad de formar microcristales que interaccionan entre sí formando pequeños agregados que ocluyen gran cantidad de agua, originando textura cremosa por ello es ideal como sustituto de grasa ya que proporciona una sensación bucal similar a la de la grasa (Villegas, 2008).

Bishay (1998) identificó el comportamiento reológico de la inulina y de las mezclas inulina-hidrocoloides en agua, encontró un efecto sinérgico entre la inulina y el alginato de calcio y una interacción negativa entre la inulina y el almidón (Tárrega, 2008).

A pH menores de 4, los enlaces tipo β de las unidades de fructosa, en la inulina como la oligofructosa, se hidrolizan con la consecuente formación de fructosa. Por esta razón, estos compuestos no pueden ser usados en alimentos muy ácidos (Madrigal, 2007).

2.2.3.3 Dosis recomendadas y productos en que se emplean.

Dosis

- Un consumo mínimo de 5g/día se considera que puede ser suficiente para incrementar la proporción de bífidos en la microflora intestinal (Villegas, 2008).
- Sin embargo, es importante considerar que estudios en seres humanos han demostrado que dosis mayores a 30g/día de inulina y ocasionan efectos gastrointestinales adversos (Madrigal, 2007).

A continuación se muestra una tabla 7 con los productos en que se emplea la inulina y la funcionalidad que se obtiene:

Tabla 7. Propiedades funcionales de la inulina.

Aplicación.	Funcionalidad.
Productos lácteos	Cuerpo y palatabilidad, capacidad de formar gel, emulsificante, sustituto de azúcar y grasas, sinergismo con edulcorantes.
Postres congelados	Textura, depresión en el punto de congelación, sustituto de azúcares y grasas, sinergismo con edulcorantes.
Productos untables	Estabilidad de emulsión, textura y capacidad de ser untado, sustituto de grasas.
Productos horneados	Disminución de aw, sustituto de azúcares.
Cereales de desayuno	Crunch, capacidad de expansión
Preparación con frutas (no ácidas)	Cuerpo y palatabilidad, capacidad de formar gel, estabilidad de emulsión, sustituto de azúcares y grasas, sinergismo con edulcorantes
Aderezos de ensaladas	Cuerpo y palatabilidad, sustituto de grasas
Productos cárnicos	Textura, estabilidad de emulsión, sustituto de grasas
Chocolate	Sustituto de azúcares, humectante

Fuente: Villegas, 2008

En la elaboración de panes de trigo con adición de inulina para sustituir la grasa vegetal no se modificaron las características reológicas de la masa antes de hornear y la calidad sensorial del producto terminado. El uso de inulina en la formulación de pastas dió como resultado productos con propiedades sensoriales sin diferencias significativas de aquellas elaboradas con solo trigo. Se han logrado formulaciones a base de chocolate (tortas, mousse) barras energéticas y cereales extruidos con un desempeño similar o incluso mejorado en sabor, color y textura (Madrigal, 2007).

Además de sus beneficios nutricionales, la inulina se usa como ingrediente en la formulación de productos novedosos por razones tecnológicas. Se utiliza para reemplazar la grasa o azúcar, como un agente espesante y como agente texturizante. Sus propiedades como sustituto de la grasa se han atribuido a su capacidad de enlazar moléculas de agua para formar un gel (Tárrega, 2008).

En altas concentraciones la inulina tiene propiedades de gel y cuando es sometida a alta agitación forma un gel o crema que puede ser fácilmente incorporado en alimentos para sustituir la grasa. En productos como el queso crema o el procesado, el uso aumenta la masa, da una sensación cremosa y un sabor más balanceado. En formulaciones de helados, permite una sustitución del 100 % de la grasa con una significativa inhibición del crecimiento de cristales de hielo durante el almacenamiento. Mousse y postres aireados requieren una textura leve y abierta. Mousse con bajo tenor en grasa tienden a presentar una densidad no característica. La inulina permite alcanzar una palatabilidad suave y cremosa aún a niveles de grasa muy bajos (Garduño, 2005).

2.2.3.4 Legislación.

Es importante destacar que tanto la inulina como sus derivados fueron aceptados como ingredientes GRAS (generalmente reconocido como seguro) por el FDA desde 1992, lo cual indica que pueden usarse sin restricciones en formulaciones alimenticias incluso en las destinadas para infantes (Coussement, 1999).

Los importantes beneficios de la inulina y derivados han sido ampliamente explotados en el mercado e incluso utilizados para alegaciones contundentes en las campañas de mercadeo. Un reporte de las FAO señala la necesidad de una regulación internacional que estandarice las condiciones bajo las cuales se pueden usar las alegaciones en nutrición y salud, ya que existen algunas que aún no han sido sólidamente comprobadas a nivel científico (Madrigal, 2007).

2.2.4 Lípidos

La palabra lípido proviene del griego *lipos*, que significa grasa cuya aplicación no ha sido bien establecida. Algunos autores consideran como lípidos sólo aquellas moléculas que son derivados reales o potenciales de los ácidos grasos y sustancias relacionadas; según esta definición, los aceites y las grasas se consideran lípidos (Badui, 2006).

El término lípido es un término general que se utiliza para designar un amplio grupo de sustancias parecidas a las grasas de origen natural. Constituyen un grupo variado de compuestos que tienen poco en común, excepto que son solubles en disolventes orgánicos como el cloroformo y alcoholes pero que no lo son en agua (Fox, 1999).

Son compuesto orgánicos de carbono, oxígeno e hidrógeno, y muy a menudo fósforo, azufre y nitrógeno, son solubles en disolventes orgánicos, como cloroformo, éter, benceno, sulfuro de carbono y alcohol, entre otros. Se denomina lípidos a las grasas, aceites y ceras naturales constituidas por ésteres de elevado peso molecular, éstos transportan vitaminas liposolubles, adicionan sabor a los alimentos y brindan sensación de saciedad; actúan como colchón absorbente de golpes en los tejidos periféricos y órganos vitales, y evitan la pérdida de calor corporal (Alpízar, 2001).

Las grasas y los aceites son los principales lípidos que se encuentran en los alimentos, y contribuyen a la textura y, en general, a las propiedades sensoriales y de nutrición; no hay una distinción entre ambos grupos, aun cuando algunos consideran que las grasas son de origen animal y los aceites de origen vegetal, o bien, las grasas son sólidas a temperatura ambiente, mientras que los aceites son líquidos (Badui, 2006).

- Son constituyentes importantes de la estructura de las membranas celulares,
- Cumplen funciones energéticas y de reserva metabólica y forman la estructura básica de algunas hormonas y de las sales biliares.
- Algunos lípidos, además, tienen el carácter de esenciales debido a que no pueden ser sintetizados por el cuerpo humano, por lo que es necesario proporcionarlos con la ingesta de los alimentos.
- Más aún, recientemente se ha identificado la participación de algunos lípidos en la regulación de la expresión génica en los mamíferos (Celemín, 2010).

2.2.4.1 Ácidos grasos

Las grasas están compuestas por monoglicéridos, diglicéridos y triglicéridos y estos a su vez están constituidos por una molécula de glicerol a la que se unen 1, 2 o 3 ácidos grasos. Los fosfolípidos y los ésteres del colesterol también contienen ácidos grasos (Nasiff, 2003).

Los ácidos grasos son los constituyentes mayoritarios de las grasas se presentan usualmente en forma de triglicéridos. Los ácidos grasos se caracterizan por el número de átomos de carbono en su cadena y por el de sus dobles enlaces (Alpízar, 2001).

Por la longitud cadena los ácidos grasos pueden ser clasificados como de cadena corta (4-6 carbonos), media (8-12 carbonos), larga (14-18 carbonos) o muy larga (20 o más carbonos) (Castro, 2002).

Los ácidos grasos se dividen, según su fluidez, en 2 grupos según sus características estructurales:

- Ácidos grasos saturados que son sólidos a temperatura ambiente.
- Ácidos grasos insaturados que son líquidos a temperatura ambiente.

Estos últimos, dependiendo del grado de insaturación que posean se pueden clasificar en:

- Ácidos grasos monoinsaturados, que son líquidos a temperatura ambiente y turbios a temperaturas de refrigeración
- Ácidos grasos poliinsaturados, que se mantienen líquidos en un frigorífico (Celemín, 2010).

Son ácidos grasos monoinsaturados, los que tienen un doble enlace, presentan dos átomos de hidrógeno menos que la forma saturada, los más comunes son el oleico y palmítico tienen efecto cardio protector, debido a que favorecen la elevación de HDL y disminuyen las LDL. Este tipo de ácidos grasos deben de ser los que predominen en la alimentación diaria (10-15%) y se encuentran principalmente en el aceite de oliva, aceite de canola, aceite de cacahuate, aguacate tipo hass, cacahuates y peces de aguas profundas (Alpízar, 2001).

Son ácidos grasos poliinsaturados, aquellos que tienen dos o más dobles enlaces y son el ácido linoleico, linolénico y araquidónico, son de origen vegetal y su consumo debe ser moderado (10%). Se encuentran en el aceite de maíz, cártamo, soya y girasol (Alpízar, 2001).

Los ácidos grasos poliinsaturados forman parte de las grasas animales y vegetales, y su estructura bioquímica es una cadena de carbonos con un grupo metilo (CH₃) en un extremo y un carboxilo (ácido COOH) en el otro, conformada esta cadena con varias ligaduras dobles. Una particularidad de algunas de estas moléculas es que no pueden sintetizarse en el organismo humano y por tanto reciben el nombre de ácidos grasos indispensables como el ácido linoleico (18:2) y el ácido α linolénico (18:3), este último integrante de la familia de los ácidos omega 3 (Coronado, 2005).

Son ácidos grasos saturados, los que carecen de dobles enlaces. La saturación de los ácidos grasos influye en la estabilidad y firmeza de las grasas a temperatura ambiente. Los ácidos grasos saturados más comunes en las grasas animales son el palmítico y esteárico. Son ejemplo de ácidos grasos saturados las grasas de origen animal, entre las que destacan la manteca de cerdo, mantequilla, vísceras, chorizo, tocino, nata de leche, grasa de la carne de res y de cerdo, chicharrón, quesos grasos, mayonesa, y en cuanto a las grasas vegetales básicamente el aceite de coco, el aceite de algodón y la pulpa de coco, pero también las grasas vegetales al recalentarse van oxidando sus ácidos grasos, convirtiéndose en una grasa con efectos negativos para la salud (Alpízar, 2001).

Las insaturaciones presentan dos tipos de isomerismo: a) geométrico, *cis-trans*; y b) posicional, según sea la localización de la doble ligadura en la cadena de átomos de carbono (Badui, 2006).

En estado natural, la mayoría de ellos son *cis*, mientras que los *trans* se encuentran en grasas hidrogenadas comerciales y en algunas provenientes de rumiantes, como el sebo; la mantequilla contiene aproximadamente 4-6% de *trans* (Badui, 2006).

Las enzimas reconocen la diferencia entre las formas *cis* y *trans*, y actúan sobre las primeras pero no sobre las últimas (Fox, 1999).

◆ Ácidos grasos saturados y *trans*:

Los ácidos grasos *trans* son rectos como los saturados y tienen propiedades biológicas diferentes de los *cis*; en concreto, se pueden acumular en algunos tejidos y provocar alteraciones tisulares. También tienen un efecto hipercolesterolémico. La ingestión elevada de éstos pueden ocasionar resistencia a la insulina (Castro, 2010)

En 1993 se demostró que la hiperinsulemia y la resistencia a la insulina se asocian inversamente con la cantidad de fosfolípidos con ácidos grasos de 20 y 22 carbonos presentes en las membranas celulares del músculo, en pacientes con enfermedad coronaria cuando se comparan con sujetos normales. La disminución de los fosfolípidos puede deberse a la ingesta deficientes de ácidos grasos de cadena larga, a la ingesta elevada de ácidos grasos *trans* que interrumpen los procesos de insaturación y elongación del ácido linoleico y α -linolénico, lo cual disminuye los productos derivados (Coronado, 2006).

Los ácidos grasos de la dieta parecen influir en la patofisiología de la DM, a través de su incorporación en la estructura de los lípidos en el músculo esquelético y el tejido adiposo, que puede llevar a alteraciones en la función de los receptores de insulina. En un estudio con 84 941 mujeres seguidas por más de 15 años, la ingestión elevada de ácidos grasos *trans* (AGT) aumentó en 40 % el riesgo de diabetes. Según varios estudios resultados en conjunto sugieren que los AGT alteran la sensibilidad a la insulina e incrementan el riesgo de diabetes en sujetos con mayor adiposidad y con mayor predisposición de resistencia a la insulina (Castro, 2010).

La mayoría de los AGT de la dieta se absorben e ingresa fácilmente al tejido adiposo y la cantidad es incorporada en la dieta. Sus efectos a bajas dosis, tal y como sucede con su ingestión habitual en la dieta, los efectos clínicos son neutros sobre los factores de riesgo cardiometabólicos. Los AGT:

- a) Los AGT incrementan los niveles LDL y HDL, aumentando el riesgo cardiovascular.
- b) Elevan los niveles de triglicéridos en sangre y la hipertrigliceridemia está asociada independientemente con el riesgo de enfermedad cardiovascular.
- c) Pueden afectar el metabolismo de los ácidos grasos esenciales y el balance de prostaglandinas inhibiendo de la enzima Δ -6-desaturasa y como resultado pueden provocar trombogénesis.
- d) La ingestión elevada de grasas *trans* puede ocasionar resistencia a la insulina (Castro, 2010).

El consumo de grasa saturada, colesterol y ácidos grasos *trans* se asocia con el riesgo de padecer una enfermedad cardiovascular, mientras que los ácidos grasos *cis*, mono y poliinsaturados parecen relacionarse de manera inversa con el riesgo de sufrir este tipo de procesos. El estudio realizado por Salmerón y cols. señalan que la ingestión de ácidos grasos *trans* aumenta y la de ácidos grasos poliinsaturados disminuye el riesgo de padecer DM2 (Ortega, 2002).

Un excesivo consumo de grasa saturada (y en menor medida de colesterol) puede provocar elevaciones en el colesterol sanguíneo, especialmente en personas predispuestas, y a largo plazo aumentar el riesgo cardiovascular (Ortega, 2002)

2.2.4.2 Ácidos grasos Omega

Reciben este nombre por la posición del doble enlace. Las tres clases de ácidos grasos omega con significancia nutricional son el omega 3 (ácido linolénico, ácido eicosapentaenoico y ácido docosahexaenoico); omega 6 (ácido linoleico y ácido araquidónico) y omega 9 (ácido oleico). Estudios recientes apoyan la utilidad de estos aceites en la prevención de infarto del miocardio. Los ácidos grasos omega 3 se encuentran involucrados en la respuesta inmune, inflamación y agregación plaquetaria (Alpízar, 2001).

Los ácidos grasos omega 9 no son esenciales ya que el cuerpo humano puede introducir una insaturación a un ácido graso saturado en la posición del carbono 9 y sintetizarlos a partir de una grasa saturada. De esta forma, el ácido oleico (C18:1, Omega-9), componente del aceite de oliva y al cual se le atribuyen propiedades nutricionales beneficiosas, no requiere estar presente en nuestra dieta (Celemín, 2010).

Algunos ácidos grasos se clasifican como ácidos grasos esenciales porque no pueden ser sintetizados por el cuerpo humano y además son necesarios para funciones vitales, éstos son de las familias omega 3 y omega 6. Entre los cuales se encuentran los de la tabla 8 (Castro, 2002).

Tabla 8. Ácidos grasos esenciales omega 3 y omega 6

Nombre común	Nombre sistemático	Abreviatura	Fórmula
<i>Familia Ω-6:</i>			
Linoleico	Cis-9,12, -octadecadienoico (LA)	18:2 Ω-6	$C_{18}H_{32}O_2$
γ - linolénico	Cis-6,9,12 -octadecatrienoico	18:3 Ω-6	$C_{18}H_{30}O_2$
Dihomoglinolénico	Cis-8,11,14 -eicosatrienoico	20:3 Ω-6	$C_{20}H_{34}O_2$
Araquidónico (AA)	Cis-5,8,11,14-eicosatetraenoico	20:4 Ω-6	$C_{20}H_{32}O_2$
Adrénico	Cis-7,10,13,16-docosatetraenoico	22:4 Ω-6	$C_{22}H_{36}O_2$
Osmond	Cis-4,7,10,13,16-docosapentaenoico	22:5 Ω-6	$C_{22}H_{34}O_2$
<i>Familia Ω-3:</i>			
α-linolénico	Cis-9,12,15-octadecatrienoico (ALA)	18:3 Ω-3	$C_{18}H_{30}O_2$
Estearidónico	Cis-6,9,12,15-octadecatetraenoico	18:4 Ω-3	$C_{18}H_{28}O_2$
Timnodónico	Cis-5,8,11,14,17-eicosapentaenoico (EPA)	20:5 Ω-3	$C_{20}H_{30}O_2$
Clupanodónico	Cis-7,10,13,16,19-docosapentaenoico (DPA)	22:5 Ω-3	$C_{22}H_{34}O_2$
Cervónico	Cis-4,7,10,13,16,19-docosahexaenoico (DHA)	22:6 Ω-3	$C_{22}H_{32}O_2$

Fuente: Castro, 2002.

Los ácidos grasos omega 6 y omega 3 son esenciales, ya que nuestro organismo no puede introducir insaturaciones en dichas posiciones. De esta forma, los ácidos grasos de cadena “larga”: el ácido linoleico (omega 6) y el ácido alfa linolénico (omega 3); por ser esenciales, deben adquirirse a través de la dieta en porciones bien determinadas ya que su carencia o desbalance en la ingesta produce serias alteraciones metabólicas (Celemín, 2010).

Los ácidos linoleico (LA, omega 6), α-linolénico (ALA, omega 3) y sus respectivos derivados, ácido γ-linoleico (GLA), ácido dihomo-γ-linoleico (DGLA), ácido araquidónico (AA), ácido eicosapentaenoico (EPA) y ácido docosahexaenoico (DHA) son ácidos grasos poliinsaturados (Celemín, 2010).

Al carecer de la enzimas necesarias para su síntesis, solamente LA y ALA son estrictamente ácidos grasos esenciales. A pesar de esto, tradicionalmente se refiere a AA, EPA y DHA como ácidos grasos esenciales porque son mucho más abundantes en la dieta que sus precursores y por tanto suponen fuentes principales de ácidos grasos omega 6 y omega 3 (González, 2009).

Los grupos de ácidos grasos omega 3 y 6 son considerados indispensables para el humano. La inclusión de estos ácidos grasos en la dieta provee efectos benéficos en la salud humana, los cuales están asociados con mejorías en problemas cardiovasculares, artríticos, DM2 y disminución en la proliferación de células tumorales, entre otros. Los ácidos grasos omega 3 y 6 se encuentran naturalmente en gran cantidad de alimentos, sin embargo, los aceites de pescado y linaza son los que contienen mayor cantidad de omega 3. Los aceites de maíz, girasol y ajonjolí son fuente importante de omega 6 (Coronado, 2005).

Los ácidos grasos linoleico (LA, 18:2n-6) y α -linolénico (ALA, 18:3n-3) son los miembros más simples de las familias de ácidos grasos omega 6 y omega 3, respectivamente. La principal diferencia estructural entre las familias omega 3 y omega 6 es la posición de su primer doble enlace en la cadena hidrocarbonada Fig. 10 (González, 2009).

Los ácidos grasos linoleico (LA) y α -linolénico (ALA) son esenciales para la supervivencia ya que se carece de las enzimas Δ 12- y Δ 15-desaturasa, necesarias para su síntesis. Estas enzimas son las responsables de la inserción de los dobles enlaces en los carbonos 6 y 3 de los ácidos grasos durante su formación. Y debido a que sólo se pueden obtener de la dieta se denominan ácidos grasos esenciales (González, 2009).

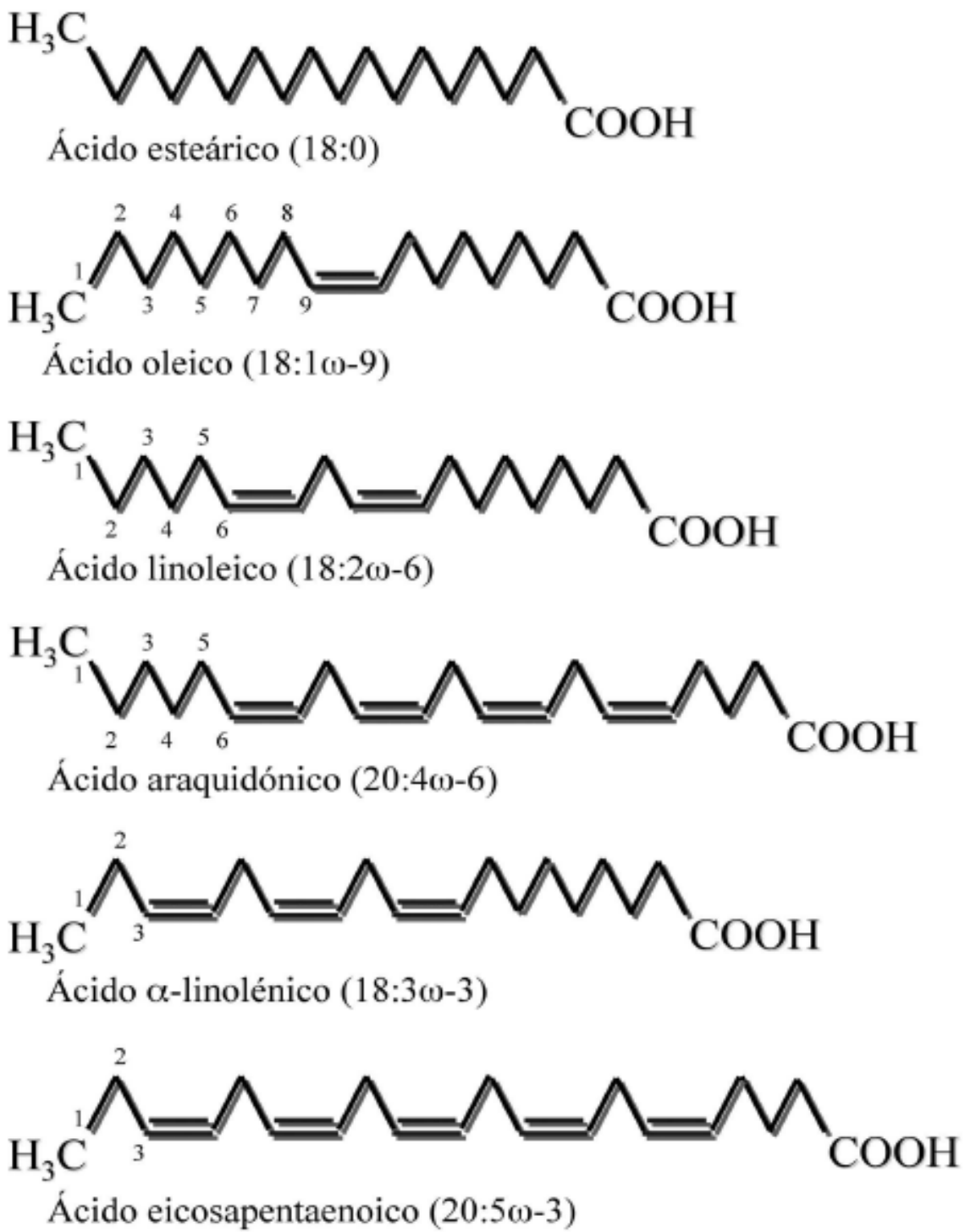


Figura 10. Estructura de los principales ácidos grasos esenciales (García 2007).

2.2.4.2.1 Ácidos grasos Omega 3

Cada vez más se están descubriendo otros beneficios de salud asociados con un regular consumo de pescados y mariscos. Muchos de estos beneficios han sido ligados a la larga cadena de ácidos grasos omega 3, al EPA y al ácido docosahexaenoico (DHA), que se encuentran en los pescados y mariscos (Carey, 2006).

Aunque las primeras indicaciones del papel indispensable para la salud de los ácidos grasos omega 3 se remontan al año 1929, el fundamento del interés actual por los ácidos grasos omega 3 de cadena larga [ácido eicosapentaenoico (20:5 omega 3, EPA) y ácido docosahexaenoico (22:6 omega 3, DHA)] estriba en el descubrimiento de una menor morbilidad y mortalidad por enfermedades cardiovasculares en poblaciones que consumen cantidades significativas de EPA y DHA (García, 2007).

La OMS recomienda el consumo mínimo diario de 0,3-0,5 g de EPA y DHA en la población general (proporción 1:5 entre ácidos grasos omega 3 y omega 6, respectivamente), mientras que se aumenta a 1 g diario el consumo de los ácidos grasos omega 3 para personas con antecedentes de enfermedad coronaria. Un hecho muy relevante es que nuestro metabolismo distingue perfectamente la posición del primer doble enlace en la molécula de los ácidos grasos insaturados, lo que precisamente diferencia las distintas familias de ácidos grasos entre sí (García, 2007).

EPA y DHA son ácidos grasos omega 3 de cadena larga (20 y 22 átomos de carbono, respectivamente) y poliinsaturados (5 y 6 dobles enlaces en configuración *cis*, respectivamente), con el primer doble enlace localizado en el carbono 3 respecto al grupo metilo (Ver Fig. 10) (García, 2007).

La síntesis de ácido α -linolénico, precursor de EPA y DHA, solo se lleva a cabo por las plantas superiores, las algas y el fitoplancton. Por este motivo, este ácido graso se considera "esencial". Cuando ingerimos ácido α -linolénico, una parte se utiliza por nuestras células para sintetizar EPA y DHA, pero la ingesta de alimentos que ya los contienen acelera notablemente su biodisponibilidad y su utilización metabólica, lo que evita estados carenciales y contribuye a la prevención de diversas enfermedades. Por lo tanto, en términos conceptuales, EPA y DHA también deberían considerarse ácidos grasos esenciales (García, 2007).

Los ácidos omega 3 tienen los siguientes beneficios en los pacientes diabéticos:

En pacientes con DM2, los aceites de pescado han demostrado que el flujo sanguíneo se incrementa en el antebrazo, lo que indica una protección contra la constricción de las células sanguíneas y una trombosis (Carey, 2006).

La relación entre DM y aceites de pescado fue de relevancia ya que se observó en los esquimales una menor incidencia de cardiopatía isquémica y diabetes que en la población danesa. Por otra parte, han suscitado gran interés los efectos de los ácidos grasos omega 3 en los diabéticos porque esta enfermedad se asocia frecuentemente a dislipidemias y a un mayor riesgo de aterosclerosis, con frecuencia se prescriben los ácidos grasos omega 3 en la diabetes y las dislipidemias (Nasiff, 2003).

Las personas con diabetes tienen un alto riesgo de desarrollar enfermedades cardiovasculares o del corazón. Por consecuencia la diabetes y el manejo de las enfermedades del corazón requieren de una estrategia combinada. Los alimentos ricos en ácidos grasos omega 3 tienen un efecto positivo en gente con factores de riesgo para el corazón, así como la coagulación, presión sanguínea y el metabolismo de lipoproteínas del plasma. En personas con diabetes, se deben de incrementar las precauciones, se debe de tener un suplemento alimenticio con aceite de pescado, el tomar dosis de 4 a 10 gramos por día puede resultar en incrementar los niveles de glucosa en sangre. Esto es igual a comer tres o más porciones de pescados y mariscos al día. Dosis menores (de 2.5 gramos al día) o la ingesta de 1 a 4 porciones a la semana no incrementa los niveles de glucosa en sangre, pero han mostrado que pueden reducir el riesgo de enfermedades cardíacas (Carey, 2006).

En un estudio comparativo en DM2, los 8 g diarios de ácidos grasos omega 3 durante 4 semanas se observó en DM1 disminución significativa de la glucemia en ayunas, mientras en pacientes con DM2, una ligera elevación estadísticamente no significativa (Nasiff, 2003).

Un estudio prospectivo a 18 años en 1503 mujeres con DM2. Se les sometió a una dieta con pescado fuente de EPA y DHA. Los ácidos grasos omega 3 pueden reducir las enfermedades cardíacas (incidencia y mortalidad) en diabéticos, al disminuir los triacilglicéridos sanguíneos, agregación plaquetaria y efectos anti-arritmicos. También se observó baja mortalidad por causas cardíacas. No hubo efectos adversos en el control glucémico (Coronado, 2006).

La administración de concentrados de aceites de pescado (EPA/DHA) como suplemento dietético en los diabéticos dependerá de la dosis diaria del mismo, se ha señalado que dosis elevadas (7,5 g/día) elevan la glucosa en ayunas mientras dosis bajas (4g/día) no la modifican, mientras hay quienes proponen su uso sólo en diabéticos con hipertrigliceridemia. La ADA recomienda que el concentrado de aceite de pescado en la dieta de los pacientes diabéticos con severa hipertrigliceridemia debe ser llevada a cabo con supervisión médica y dietética y no debe establecerse como una recomendación a diabéticos en general (Nasiff, 2003).

Las personas con DM tienden a tener niveles muy altos de grasa en la sangre (triglicéridos). Los estudios han demostrado que los ácidos grasos omega 3 procedentes del aceite de pescado pueden contribuir a reducir los triglicéridos, por lo que las personas que padecen DM se pueden beneficiar del consumo de alimentos o suplementos que contengan ácidos grasos de cadena larga omega 3 (ácido eicosapentaenoico, EPA, y ácido docosahexaenoico, DHA). El ácido graso omega 3 α -linolénico (ALA) no muestra el mismo beneficio que el DHA y EPA, ya que muchos diabéticos carecen de la habilidad de convertir eficazmente el ácido ALA a una forma de ácidos grasos omega 3 que el organismo pueda asimilar fácilmente. Se han registrado ligeros aumentos de los niveles de azúcar en sangre en ayunas en pacientes con DM2 al tomar altas dosis de suplementos de aceite de pescado (Nutri-Facts, 2010).

Estudios reportan que no existe deterioro del control glucémico ni mejoría de la resistencia a la insulina en pacientes con DM2 al suministrar 2,7 g/d de EPA/DHA (Nasiff, 2003).

El efecto de los omega 3 se ha descrito ampliamente sobre la DM a través de diferentes mecanismos; entre ellos, actuar como activadores de los receptores activados por los proliferadores de peroxisomas (PPAR γ), los cuales estimulan la diferenciación de los preadipocitos a los adipocitos, lo que genera en esta célula un aumento en los receptores de insulina, reduciendo de esta manera la resistencia a la insulina. Así mismo, se ha observado que los omega 3 protegen las células β pancreáticas del daño causado por el aumento de radicales libres producidos durante la diabetes (Sánchez, 2008).

En resumen, el consumo de pescado fresco se recomienda en la preparación de una dieta antiaterogénica, tanto en diabéticos como en no diabéticos y no deben extrapolarse sus beneficios a la administración de concentrados de EPA/DHA, estos estarán indicados preferiblemente en diabéticos hipertrigliceridémicos, sin estar formalmente excluidos de sus beneficios los diabéticos no hipertrigliceridémicos, en dosis no mayores de 3 g diarios y bajo control de la glucemia en ayunas (Nasiff, 2003).

2.2.4.2.2 Ácidos grasos Omega 6

El más característico es el ácido linoleico. Presente sobre todo en semillas y aceites vegetales (girasol, maíz); es el precursor de otros ácidos grasos sintetizados por el organismo en el hígado: el ácido gamma-linoleico (GLA); ácido dihomo-gamma-linoleico (DGLA); y el ácido araquidónico (AA). El ácido araquidónico, como las grasas saturadas, es abundante en las grasas animales y sus derivados, y tiene un carácter “inflamatorio”. El GLA y DGLA están presentes en algunos aceites vegetales, como el aceite de onagra y aceite de borraja, que tienen propiedades antiinflamatorias; inmunomoduladores (estimula el timo, activa los linfocitos); acción sobre el sistema nervioso (síntesis de la vaina de mielina); regulación hormonal (se oponen a la hipestrogenia y a la hiperprolactinemia del síndrome premenstrual) (González, 2009).

Tanto los ácidos grasos omega 6 como omega 3, son precursores de eicosanoides (prostaglandinas, prostaciclina, tromboxanos y leucotrienos), unas sustancias con una acción similar a las hormonas, que regulan las funciones celulares y tienen potentes efectos biológicos a dosis muy bajas, entre ellos, potenciando o inhibiendo procesos inflamatorios. Estos eicosanoides pueden ser “buenos” o “malos”, aunque en pequeñas proporciones todos son necesarios; de lo que se trata es de que el organismo los disponga en pequeñas cantidades y de forma equilibrada, para que sus funciones resulten compensadas entre si y puedan autorregularse. Los eicosanoides “buenos”, en general, inhiben la agregación plaquetaria, promueven la vasodilatación, inhiben la proliferación celular, estimulan la respuesta inmune y tienen un marcado efecto antiinflamatorio, mientras que los eicosanoides “malos”, favorecen la agregación plaquetaria, producen vasoconstricción y proliferación celular, deprimen el sistema inmune y son proinflamatorios (Guillén, 2009).

Del ácido gamma-linolénico (GLA), se derivan prostaglandinas, tromboxanos y leucotrienos de la serie 1, y tienen una acción antiinflamatoria, anticoagulante y antivasoconstrictora respectivamente, es decir, son beneficiosos para la salud (Guillén, 2009).

En condiciones fisiológicas normales el ácido linoleico se convierte en ácido gamma-linolénico (GLA), y éste en dihomo-gamma-linolénico (DGLA), precursor de prostaglandinas tipo 1 (PGE1), que son moduladores de la inflamación. Una pequeña parte del ácido linoleico (1/6) se convierte en ácido araquidónico, precursor de prostaglandinas 2 (PGE2): proinflamatorio, y particularmente útil para nuestras defensas en caso de agresión celular o infección (González, 2009).

Del ácido araquidónico (AA) se derivan prostaglandinas de la serie 2, tromboxanos y leucotrienos de la serie 4, que son inflamatorias, procoagulantes y vasoconstrictores, es decir, que en pequeña proporción tienen funciones reguladoras, pero si se encuentran en exceso, son perjudiciales para la salud. Según las condiciones, el GLA se convierte en AA, y por tanto, sus efectos pueden pasar de ser beneficiosos a ser perjudiciales (Guillén, 2009).

El equilibrio omega 6/3 es vital para controlar los procesos inflamatorios, puesto que un exceso de omega 6 (AA), produce eicosanoides malos, y éstos a su vez, citoquinas proinflamatorias que provocan procesos inflamatorios y degenerativos, así como la respuesta alérgica, favorecida por los leucotrienos, que influyen en la producción histamínica. Asimismo, este equilibrio es necesario para prevenir problemas cardiovasculares, ya que un exceso de omega 6, y por tanto de tromboxanos, favorece la formación de coágulos, es decir, mientras que los omega 3 fluidifican la sangre, los omega 6 tienen un efecto contrario, y favorecen la formación de coágulos (Guillén, 2009).

Una de las características de los diabéticos es, por lo general y especialmente en los pacientes con DM2, que antes de ser diagnosticados pasaron una larga etapa prediabética, en la que habitualmente se fue desarrollando un síndrome metabólico debido al consumo excesivo de carbohidratos refinados. Este exceso de hidratos de carbono dificulta e incluso anula la actividad de la enzima $\Delta 6$ desaturasa, provocando la ruptura del equilibrio entre eicosanoides buenos y eicosanoides malos, y que a su vez, propicia un terreno favorable a desequilibrios hormonales (eje insulina glucagón). Dicho de otro modo, los picos de insulina que se originan por una ingesta alta de carbohidratos, activan las desaturasas, tanto la $\Delta 6$ como la $\Delta 5$, y por tanto el ácido linoléico se metaboliza hasta AA (eicosanoides malos) en lugar de detenerse en GLA (eicosanoides buenos) (Guillén, 2009).

La disminución de las desaturasas en la diabetes se correlaciona con los contenidos bajos de AA y altos de LA, en casi todos los tejidos excepto en el cerebro (Coronado, 2006).

En Febrero 2009, se llevó a cabo una Asamblea Internacional de Expertos sobre la importancia para la salud de la calidad de las grasas en la dieta. En ella han participado 40 expertos procedentes de 25 países distintos y el evento se celebró bajo el auspicio de la *International Union of Nutrition Sciences* y la *World Heart Federation*. De acuerdo con los principales organismos sanitarios internacionales y las pruebas de que las que actualmente se dispone en la bibliografía, realizaron una serie de recomendaciones sobre la calidad de la grasa. En ellas se resaltaba el valor de las grasas poliinsaturadas en nuestra dieta y se establecía que estas grasas esenciales (omega 6 y omega 3) deberían constituir el 6-10 % de la ingesta energética diaria (García, 2009).

Es importante considerar que el 80% del ácido omega 6 consumido se convierte en PGE1, modulador de la inflamación, y sólo un 20% se transformaría en ácido araquidónico (PGE2). Por esto es muy importante asegurar el aporte de omega 6, que modula cualquier tipo de inflamación y alergias. Si se combina el omega 6 con el omega 3, el efecto antiinflamatorio y antialérgico se multiplica. El DHA tiene sobre todo un efecto de mejorar conexiones cerebrales y regenerar la retina (González, 2009).

También se asocia la resistencia a la insulina con los fosfolípidos musculares. El problema de la sensibilidad insulínica se asocia con altas cantidades de ácido palmítico y bajos niveles de ácido linoleico. Además puede haber cambios en la actividad de las enzimas desaturasas, que participan en la insaturación; en algunos estudios se ha observado que la insulina activa las desaturasas $\Delta 9$, $\Delta 6$. En pacientes con DM1 se ha observado en el plasma que hay niveles altos de ácido linoleico y bajos de metabolitos que incluyen el ácido araquidónico, lo cual se corrige después del tratamiento con insulina (Coronado, 2006).

2.2.4.2.3 Ácidos grasos Omega 9

El más característico es el ácido oleico, ácido graso monoinsaturado abundante en el aceite de oliva. Presente también en el aceite de colza, huevos, pescado. Este ácido juega un papel especialmente importante en la regulación del colesterol en sangre (González, 2009).

Desde el punto de vista nutricional es muy importante identificar la familia a la que pertenece un ácido graso, debido a que los ácidos grasos omega 9 pueden ser formados por los organismos animales (Valenzuela, 2009).

Influencias del ácido oleico sobre el perfil lipídico:

- Ayuda a disminuir el colesterol malo (LDL)
- Baja el colesterol total o lo mantiene igual.
- Favorece el aumento del colesterol bueno o lo mantiene igual.

El consumo regular de aceite de oliva, rico en ácido oleico, protege contra el envejecimiento y las enfermedades cardiovasculares. Estos efectos e influencias sobre el perfil lipídico se manifiestan de forma significativa cuando se sustituyen los ácidos grasos saturados de la dieta por ácidos grasos monoinsaturados (Morón, 2008).

Otros datos indican que una proporción baja de ácidos grasos indispensables y una alta de ácidos grasos saturados sobre todo el ácido palmítico en el músculo esquelético se asocian con la resistencia a la insulina, tanto en animales como en humanos (Coronado, 2006).

En un estudio experimental realizado sobre 11 sujetos con DM (Ryan, 2010), tras un periodo de ingesta de ácido oleico, se observó una correlación positiva entre el contenido de ácidos grasos monoinsaturados de la membrana celular de los adipocitos y los receptores de insulina. Esto sugiere que la sustitución de ácidos grasos saturados o poliinsaturados de la dieta por ácidos grasos monoinsaturados, podría disminuir la resistencia a la insulina y mejorar el metabolismo de la glucosa (Márquez, 2009).

La transformación de los ácidos grasos, linoleico, α -linolénico y oleico a los ácidos grasos de cadena larga poliinsaturados es modulada esencialmente por las enzimas desaturasas $\Delta 5$ y $\Delta 6$ por mecanismos dietéticos y hormonales, la insulina activa ambas enzimas. En pacientes con DM1 la disminución de la desaturasa $\Delta 6$ se puede restablecer con estimulación insulínica (Coronado, 2006).

Algunos datos indican que en el suero y en las membranas celulares del músculo esquelético de pacientes con resistencia a la insulina hay altos niveles de ácido palmítico, bajos de LA, altas concentraciones de $\Delta 9$ desaturasa de los ácidos palmitoleico (omega 9) y palmítico y también altas de $\Delta 6$ desaturasa de los lípidos GLA y LA. Además hay concentraciones bajas de $\Delta 5$ desaturasa de los lípidos AA y DGLA (Coronado, 2006).

El tipo de ácido graso presente en la dieta de un individuo podría influir en la acción de la insulina positivamente como se observa cuando se reemplaza una dieta con alta cantidad de ácidos grasos saturados por monoinsaturados, mejorando positivamente la acción de la insulina y negativamente al consumir alta cantidad de ácidos grasos saturados. No se conoce el mecanismo bioquímico que explique el efecto, aunque algunas evidencias sugieren que hay alteración de la composición lipídica de la membrana del músculo esquelético como factor determinante en la acción de la insulina (Pérez, 2006).

Cabe señalar que cuando existe un exceso de omega 6 impide, por competencia la formación del ácido α linolénico en EPA y DHA por ello la importancia del balance de estos dos ácidos grasos, sin embargo el consumo de omega 9 ayuda a mejorar el balance de estos (Pérez, 2006).

2.3 Suplementos Alimenticios para población diabética.

2.3.1 Definición.

Son productos a base de hierbas, extractos vegetales, alimentos tradicionales, deshidratados o concentrados de frutas, adicionados o no, de vitaminas o minerales, que se puedan presentar en forma farmacéutica y cuya finalidad de uso sea incrementar la ingesta dietética total, complementarla o suplir algún componente, de acuerdo al artículo 215, fracción V, de la Ley General de Salud (NOM-251-SSA1-2009).

De acuerdo con la ley de los Estados Unidos dictada por el Congreso en 1944 (DSHEA por sus siglas en inglés), suplemento alimenticio es un producto que se consume por la boca y que contiene algún ingrediente alimenticio que intenta complementar la dieta alimenticia. Estos productos pueden ser: vitaminas, minerales, yerbas, aminoácido, enzimas, entre otros. También pueden ser extractos o concentrados y podrían venir en capsulas, tabletas, líquido, polvo o barras. Cualquiera que fuera su presentación debe ser vendido como comida, no como medicina y, tener una etiqueta que indique son suplementos (Reardon, 2011).

En la Unión Europea han recibido diferentes nombres como suplementos de la dieta o complementos nutricionales, nutracéuticos, alicamentos, etc. Pero actualmente en toda Europa son denominados "complementos alimenticios". Y los define de la siguiente forma: son los productos cuyo fin es complementar la dieta normal y que consisten en fuentes concentradas de nutrientes o de otras sustancias que tengan un efecto nutricional o fisiológico en forma simple o combinada y que son comercializados en forma dosificada, es decir en cápsulas, pastillas tabletas, píldoras y otras formas similares de líquidos y polvos que deben tomarse en pequeñas cantidades unitarias (Castells, 2002).

2.3.2 Producción.

2.3.2.1 Procesos.

Para iniciar con el proceso se deben realizar ensayos para determinar si la formulación, métodos y procedimientos especificados en éste son adecuados para producción en planta y pueden producir de forma uniforme productos que cumplan la especificación del producto terminado. Si es necesario, realizar modificaciones y más ensayos hasta que cumplan estas condiciones (EHPM, 2007).

El producto debe contener todos los nutrimentos en cantidades adecuadas según la edad, el estado fisiológico y el estado nutricional de la población a la que va dirigido. Los nutrimentos deben encontrarse en forma altamente biodisponible y deben evitarse, en lo posible, sustancias o componentes que interfieran con la absorción y la utilización adecuada de los nutrimentos en el suplemento. En caso de que dichas sustancias se encuentren en el producto, deben conocerse cuantitativamente para poder determinar la proporción de nutrimento biodisponible (Rosado, 1999).

Los ingredientes utilizados deben de:

- Ser ingredientes permitidos ya sea sólo uno o mezcla de varios.
- Las materias primas y el producto terminado deben de cumplir con criterios establecidos según la legislación.
- Contengan los nutrientes dentro de los niveles seguros para la población (EHPM, 2007).

El suplemento debe ser tolerado clínicamente de tal manera que su ingestión en las cantidades recomendadas no cause problemas de intolerancia o mala absorción, además de que debe ser ampliamente aceptado desde el punto de vista sensorial. El producto debe tener muy buen sabor, ser fácil de preparar y consumir y de apariencia atractiva, de manera que la población objetivo lo consuma habitualmente y con la frecuencia recomendable (Rosado, 1999).

El proceso de elaboración debe ser lo más sencillo y barato posible, la presentación o forma del producto se ajuste al mecanismo de distribución disponible y a las características de la población a la que está dirigido, y que la presentación y el empaque sean compatibles con la vida útil que se requiere en el producto (Rosado, 1999).

De acuerdo a la **NOM-251-SSA1-2009**:

- Las condiciones de almacenamiento deben ser adecuadas al tipo de materia prima, alimentos, bebidas o suplementos alimenticios que se manejen. Se debe contar con controles que prevengan la contaminación de los productos.
- Las materias primas, alimentos, bebidas o suplementos alimenticios, deben colocarse en mesas, estibas, tarimas, anaqueles, entrepaños, estructura o cualquier superficie limpia que evite su contaminación.
- La colocación de materias primas, alimentos, bebidas o suplementos alimenticios se debe hacer de tal manera que permita la circulación del aire.
- Se debe evitar la contaminación cruzada entre la materia prima, producto en elaboración y producto terminado.
- Los alimentos, bebidas o suplementos alimenticios procesados no deben estar en contacto directo con los no procesados, aun cuando requieran de las mismas condiciones de temperatura o humedad para su conservación.

Los suplementos deben de ser fáciles en su uso, estable y durable por un periodo suficiente desde que se produce hasta que se consume. Así por ejemplo, si se trata de un producto líquido, deberá ser homogéneo, de baja viscosidad relativa y estéril; si su presentación es en forma de polvo, deberá tener una solubilidad elevada y libre de microorganismos patógenos (Rosado, 1999).

Se recomienda que los siguientes factores se comprueben en condiciones normales de almacenamiento:

- a. Propiedades organolépticas (sabor, olor, presentación/apariencia, color) y en especial: estabilidad de color y sabor;
- b. Propiedades físico-químicas y microbiológicas, en particular:
 - Que el producto final no permita el crecimiento microbiológico;
 - Estabilidad de las grasas (oxidación/ranciedad en aceites de pescado o vegetales);
 - Cambios físicos con el almacenamiento (aspecto, dureza);
 - No hay interacciones entre los ingredientes (confirmar comprobaciones teóricas previas);
 - Que los niveles de ingredientes declarados se mantengan durante el período de vida útil del producto;
 - La estabilidad en uso del producto, es decir, la estabilidad del producto después de abrir el envase y durante el período de consumo previsto (EHPM, 2007).

2.3.2.2 Estadísticas

El uso de suplementos alimenticios presenta un aumento en países desarrollados. En Japón, dependiendo de la región de la que se trate, la proporción se encuentra entre 10% y 34% para ambos sexos; mientras que en los Estados Unidos de América la proporción de mujeres mexicanoamericanas que los consumen es de 29%. En Cuba se reporta que 29% de las mujeres usan algún tipo de suplemento alimenticio. En México, de acuerdo con los datos de la Encuesta Nacional de Nutrición de 1999 (ENN-99) el 18% de mujeres de entre los 12 y 49 años de edad son consumidoras de este tipo de suplementos (Mejía, 2008).

La ingesta de suplementos alimenticios en países desarrollados se ha asociado con una mejor calidad de vida. Principalmente, se ha observado que a mayor educación, ocupación con altos ingresos y nivel socioeconómico alto, aumentan las posibilidades de consumirlos; asimismo, una mejor condición de salud es otro factor determinante de su uso. Además, se ha encontrado que el mayor consumo lo realizan mayoritariamente las mujeres (Mejía, 2008).

El consumo reportado por las mujeres mexicanas de entre 12 a 49 años (18%), corresponde a la mitad del reportado en países desarrollados, el cual se encuentra alrededor de 30%, considerando que, además, el consumo de suplementos en estos países ha aumentado en los últimos años, tal es el caso de los Estados Unidos de América (Mejía, 2008).

En un estudio realizado en los Estados Unidos se encontró que en general los consumidores de múltiples suplementos presentaron menor índice de prevalencia de enfermedades en comparación con los consumidores de un solo suplemento y los que no consumen ningún suplemento los consumidores a largo plazo de suplementos alimenticios también presentaron un menor riesgo de alta presión arterial y diabetes en comparación de los que no consumen ningún tipo de suplemento (Ervin, 2004).

2.3.3 Regulación

Según la legislación sanitaria mexicana, los suplementos alimenticios no pueden estar compuestos únicamente de vitaminas y minerales. Revisar la etiqueta del producto, si contiene únicamente vitaminas y minerales, se trata de un medicamento vitamínico, no de un suplemento alimenticio (COFEPRIS, 2011).

La cantidad de vitaminas y minerales adicionados, no deben exceder los límites establecidos por el Reglamento de Control Sanitario de productos y servicios (Ver tablas 9 y 10).

Tabla 9. Dosis permitidas de vitaminas en suplementos.

Vitaminas	Dosis
Vitamina A/Retinol	1000 µg
Ácido Fólico B9	400 µg
Beta Caroteno	15 mg
Biotina	300 µg
Vit. B1/Tiamina	15 mg
Vit. B2/Riboflavina	18 mg
Vit. B3/Niacina	25 mg
Vit. B5/Ác. Pantotenico	20 mg
Vit. B6/Piridoxina	10 mg
Vit. B12/Cianocobalamina	12 µg
Vit. C /Ác Ascórbico	300 mg
Vit. D	10 µg
Vit. E/D-x-Tocoferol	200 mg
Vit. K	30 µg

Fuente: COFEPRIS, 2011.

Tabla 10. Dosis permitidas de minerales en suplementos

Minerales	Dosis
Calcio	1200 mg
Cobre	3 mg
Cromo	200 µg
Flúor	1 mg
Fosforo	1200 mg
Hierro	20 mg
Magnesio	500 mg
Manganeso	7.5 mg
Molibdeno	250 µg
Selenio	100 µg
Yodo	200 µg
Zinc	20 mg

Fuente: COFEPRIS, 2011.

Los suplementos alimenticios no requieren contar con registro sanitarios, es decir, no pasan pruebas exhaustivas para demostrar su eficacia, calidad y seguridad antes de ser comercializados. Su vigilancia se realiza cuando ya están en el mercado, por lo que es muy importante que los productores actúen con responsabilidad y cumplan con los requisitos de ingredientes y etiquetado (COFEPRIS, 2011).

LEY GENERAL DE SALUD

Artículo 212.-

La naturaleza del producto, la fórmula, la composición, calidad, denominación distintiva o marca, denominación genérica y específica, etiquetas y contra etiquetas, deberán corresponder a las especificaciones establecidas por la Secretaría de Salud, de conformidad con las disposiciones aplicables, y responderán exactamente a la naturaleza del producto que se consume, sin modificarse.

Las etiquetas o contra etiquetas para los alimentos y bebidas no alcohólicas, deberán incluir datos de valor nutricional, y tener elementos comparativos con los recomendados por las autoridades sanitarias, a manera de que contribuyan a la educación nutricional de la población.

En la marca o denominación de los productos, no podrán incluirse clara o veladamente indicaciones con relación a enfermedades, síndromes, signos o síntomas, ni aquellos que refieran datos anatómicos o fisiológicos.

Artículo 215.- Para los efectos de esta Ley, se entiende por:

Suplementos alimenticios: Productos a base de hierbas, extractos vegetales, alimentos tradicionales, deshidratados o concentrados de frutas, adicionados o no, de vitaminas o minerales, que se puedan presentar en forma farmacéutica y cuya finalidad de uso sea incrementar la ingesta dietética total, complementarla o suplir alguno de sus componentes.

Artículo 216.-

Los alimentos o bebidas que se pretendan expender o suministrar al público en presentaciones que sugieran al consumidor que se trate de productos o sustancias con características o propiedades terapéuticas, deberán en las etiquetas de los empaques o envases incluir la siguiente leyenda: "Este producto no es un medicamento", escrito con letra fácilmente legible y en colores contrastantes (Ley General de Salud, 2011).

Reglamento de Control Sanitario de Productos y Servicios

El Artículo 168.-

Determina los ingredientes que pueden formar parte de suplementos alimenticios podrán estar constituidos por:

- Carbohidratos,
- Proteínas,
- Aminoácidos,
- Ácidos grasos,
- Metabolitos,
- Plantas, hierbas, algas,
- Alimentos tradicionales deshidratados
- Todos en forma aislada o en combinación, adicionados o no de vitaminas o minerales.

El artículo 169.-

Enumera los ingredientes prohibidos para suplementos: Sustancias con acción farmacológica reconocida o aquellos a los que con base en su composición se les atribuyan propiedades terapéuticas, preventivas o rehabilitatorias

- Procaína,
- Efedrina,
- Yohimbina,
- Germanio,
- Hormonas animales o humanas,
- Plantas que no se permiten para infusiones o te,
- Sustancias farmacológicas reconocidas o que representen un riesgo para la salud

Aunque el artículo no lo especifica, tampoco pueden añadirse plantas con toxicidad reconocidas de la Farmacopea Herbolaria de los Estados Unidos Mexicanos.

Artículo 170.-

La materia prima de los suplementos alimenticios, particularmente las plantas deshidratadas, deberá someterse a tratamientos, controles o procedimientos que abatan la flora microbiana que la acompaña y los residuos físicos o químicos que puedan dañar la salud.

Artículo 171.-

Los productos a los que se les incorporen sustancias con acción farmacológica reconocida o aquéllos a los que con base en su composición se les atribuyan propiedades terapéuticas, preventivas o rehabilitatorias, no podrán comercializarse en el territorio nacional, salvo que cumplan con las disposiciones aplicables a los insumos para la salud.

Artículo 172.-

La Secretaría podrá solicitar la siguiente información:

- I. Descripción del producto, en la que se señale:
- II. Modo de empleo, y
- III. Muestra de la etiqueta original e información con la que se comercialice.

El artículo 173.-

Señala que en la etiqueta y en la información con la que comercialicen los suplementos alimenticios no deberán presentar información que confunda, exagere o engañe en cuanto a su composición, origen, efectos y otras propiedades del producto. Tampoco pueden declarar que son útiles para prevenir o curar algún malestar, padecimiento o enfermedad.

El artículo 174.-

Establece que en el etiquetado e información con la que se comercialicen los suplementos alimenticios no deben usarse: denominaciones, figuras y declaraciones (palabras, frases, imágenes) relacionadas enfermedades, síntomas, síndromes, partes del cuerpo (datos anatómicos), funciones corporales (fenómenos fisiológicos), mediante las cuales se afirme que el producto cubre por sí solo los requerimientos nutrimentales del individuo (vitaminas, minerales, proteínas, carbohidratos, entre otros), o que pueden sustituir alguna comida (Reglamento de Control Sanitario de Productos y Servicios, 2011).

Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Publicidad

El Artículo 21.- Señala que la publicidad de los suplementos alimenticios no podrá presentar a los productos como estimulantes ni modificadores del estado físico o mental de las personas, excepto aquellos casos que así hayan sido reconocidos por la Secretaría.

El Artículo 22.- Determina que la publicidad de los suplementos alimenticios no debe:

- Inducir o promover hábitos de alimentación nocivos para la salud;
- Afirmar que el producto llena por sí solo los requerimientos nutricionales del ser humano;
- Atribuir a los alimentos industrializados un valor nutritivo superior o distinto al que tengan;
- Realizar comparaciones en menoscabo de las propiedades de los alimentos naturales;
- Expresar o sugerir, a través de personajes reales o ficticios, que la ingestión de estos productos proporciona a las personas características o habilidades extraordinarias;
- Asociarse directa o indirectamente con el consumo de bebidas alcohólicas o tabaco;
- Declarar propiedades que no puedan comprobarse,
- Declarar que los productos son útiles para prevenir, aliviar, tratar o curar una enfermedad, trastorno o estado fisiológico (Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Publicidad, 2011).

La publicidad de los productos que se ostentan como medios para disminuir el consumo de nutrimentos no podrá mencionarlos como dietéticos y deberá designarlos por la clasificación de suplementos, de acuerdo con el Artículo 27. Igualmente, en todos los casos, se establecerán los mensajes precautorios respecto de los posibles efectos que su consumo pudiera originar (COFEPRIS, 2011).

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-251-SSA1-2009, PRÁCTICAS DE HIGIENE PARA EL PROCESO DE ALIMENTOS, BEBIDAS O SUPLEMENTOS ALIMENTICIOS.

Esta norma establece los requisitos mínimos de buenas prácticas de higiene que deben darse en el proceso de elaboración de suplementos alimenticios y sus materias primas para evitar su contaminación a lo largo del proceso.

La ***NOM-251-SSA1-2009***, establece las condiciones de:

- Instalaciones y áreas.
- Equipos y utensilios.
- Servicios
- Almacenamiento.
- Control de operaciones. Los establecimientos pueden instrumentar un Sistema de HACCP.
- Control de materias primas.
- Control de envasado.
- Control del agua en contacto con los alimentos.
- Mantenimiento y limpieza.
- Control de plagas.
- Manejo de residuos.
- Salud e higiene del personal.
- Transporte.
- Capacitación.

La ***NOM-051*** Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados-información comercial y sanitaria **no aplica a suplementos alimenticios.**

2.4 Alimentos e/o ingredientes de consumo tradicional

Según Aguilar (1982), la medicina tradicional se puede definir como "un conjunto de conocimientos y prácticas generados en el seno de una comunidad, transmitidos generacionalmente y que, basados en un saber fundamentalmente empírico, buscando propiciar la salud de la comunidad en la que fueron generados y debido a que este acervo de conocimientos forma parte de la cultura popular, está sujeto a cambios que propician su desarrollo, de tal manera que algunos conocimientos pueden perderse pero pueden encontrarse otros al correr del tiempo" (Alarcón, 1990).

La OMS define a las plantas medicinales como aquellas con actividad farmacológica, es decir, aquellas que de cualquier modo que sea, o puestas en contacto con un organismo humano o animal, desarrollan en éste una terapia que podría denominarse "suave" (que provocan un beneficio terapéutico con el menor número de inconvenientes). Esta definición excluye en la práctica a las plantas que, independientemente de sus propiedades terapéuticas, se emplean en el campo médico-quirúrgico (que se usan en la preparación de algodón, gasa u vendas) y en la producción de sustancias que son usadas como repelentes (Alarcón, 1990).

Las investigaciones etnobotánica del estudio de las plantas medicinales reportan que la población mexicana utiliza en forma empírica más de 100 plantas para el tratamiento de la DM (Alarcón, 1990).

Muchas veces la búsqueda se ha iniciado a partir de los alimentos que son parte importante de la dieta en poblaciones de bajo riesgo, como lo es la dieta mediterránea. En otras ocasiones la búsqueda ha sido más dirigida y se ha basado en la utilización de ciertas plantas en la medicina tradicional o como alimento de ciertas poblaciones (nopal, frijol, chilacayote, etc.) (Reynoso, 2007).

Atta-Ur-Rahman y col. (1989), sugieren los siguientes posibles mecanismos de acción:

- 1) Actuando sobre las células β pancreáticas y estimulando la secreción de insulina,
- 2) Inhibiendo las células α en cuanto a la secreción de glucagón,
- 3) Inhibiendo la acción de algunos otros factores u hormonas hiperglucemiantes,
- 4) Incrementando el efecto de la insulina a nivel de receptores,
- 5) Inhibiendo la enzima que degrada a la insulina (supresión de insulina),
- 6) Modificando directamente el metabolismo de la glucosa y
- 7) Actuando como sustitutos de la acción insulínica (Martínez, 2002).

2.4.1 Nopal

2.4.1.1 Características.

Los nopales tienen su origen en la América tropical y subtropical, pertenecen a la familia *Cactaceae*, comúnmente conocida como cactácea o cactus. Debido a la presencia de una gran cantidad de especies de cactáceas, principalmente de los géneros *Opuntia* y *Nopalea*, México es considerado como uno de sus centros de origen, tiene evidencias fechadas de su uso desde hace 7000 años en semillas, cascaras de tuna y pencas de nopal fosilizadas encontradas en el estado de Puebla (Valencia, 2010).

Se encuentra por toda la América tropical. Las pencas de nopal son un alimento delicioso, tanto cuando se consumen en crudo como ligeramente asadas. Contienen gran cantidad de proteínas y minerales, como calcio y potasio tienen propiedades laxantes, contribuyen a disminuir los niveles de colesterol y de glucosa, facilitan la eliminación de parásitos y sirven como tónico cardiaco. En los últimos años ha surgido el interés por el nopal como fuente alimenticia y de salud, por lo que se ha aumentado su consumo, en su estado fresco y deshidratado, como un complemento indicado en la medicina naturista (Solíz, 2008).

De un total aproximado de 104 especies de *Opuntia* y 10 de *Nopalea*, en México se utilizan para forraje 15 de ellas, por su fruta cinco y como verdura cuatro (tres de *Opuntia* y una de *Nopalea*). En México, *Opuntia ficus-indica* se usa para producir nopalito (hortaliza) en 10,500 hectáreas, mientras que en Estados Unidos de América se cultiva con tal propósito en 200 hectáreas (Valdez, 2007).

El más conocido para uso comestible es:

Opuntia ficus-indica: Casi no tiene espinas. Forma artículos oblongos (pencas o cladodios) de 30 a 60 cm de largo x 20 a 40 cm de ancho y de 2 a 3 cm de espesor. Sus ramas están formadas por pencas de color verde opaco con areolas que contienen espinas más o menos numerosas, amarillas y produce flores de 7 a 10 cm de largo, su fruto es oval de 5 a 10 cm de largo x 4 a 8 cm de diámetro y su color puede ser amarillo, anaranjado, rojo o purpúreo con abundante pulpa carnosa y dulce (Díaz, 2009).

El nopal pertenece a la familia de las *cactáceas*, que son plantas carnosas engrosadas y espinosas, y al género *Opuntia*, que se caracteriza por presentar tépalos extendidos con tallo articulado. Entre las *Opuntias* se distinguen varias especies, se cultiva en zonas áridas y semiáridas del territorio nacional (Basurto, 2006).

Al igual que otras verduras, el nopal contiene una gran proporción de agua y son bien cotizados por su contenido en fibra; forman parte de la dieta común del pueblo mexicano y están siendo ampliamente consumidos en el sur de Estados Unidos de América por la población de ascendencia mexicana. Esta verdura, es rica en fibra dietética y su contenido es comparable al de varias hortalizas, entre ellas la espinaca, la alcachofa, la acelga, la berenjena, el brócoli, el rábano y otras (Valdez, 2007).

2.4.1.2 Principio activo

Entre los compuestos funcionales del nopal, la fibra dietética es el componente más estudiado desde el punto de vista de la nutrición y la relación que existe entre fibra y salud. Por ejemplo, para el control del colesterol y prevención de enfermedades como diabetes y obesidad (Valdez, 2007).

La investigación farmacológica del nopal como agente hipoglucemiante, se inicia en 1964 y es continuada en 1979 por el extinto Instituto Mexicano para el Estudio de las Plantas Medicinales (IMEPLAM). Investigadores de este instituto, encontraron que diferentes preparados de nopal crudo licuado, administrados por sonda nasogástrica a conejos con hiperglucemia inducida por pancreatoclectomía o por administración de aloxano, producen efecto hipoglucemiante. En esta investigación se pretende explicar que el efecto hipoglucemiante observado es por la presencia de la enzima isomerasa glucosa 6 fosfato, encontrada previamente en la *Opuntia ficus-indica* pero no en la *Opuntia streptacantha*, especie empleada para ese estudio (Basurto, 2006).

En México se efectuaron, en el decenio de 1980, numerosos estudios al respecto, tanto en *Opuntia ficus-indica* como en *O. streptacantha*. Uno de los trabajos publicados con relación al control de la diabetes se refiere a una evaluación del consumo de cápsulas comerciales de cladodios de *Opuntia-ficus indica* deshidratados. Ello se hizo en pacientes con DM Frati-Munari (1992); los resultados indican que las dosis recomendadas (30 cápsulas/día) son imprácticas para lograr un efecto positivo a largo plazo. Varios estudios de estos y otros autores indican resultados variables dependiendo de las dosis, el modo de ingerir el producto y el tipo de *Opuntia* utilizado; aparentemente son superiores los resultados logrados con *Opuntia streptacantha*. Trejo-González (1996) confirmaron evidencias de la acción hipoglucemiante de los cladodios de *Opuntia fulginosa* (Valdez, 2007).

- ✓ Por lo tanto, los polisacáridos de *Opuntia streptacantha* y *Opuntia ficus-indica* son los responsables del efecto hipoglucémico que se les ha atribuido a dichas especies de nopal. Sin embargo, el efecto antihiperoglucémico es distinto en cada especie, debido a las diferencias en la composición química de ambos polisacáridos (Valdés, 2002).

A continuación en la tabla 10 resume los estudios con sus respectivas observaciones:

Tabla 10. Resumen de los diferentes estudios realizados al nopal:

Sujetos	Dosis gr y tipo de preparación del nopal	Efecto antihiperoglucémico	Efecto hipoglucémico ^a	Especie de opuntia
Sanos, obesos y diabéticos	100 asado	Sí	Sí	sp
Sanos con CTOG ^b	100 asado	Sí	Sí	sp
Sanos con CTOG	100 asado	Sí	No	sp
Sanos c/s CTOG	100 asado	Sí Sólo en CTOG	Sí	sp
DM2	500 asados	Sí	Sí	streptacantha
DM2	100, 300 y 500 asado	Sí Sólo con 500 gr	Sí	streptacantha
Sanos CTOG y DM2	Cápsulas de nopal deshidratado	Sí Solo en CTOG	No	ficus-indica
DM2	500 asado	Sí	No	streptacantha
	500 homogenizado	Sí	No	
DM2	100 precipitado	No	No	streptacantha
	500 asado	Sí	Sí	
Sanos con hiperglucemia inducida	500 asado	Sí	No	streptacantha
DM2 y sanos	500 asado	Sí	Sí en sanos	streptacantha
DM2 y sanos	500 asado	Sí	No	streptacantha
	1000 asado		Sí	
Sanos	30 cápsulas	Discreto	No	ficus-indica
DM2	335 mg de polvo c/u	Sólo en CTOG		
No diabéticos con colesterol e hiperlipidemia	250 fresco	No se estudió	Sí ^c	robusta

^a Señalado por los autores. ^b Curva de tolerancia a la glucosa CTOG. ^c En administración crónica.

Fuente: Basurto, 2006.

Frati-Munari y col. (1992) reportaron un estudio para determinar si las cápsulas comerciales de nopal (*O. ficus-indica*) eran útiles en el control de la diabetes mellitus. Cada cápsula, contenía según el fabricante, 335 mg de tallos secos y pulverizados de *O. ficus-indica*. Demostraron que la administración diaria de 30 cápsulas de nopal tiene un ligero efecto benéfico en la glucosa y el colesterol, por lo tanto, puede contribuir al control de DM2 y puede modificar favorablemente las concentraciones séricas de los lípidos, probablemente por su contenido de fibra (Valdés, 2002).

La administración aguda de las especies de *Opuntia streptacantha*, *ficus indica*, y *megacantha* tienen efecto antihyperglucemiante en pacientes diabéticos, y la *O. robusta* disminuye la glucosa sanguínea en no diabéticos. Además, las cuatro especies muestran actividad antihypercolesteremiante y antihyperlipidémica. Debido a estos efectos, el consumo de nopal podría tener utilidad en pacientes con niveles de glucosa en ayunas igual o mayores de 126 mg/dL, sin llegar a 200 mg/dL y sin presentar todos los criterios diagnósticos de DM2, como es el caso de los obesos (Basurto, 2006).

El nopal incrementa los niveles y la sensibilidad a la insulina logrando con esto estabilizar y regular el nivel de azúcar en la sangre. Se ha comprobado científicamente el poder hipoglucemiante del nopal, es decir, como un efectivo tratamiento para la prevención de la diabetes. Se han llevado a cabo investigaciones en el IPN, donde se documenta que el nopal disminuye las concentraciones de glucosa en sangre. En estos estudios se ha demostrado que la ingestión de nopal antes de cada alimento, durante 10 días, provoca la disminución del peso corporal y reduce las concentraciones de glucosa, colesterol, triglicéridos en sangre. Esto se ha visto solamente en personas que son resistentes a la insulina, o sea en pacientes con DM2, pero en las personas que tienen DM1, el consumo de nopal no sustituye las inyecciones de ésta (Díaz, 2009).

El consumo prolongado de licuado de nopal tiene mayor efecto en la diabetes cuando éste se ingiere a lo largo del día que cuando es administrado en una sola dosis en ayuno, disminuye los síntomas de la diabetes, así como los niveles de triglicéridos que son los principales responsables de las complicaciones cardiovasculares presentadas en esta enfermedad (García, 2007).

Existe controversia en relación a que la ingesta de nopal no afecta los niveles de insulina, ya que se ha reportado que la producción de ácidos grasos de cadena corta (propiónico y acético) durante la fermentación de fibra (pectina y mucilago de nopal) en el colon es la causante del efecto hipoglucémico, al estimular la secreción de insulina, reduciendo los niveles de glucosa en plasma (Guevara, 2009).

En un estudio realizado con cladodio de nopal (*Opuntia ficus indica*) se encontró que el cladodio de 250- 320g presentó el mayor efecto hipoglucemiante en ratas sanas *Sprague Dawley*, mientras que el de 60-80 g disminuyó de forma significativa los niveles de glucosa en ayuno de ratas *Wistar* diabéticas (Reynoso, 2007).

En un estudio por 3 semanas el cladodio más pequeño (60-80 g) presentó un efecto hipoglucemiante del 26%, además, provocó una reducción de los triglicéridos a niveles comparables con los presentes en ratas *Wistar* sanas. En los mismos experimentos, estos últimos animales no mostraron una disminución significativa de los niveles de glucosa en ayuno por efecto del nopal (Reynoso, 2007).

El efecto antidiabético del nopal es dependiente del estado de madurez de los cladodios. Esto debido a los cambios, en la composición química, que se van presentando durante la maduración y envejecimiento (Reynoso, 2007).

Trabajos recientes indican que el factor antidiabético activo en cactáceas, y otras xerófitas, es un compuesto que presenta característica y propiedades de una saponina (Díaz, 2009).

Estudios en animales al igual que en humanos sugieren que los polisacáridos y otros compuestos hidrosolubles podrían ser los responsables de causar una reducción en los niveles circulantes de glucosa en el plasma, aunque no se ha establecido de manera concreta el posible mecanismo involucrado (Guevara, 2009).

A algunas especies se han realizado estudios clínicos, de los que se concluye que no existen las evidencias científicas suficientes para recomendar el uso del “Nopal” como tratamiento único de base de la DM2; pero sí para administrarlo como suplemento alimenticio en la dieta como coadyuvante del tratamiento farmacológico de base (Figueroa, 2009).

Se cree que la función del nopal sobre la glucosa se debe a que contiene una substancia identificada como polisacáridos aislados que secuestran las moléculas de glucosa, de tal modo que la insulina si es mínima, sea suficiente para regular los niveles de azúcar (Díaz, 2009).

En base a varios estudios se señala en un artículo lo siguiente:

1. Al administrar tallos de nopal (*Opuntia sp.*, *O. ficus-indica* y *O. streptacantha*) por vía oral no existe efecto hipoglucémico en individuos sanos.
2. Al administrar tallos asados de nopal (*Opuntia sp.* y *O. streptacantha*) Existe un efecto hipoglucémico en pacientes con DM2. Sin embargo, los extractos crudos de diferentes especies de *Opuntia*, no conservan el efecto hipoglucémico en pacientes con DM2.
3. La administración de un producto semipurificado de *O. streptacantha* por vía oral en animales con diabetes experimental, conserva íntegramente el principio activo.
4. Un extracto deshidratado de *O. ficus-indica*, al ser administrado a pacientes con DM2, no produce efecto hipoglucémico, pero, en pacientes sanos con hiperglucemia temporal se observó un efecto hipoglucémico. Este efecto fue atribuido al alto contenido de fibra de *O. ficus-indica*.
5. Sin embargo, aunque se han obtenido resultados similares, con las diferentes especies de *Opuntia*, no se debe generalizar el efecto hipoglucémico para todas las especies de nopal. Esto se debe a que la composición química es diferente para cada especie (Valdés, 2002).

En este mismo artículo se aislaron los polisacáridos de *O. ficus-indica* y *O. streptacantha*. El polisacárido de *Opuntia ficus-indica* contiene unidades de arabinosa, galactosa, ácido galacturónico, ramnosa y xilosa, mientras que el polisacárido de *Opuntia streptacantha* contiene monosacáridos de arabinopiranososa, galactopiranososa y ramnosa. En este estudio se concluye lo siguiente:

- ✓ Los polisacáridos de *Opuntia ficus-indica* y *Opuntia streptacantha* no producen efecto hipoglucémico en ratones sanos.
- ✓ El polisacárido de *Opuntia streptacantha* posee efecto hipoglucémico en ratones con diabetes experimental.
- ✓ El polisacárido de *Opuntia ficus-indica* no posee efecto hipoglucémico en ratones con diabetes experimental.
- ✓ El polisacárido de *Opuntia ficus-indica* tiene efecto antihiperglucémico en ratones con hiperglucemia temporal, cuando la glucosa se administra por vía enteral (intragástrica).
- ✓ El polisacárido de *Opuntia streptacantha* no tiene efecto antihiperglucémico en ratones con hiperglucemia temporal, cuando la glucosa se administra por vía enteral (intragástrica).
- ✓ Las diferencias que existen entre la composición química de los polisacáridos de *Opuntia streptacantha* y la de *Opuntia ficus-indica*, les confieren diferencias en sus propiedades farmacológicas.

2.4.1.3 Opciones de procesamiento al que se somete.

Existen muchos productos que se derivan del nopal como:

- Nopal refrigerado. Mediano o grande en presentación de 32 o 24 piezas.
- Nopal congelado. Cortado en tiras en bolsas de 500 gr y entero en presentación de 8-10 piezas.
- Nopal en salmuera. Los ingredientes son nopal, agua sal y ácido cítrico. En diferentes presentaciones.
- Nopal en escabeche. Los ingredientes son nopal, agua, coliflor, calabaza, ejote, zanahoria, ajo, cebolla, aceite vegetal, vinagre, sal, especias y ácido cítrico.
- Nopal en polvo. Utilizado para el control del peso y como suplemento alimenticio.
- Harina de nopal.
- Salsa de nopal.
- Bebida de extracto de tuna.
- Bebidas de nopal.
- Mermelada de nopal.
- Tortillas, totopos, tostadas, pan de sal y dulce, jugo, extracto y emulsión (Díaz, 2009)

Desde el punto de vista industrial cuando los brotes son tiernos (10-15 cm) se usan como verdura (nopalitos). Cuando están parcialmente lignificados (cladodios de 1 a 3 años) se usan para la producción de harina y otros productos (Valdez, 2007).

Los cladodios son una fuente importante de fibra, la que se obtiene al secarlos y molerlos para obtener polvo. Este polvo o harina se destina a las industrias de alimentos, complementos alimenticios y farmacéutica. Las tabletas y cápsulas de nopal se encuentran en el mercado mexicano desde hace años y se ofrecen como un modo de controlar la obesidad y la diabetes (Valdez, 2007).

Como consecuencia de las continuas investigaciones de los beneficios del nopal en la salud, han surgido diversas empresas que a nivel industrial han desarrollado productos con base en nopal con fines medicinales o complementos alimenticios. Algunos médicos difieren en cuanto al resultado del consumo de estos productos, ya que su proceso de elaboración no es el adecuado destruyendo el principio activo natural de la planta. Como producto antidiabético se emplea en varios países, entre ellos Japón y Alemania (Valencia, 2010).

Basado en los estudios de los autores antes mencionados la forma de consumo del nopal en el caso particular de los pacientes diabéticos son:

- Ligeramente asado
- Bebidas de nopal crudo
- Ensaladas (cocidos)
- Suplementos alimenticios (deshidratado)

En la actualidad se han desarrollado estudios muy especializados en México sobre la enzima nopalinaza, que se encuentra en el nopal, que tiene la facultad de controlar y cargar de manera eficiente las células β del páncreas, de tal manera que éstas controlan muy bien el azúcar sanguíneo. Se ha descubierto que el nopal asado es aún más eficiente, casi en 400% más que el nopal crudo, para controlar la diabetes y regenerar con su uso el páncreas. Debe consumirse de manera constante asado en las comidas y de preferencia en forma de polvo deshidratado en toda comida, mezclado con germen de trigo, salvado y linaza, de esta manera se estaría dando un gran paso en la carrera para vencer la inflamación del páncreas. El páncreas reacciona de manera muy favorable ante factores enzimáticos como la nopalinaza y el té de salvia, a la vez que con un planeado consumo de suplementos minerales y vitamínicos el camino a la salud es seguro (García, 2009).

2.4.2 Chilacayote

2.4.2.1 Características.

Son calabazas globosas a ovado elípticas. Su tamaño es de 15-50 cm de largo y más o menos la mitad del diámetro, sin costillas, con abundantes y muy diminutas ondulaciones. Hay frutos totalmente blancos o verdes con mancha y/o franjas blancas irregulares o densos y diminutamente manchados en blanco y verde (Barrera, 2002).

La planta *Cucurbita ficifolia* Bouché (*Cucurbitaceae*), es conocida en México como chilacayote, es una planta cultivada por sus frutos comestibles. El fruto maduro de *C. ficifolia* es similar a una pequeña calabaza blanca que mide de 8 a 10 cm de diámetro; tiene una delgada cáscara verde, con manchas blancas (Ángeles, 2007).

Cucurbita ficifolia es una planta rastrera o escalada, monoica, anual, de hasta 10m de largo. El fruto es globoso a ovoide-elíptico. La carne es dulce y las semillas son ovadas-elípticas, aplanadas, y de un color marrón oscuro a negro o de color blanco cremoso (Andrade, 2005).

A finales del siglo XIX y principios del siglo XX, algunos autores sugerían un origen asiático de *Cucurbita ficifolia*. Desde mediados del siglo pasado, el consenso ha sido que es de origen americano. Sin embargo, su centro de origen y domesticación aún se desconocen. Algunos autores han sugerido América Central o el sureste de México como lugares de origen, mientras que otros sugieren que América del Sur, y más concretamente de los Andes (Andrade, 2005).

La *Cucurbita ficifolia* se encuentra ampliamente distribuida en regiones tropicales y subtropicales, húmedas y montañosas, generalmente arriba de los 1000 metros sobre el nivel del mar hasta casi los 3000 m. Es la única *Cucurbitaceae* que alcanza a crecer a estas alturas. Se sugiere su origen el sur de México, esto basado en la difusión por toda América de sus nombres comunes derivados del náhuatl. Los vestigios arqueológicos más antiguos han sido encontrados en el Perú (Barrera, 2002).

Nombres vulgares:

- México: chilacayote, chilacayata (origen Náhuatl derivados del tzilacayotli o tzliticayotli, asignados a esta especie en la mayor parte del país); imai, pipintimai, xiotai, xiloc (Chihuahua), chilaca, calabaza (Veracruz); Kán (Oaxaca; Zapoteco); Caj-tsé (Oaxaca; Mixteco) mayil (Chiapa; Tzotzil); Okk (Chiapas; Mane) y otros nombres.
- Guatemala: Chilacayote, ayote, cidracoyote, ccooc, elaoc, ooc.
- Costa Rica: Chiverre, chiverri.
- Colombia: Auyama, calabaza, victoria, victoriera, mejicana, bolo.
- Venezuela: Zapallo
- Ecuador: Zambo, zambu, tambo
- Perú: Calabaza, calabaza blanca, lacayota.
- Bolivia: Lacayota, lacayute, blanca, lacayo (Barrera, 2002).

Acosta (2001) reporta 90% de porción comestible, el 94% de humedad, contenido de fibra 0.3%, 1.2% de proteína, 17 mg de calcio, 0,6 mg de hierro, ácido ascórbico 7 mg, 0.03 mg de tiamina, 100 g de *Cucurbita ficifolia* produce 3,34 kJoule (14 Kcal). Sin embargo, no hay ningún informe sobre los principales componentes del extracto de la fruta (Andrade, 2005).

2.4.2.2 Principio activo.

La administración del jugo de chilacayote produce una disminución altamente significativa en todos los puntos estudiados de la curva de tolerancia a la glucosa. En este estudio entre un grupo formado por chilacayote, guarumbo, guayacán, malabar y marrubio, el chilacayote resulto ser el más efectivo. El jugo de chilacayote tiene un efecto hipoglucémico superior al de la tolbutamida. De 20 plantas estudiadas el chilacayote fue la de mayor efecto hipoglucémico pues causó reducciones tanto en el pico hiperglucémico como el área bajo la curva de tolerancia a la glucosa, con respecto al estudio con el hipoglucemiante oral (Alarcón, 1990).

La actividad farmacológica de la planta ha sido probado en conejos hiperglucémicos (Román, Ramos, 1991). Los autores divulgan un efecto hipoglucemiante estadísticamente significativa de la planta de 60 min hasta 300 min. La cantidad de extracto y la forma de preparación no se informó en el documento (Andrade, 2005).

Alarcón-Aguilar (2002) en ratas y ratas inducidas con aloxano. Los autores reportan un efecto hipoglucemiante en 240 minutos. El efecto se probó con la administración del extracto a 25, 250, 500, 594, 750, 1000, 1250 mg / kg, el efecto hipoglucemiante se observó a los 120 minutos para las dosis hasta 750 mg, para 1000 y 1250 mg en 240 minutos (Andrade, 2005).

En 2001, Acosta-Patiño se probó el efecto del jugo de fruta en los pacientes con hiperglucemia moderada a 4 ml / kg (100 g de fruta = 75 ml de jugo), los niveles de glucosa en la sangre fueron analizadas por hora durante 5 h con un kit enzimático comercial. En otra sesión, por lo menos separados por 8 días, el mismo grupo de pacientes recibió, la misma cantidad de agua potable como control. Los autores del informe reportan el efecto hipoglucemiante (Andrade, 2005).

Alvarado (2003), *C. ficifolia* ha sido estudiado a nivel experimental y ha mostrado actividad hipoglucemiante en conejos con hiperglucemia temporal, en conejos con diabetes inducida con aloxano y en pacientes con DM2. Se ha estudiado también el efecto sobre la glucemia producido por la administración de varios extractos del fruto, tanto en ratones sanos como en diabéticos, y se ha determinado que el extracto acuoso es el más activo (Ángeles, 2007).

En un estudio se menciona lo siguiente:

- ✓ La planta reduce la polidipsia y la polifagia características del modelo diabético.
- ✓ *C. ficifolia* tienen efecto hipoglucémico ya que reducen la glucemia.
- ✓ El extracto de *C. ficifolia* tiene actividad antioxidante, aumentado los niveles de glutatión y reduciendo los de malondialdehído en hígado.
- ✓ Por lo tanto, *C. ficifolia* representa una alternativa interesante en el control de la DM2 que, además de producir un efecto hipoglucemiante en los pacientes reduzcan el desarrollo de complicaciones generadas por estrés oxidativo (Ángeles, 2007).

El fruto mostró una actividad hipoglucemiante en todos los estudios reportados, la falta de información sobre el jugo de fitoquímicos (extracto), impide una evaluación de los efectos observados a nivel fitoquímico. En el estudio clínico, los autores concluyen: "Debido a la insignificante contenido de fibra en *Cucurbita ficifolia* y el diseño del estudio, los efectos observados en los niveles de glucosa no son consecuencia de cambios en la absorción de glucosa en el intestino" (Acosta-Patiño, 2001) (Andrade, 2005).

2.4.2.3 Opciones de procesamiento al que se somete.

Por los estudios antes revisados la forma de consumo de *C. ficifolia* por las personas con diabetes es en forma de jugo, aunque todavía se desconoce el contenido fitoquímico del jugo de este es todavía muy premeditado establecer el o los componentes que provocan los efectos beneficiosos para los pacientes diabéticos. Para obtener el jugo de chilacayote con la pulpa del chilacayote (sin semillas) se corta en trozos pequeños y se procesan en un extractor eléctrico de jugos.

2.4.3 Guarumbo.

2.4.3.1 Características.

Árbol de 5 a 15 (-20) m de alto y hasta 50 cm de diámetro, el tronco derecho, hueco, con pocas ramas, entrenudos foliares de 1.5–4 cm de grosor, muy escabrosos, siempre habitados por hormigas agresivas (Carvajal, 2005).

Distribución: Tiene una distribución vasta en México, desde Tamaulipas y San Luis Potosí hasta Tabasco y Chiapas en la vertiente del Golfo y desde el sur de Sinaloa hasta Chiapas en la vertiente del Pacífico y llega hasta el norte de Sudamérica (Carvajal, 2005).

Hábitat: Es un elemento abundante del bosque tropical subcaducifolio asociado con especies de *Brosimum*, *Bursera*, *Croton*, *Enterolobium*, *Hura*, *Inga*, *Licania*, *Pithecellobium* y *Sloanea*; también crece en laderas de cerros o barrancas con elementos mesófilos como *Quercus*, *Magnolia* y *Juglans*; además, en el bosque de galería con *Ficus* y *Salix* e incluso penetra al encinar y bosque de pino-encino. Llega a ser una de las especies pioneras más abundantes de la vegetación secundaria (Carvajal, 2005).

Las hojas están en una disposición en espiral en la parte superior de las ramas y son simples, peltadas o palmadas profundamente, con un color verde oscuro en la cara superior y gris en la superficie inferior. Es un árbol pionero de rápido crecimiento de América tropical, las ramas huecas están habitadas por hormigas (Andrade, 2005).

Una planta usada en México en el tratamiento de la diabetes es *Cecropia Obtusifolia*, conocida popularmente como Guarumbo. La planta se administra por infusión de hojas, ramas, corteza o raíz por vía oral. *Cecropia obtusifolia* crece extensamente en las regiones tropicales de México, es un árbol que mide de 12 a 20 m de altura, es de tallo recto y hueco, con grandes hojas en forma de mano extendida (Martínez, 2002).

Tradicionalmente las hojas secas (15 g) se hierven en agua (500 ml), la infusión resultante se enfría, a continuación, filtra y se toma como "agua de uso". La infusión fría se consume durante el día o cuando la gente tiene sed. El uso se informa en los siguientes estados de México, Hidalgo, Guerrero, Veracruz, Yucatán, Campeche, Tabasco, Edo. de México, Oaxaca y Chiapas. Los nombres tradicionales son "Guarumbo", "Chancarro", "hormiguillo", "Chiflón" y "Koochl'e", entre otros (Andrade, 2005).

2.4.3.2 Principio activo.

Las hojas de árboles de *Cecropia obtusifolia* y *C. peltata* (guarumbo), son utilizadas en la medicina tradicional mexicana para el tratamiento de la DM2. La actividad hipoglucemiante atribuida a los compuestos ácido clorogénico e isoorientina, ha sido probada en roedores y en pacientes diabéticos, en quienes además se encontró un importante efecto hipolipémico (Erazo, 2009).

Las hojas de *C. obtusifolia* presenta actividad hipoglucémica en ratones aloxanizados. El extracto acuoso (infusión de hojas administrado por vía intravenosa en perros mongrel normales y depancreatizados en dosis de 15 mg/kg produjo una disminución de los niveles de azúcar sanguíneo y un incremento en la concentración de triglicéridos durante 2-4 h; en los animales normales no hubo cambios significativos en los niveles de insulina, pero en los depancreatizados hubo una drástica disminución de la insulina después de una hora (Gil, 2005).

El informe de Pérez et al. (1984) muestra la actividad después de 5 h de la administración intraperitoneal y oral del extracto acuoso (obtenido a partir de 50 g de hojas hervidas en 250 ml de agua destilada). Este estudio no da más detalles acerca de los efectos entre el tiempo 0 y 5 h (Andrade, 2005).

Son pocos los datos registrados de *Cecropia obtusifolia*. Mellado y Lozoya (1984) publicaron un estudio en donde se evaluaron los efectos producidos por la infusión de las hojas en la glucemia de animales sanos y diabéticos (Martínez, 2002).

Dicho estudio se realizó con perros adultos de ambos sexos, se conformaron 3 grupos diferentes de estudio: el primer grupo con perros sanos (control); el segundo grupo con perros con páncreas extirpado; y un tercer grupo también pancreatizados pero incluyendo la extirpación del segmento duodenal; después de la administración de la infusión de *Cecropia obtusifolia* se evaluaron los efectos hipoglucemiantes, mostrando un decremento significativo de niveles de glucosa en sangre en ambos grupos de animales (un grupo con páncreas extirpado y otro grupo con páncreas y duodeno extirpados) con un incremento simultáneo en la concentración de triglicéridos (Martínez, 2002).

Las decocciones acuosas de guarumbo cusan descensos significantes de la glucemia durante las tres primeras horas. El guarumbo muestra un efecto similar al de la tolbutamida durante las primeras tres horas (Alarcón, 1990).

Román y col. (1991), realizaron un estudio en conejos sanos, para determinar el efecto hipoglucémico de 12 plantas usadas empíricamente como antidiabéticas en México, dentro de las cuales se evaluó a *Cecropia obtusifolia*, mostrando efecto hipoglucémico (Martínez, 2002).

En el estudio de Andrade-Cetto y Wiedenfeld (2001) en ratas diabéticas por estreptozotocina, el efecto hipoglucemiante se observa 60-180 min para todas las muestras analizadas, con significación estadística. Sin embargo, según Versphol (2002) el modelo animal se asemeja más a la DM1 que los con DM2, mientras que Islas-Andrade (2000) proporcionan evidencia de que el uso de este modelo en un modo apropiado de la DM2 puede ser imitado. Herrera-Arellano (2004) realizaron un estudio con personas con DM2, llegan a la conclusión de que la planta tiene un efecto significativo hipoglucemiante después de 21 días de la administración oral, de 3 g/día de la planta (Andrade, 2005).

Conforme aumenta la dosis de Guarumbo, el descenso final de las glucemias es mayor, por lo que el efecto que depende de la dosis administrada. *Cecropia obtusifolia* tiene efecto hipoglucémico dosis dependiente en ratones sanos. *Cecropia obtusifolia* tiene efecto hipoglucémico en ratones diabéticos a los 240 y 360 minutos después de administración (Martínez, 2002).

En un estudio realizado con ratas con diabetes inducida con estreptozotocina a dosis de 90 mg/Kg y de 150 mg/Kg se encontró que con dosis de extracto acuoso de 90 mg/Kg mostro actividad a los 60 minutos, mientras que en el caso de dosis de 150 mg/Kg existió actividad de entre los 60 a 180 minutos después de la administración (Andrade, 2005).

Posible mecanismo de acción:

- Ácido clorogénico fue identificado como un inhibidor específico del componente translocasa glucosa-6-fosfato (Gl-6-P translocasa) en microsomas de hígado de rata (Hemmerle, 1997). Orientación simultánea de la gluconeogénesis y glucogenólisis con un inhibidor de la translocasa Gl-6-P se traduciría en una reducción de la producción hepática de glucosa.
- La acción del ácido clorogénico y puede explicar el efecto hipoglucemiante observado por Pérez (1984). El efecto hipoglucemiante observado en ratones después de 5 h de experimento puede ser debido a la falta de producción de glucosa hepática que resulta en un estado de hipoglucemia.

- El otro compuesto aislado por Andrade-Cetto y Wiedenfeld (2001), isoorientina, había sido previamente probado por Afifi (1999). Deliorman-Orhan (2003) probaron la actividad hepatoprotectora y concluyen que el efecto "posiblemente es debido a la potente actividad antioxidante de isoorientina". El efecto antioxidante de las plantas utilizadas en el tratamiento de la diabetes fue demostrado por Leticia, (2002). Según estos autores, los beneficios de los antioxidantes en la prevención de las complicaciones de la diabetes apoya y valida el uso de la medicina tradicional. Los antioxidantes son importantes en la prevención de la diabetes, con bajos niveles de antioxidantes en plasma implicado como un factor de riesgo para el desarrollo de la enfermedad. Sin embargo, el efecto hipoglucémico de este compuesto no ha sido probado (Andrade, 2005).

En otro estudio se evaluó el efecto en pacientes con DM2, un grupo de 22 pacientes fueron tratados con *C. Obtusifolia*. Los valores de glucosa en sangre en ayunas se redujo en un 15.25%, mientras que el colesterol y los triglicéridos se redujeron un 14.62% y 42.0% respectivamente. Los resultados obtenidos mostraron que la infusión preparada con las hojas de *C. obtusifolia* (que contiene 2.9 0.14 mg de ácido clorogénico/gr de planta seca) produce efectos beneficiosos sobre el metabolismo de carbohidratos y lípidos, cuando fue administrado como terapia combinada en pacientes con DM2 (Herrera, 2004).

De acuerdo con los resultados obtenidos por Garibay (2006), el extracto acuoso de guarumbo y los jugos de nopal y chilacayote poseen una elevada capacidad de retención de glucosa en comparación con las fracciones insolubles de fibra. Esta capacidad de retención parece incrementarse al aumentar el pH; se requiere realizar más pruebas en otros valores de pH para asemejar las condiciones a lo largo del tracto digestivo. También es necesario efectuar más pruebas in vitro para corroborar el efecto hipoglucémico de estas fracciones e investigar sus posibles mecanismos de acción (Garibay, 2006).

2.4.3.3 Opciones de procesamiento al que se somete.

La forma del consumo de esta planta según coinciden los autores se administra por infusión de hojas, ramas, corteza o raíz por vía oral, como agua de uso.

Alarcón (1990) se hierve a fuego lento 40 g de planta seca en 300 ml de agua potable durante 10 minutos. Según Gil (2005), se recomienda administrar 2-3 veces por día en dosis de 3-5 gr/taza de materia seca en infusión. Mientras que Andrade (2005) señala que de manera tradicional 15 gr de hojas secas se hierven en agua (500 ml) y se toma como agua de uso. Cruz (2008) recomienda poner 2 cucharadas de hojas picadas en un litro de agua y tomarlo como agua de tiempo por lo menos tres meses continuos. Garibay (2006), realiza su experimento empleando una relación de 1:20 dosis con la cual tiene efectos hipoglucémicos.

Como ya se ha mencionado en este caso se consume las hojas de guarumbo en infusión por lo cual su único proceso posible es el de producción con forma comercial de té.

Con el procedimiento de elaboración de Garibay (2006) señala un efecto hipoglucémico, las hojas se secaron a temperatura ambiente; se molieron en un molino de martillos (Raymond, Modelo MS-55-A, USA) y posteriormente en un molino eléctrico (Braun, modelo KSM-2, México). El extracto acuoso del guarumbo se preparó manteniendo en ebullición el polvo de guarumbo con agua en una proporción de 1:20 durante 20 minutos. En este estudio es el único que se usa las hojas de guarumbo en polvo siendo en los otros estudios revisados usados las hojas del árbol, en general compradas secas o secadas a temperatura ambiente a la sombra (Garibay, 2006)

2.4.4 Sábila.

2.4.4.1 Características.

Planta perenne, mide aproximadamente 8 decímetros de altura. Es común en los jardines domésticos y crece particularmente en sitios secos. Las hojas están dispuestas en forma de rosetas alrededor del tronco, y miden de 3 a 6 decímetros de largo, y son carnosas, de forma lanceolada, con un margen espinoso, de color verde pálido. Las flores crecen en la parte superior de la planta, son tubulares y de un color rojo brillante. El fruto consiste de una cápsula membranosa (García, 2009).

Sábila (*Aloe vera barbadensis* Miller), pertenece a la familia de las *liliáceas*, es originaria de sur de África. El término *Aloe* se deriva del árabe *alloe*, que significa sustancia amarga y brillante. La primera referencia sobre la sábila se encuentra en las tablas sumerianas (2200-1700 AC.), pertenecientes a una de las civilizaciones más antiguas ubicadas a orillas de los ríos Tigris y Éufrates, ahí se menciona su uso como laxante. En los papiros de los egipcios (1500 AC) se menciona una preparación de las hojas molidas de sábila como medicina para uso interno y externo (Sierra, 2002).

En la actualidad, sólo unas pocas especies tienen interés comercial por sus aplicaciones terapéuticas, siendo las más importantes *Aloe Ferox* Miller, conocido como áloe del cabo, que se cultiva en el este y sur de África y *A. barbadensis* Miller (= *A. vera* L. non Miller), llamado también áloe de Curacao, que es originario de Barbados y se cultiva en números lugares de América y países con clima cálido (Vila, 2001).

A partir de ellas se obtienen dos productos:

- a) Áloe o acíbar, conocido también como “látex” o “jugo”. Sus principios activos son derivados hidroxiantracénicos y se emplea principalmente como laxante.
- b) Gel de áloe vera, es un líquido mucilaginoso obtenido exclusivamente a partir de la pulpa de *A. barbadensis*. Sus principales constituyentes son polisacáridos y se emplea para una variedad de fines medicinales. El gel de áloe, exento de aloínas, y administrado por vía oral, se propone como coadyuvante para reducir los niveles de glucosa y colesterol en sangre (Vila, 2001).

2.4.4.2 Principio activo.

Saxena y Vickram (2004) Las propiedades terapéuticas de la sábila son usadas en la reducción de los niveles de azúcar en la sangre en diabéticos. Media cucharadita de extracto del aloe diariamente durante 14 semanas, reduce los niveles de azúcar hasta en 45% de promedio, sin alteraciones de peso (García, 2009).

El extracto fluido de *Aloe vera* (gel) administrado en dosis de 18 mg/Kg diariamente por vía intraperitoneal durante 15 días presentó efecto hipoglicemiante en ratas normoglicémicas y en las ratas con diabetes tratadas durante 23 días. El extracto acuoso de *Aloe vera*. Administrado en dosis de 44, 88 y 176 mg/Kg dos veces al día por vía oral, mostró hipoglicemiante en ratas con diabetes aloxánica (Guerra, 2001).

La sábila muestra un descenso significativo de la glucemia únicamente a los 240 minutos. Por lo que esta planta podría considerarse de acción retardada con duración corta (Alarcón, 1990).

En el extracto alcohólico del gel del *Aloe vera* se ha evaluado la presencia de propiedades antioxidantes. La administración oral en una concentración de 300 mg/ Kg. disminuyó los niveles de glucosa en sangre, la hemoglobina glucosilada e incremento la hemoglobina. El tratamiento también resulto en un incremento significativo en la reducción del glutathione, dismutasa superoxidasa, catalasa, glutathione peroxidasa y glutathione-s-transferasa en hígado y riñón de ratas diabéticas. Estos resultados encontrados muestran las propiedades antioxidantes del extracto del *Aloe vera*. También es más efectivo que la glibenclamida en restaurar los valores de estos parámetros (Rajasekaran, 2005).

El gel se ha utilizado para tratar la diabetes y la hiperlipidemia, pero otro componente es secado y utilizado como laxante. El aloe es popular entre la población hispana se prepara en licuados y batidos. En estudios realizados se llego a la conclusión que la sábila disminuye la glucosa en ayunas y también disminuye los triglicéridos (Geil, 2008).

El jugo de la hoja contiene catárticos que pueden producir efectos secundarios severos y por lo tanto no debe ser utilizado por personas con diabetes. El uso a corto plazo del gel de aloe puede reducir la glucosa en ayunas y los niveles de triglicéridos y las concentraciones hemoglobina glucosilada. La dosis utilizada es 15 ml dos veces al día de gel de aloe (Geil, 2008).

El *Aloe vera* extracto rico en polifenoles (350 mg / kg) con concentraciones conocidas de aloína (181.7 mg / g) y aloe-emodina (3,6 mg / g) se administró por vía oral durante un período de 4 semanas a ratones resistentes a la insulina los resultados mostraron que el extracto rico en polifenoles de *Aloe vera* se puede disminuir de forma significativa tanto el peso corporal y los niveles de glucosa en sangre (Jiménez, 2007).

El estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto hipoglucemiante de *Aloe vera* en pacientes diabéticos no controlados con la medicación hipoglucemiante. La administración de AHM (Fracciones de alto peso molecular = es un polisacárido de alto peso molecular, contiene polisacáridos naturales glucomanano con el grupo acetil (acemanano)) tres veces al día durante 12 semanas al mismo tiempo que los medicamentos hipoglucemiantes orales causó una disminución significativa del nivel de glucosa en sangre en ayunas. La disminución en el nivel de glucosa en sangre fue significativa y sostenida después de 6 semanas del inicio del estudio. Esto resultados se correlacionan con otros informes que confirman el efecto hipoglucemiante de la sábila en animales de experimentación. AHM con menos de 10 ppm de barbaloina mostró un efecto significativo de hipoglucemia, se puede reducir no sólo la glucosa, sino también el nivel de triglicéridos, que suelen ser altos en los pacientes diabéticos sin hepato y nefrotoxicidad (Yagi, 2009).

2.4.4.3 Opciones de procesamiento al que se somete.

Como ya se mencionó anteriormente se pueden obtener dos productos principales de *aloe vera*:

- Jugo de hoja entera.
Es el producto donde el proceso es más sencillo y relativamente más simple.
- Jugo concentrado a partir del gel.
Este producto parcial puede empacarse para su venta en bolsas de polietileno o ser transportado en tambos con antioxidantes, resguardado en frío cuando se almacene o traslade a otras regiones (Pedroza, 2009).

De estos a su vez el jugo concentrado de gel de *aloe vera* se pueden obtener los siguientes subproductos:

Formas comerciales de los productos procesados de la sábila.

- Gel de grado alimenticio. Se conoce a nivel comercial como “jugo estabilizado” y se comercializa bajo fórmulas patentadas, por lo cual su elaboración implica un proceso en el que se utilizan fórmulas exclusivas y confidenciales.
- Gel concentrado de grado cosmético. Se obtiene a partir del jugo de sábila, el cual es sometido a un proceso de eliminación de humedad por evaporación y cumple con las especificaciones para usarse en cosméticos. Comercialmente se manejan tres niveles de concentración: 10:1, 20:1 y 4:1.
- Gel en polvo de grado farmacéutico. Se refiere al jugo al que se le ha eliminado totalmente la humedad por medio de un proceso más elaborado como es la liofilización y como su nombre lo indica, se utiliza en medicina alternativa natural principalmente (Pedroza, 2009).

Por la forma de consumo por los pacientes con diabetes mellitus la forma de interés en esta ocasión es en su presentación de gel de grado alimenticio. Ya que de este pueden hacer consumida en forma de jugo mezclada algunas veces con nopal.

3 Recomendaciones alimentarias

Por diversos estudios, se ha puesto de manifiesto que el tipo de alimentación influye directamente en la presentación de la enfermedad, su evolución y la presencia de las diferentes complicaciones (Reynoso, 2007).

Actualmente con la disminución de la actividad física y el aumento en el consumo de grasas saturadas y azúcares refinados en niños y adultos ha provocado aumento en la prevalencia de la obesidad en México y con ello se incrementa el riesgo de padecer enfermedades crónicas como la diabetes.

La alimentación juega un papel importante en la diabetes ya que de esta depende la mejora o no del paciente. La obesidad afecta a gran parte de la población en México y este por ser un factor de riesgo se debe de controlar para prevenir la aparición de la enfermedad. Varios autores coinciden en que una alimentación adecuada puede llegar a favorecer al paciente al grado de ya no necesitar la insulina exógena.

A las personas con este padecimiento se les hace muy difícil adecuarse a una dieta ya que sienten que prácticamente les prohíbe comer de todo, pero algo que muchas veces no se les explica que no es que no puedan comerlo si no que no pueden ser las mismas porciones, o bajo las mismas condiciones que antes tenían; la clave está en el balance. Se recomienda que los hábitos comiencen a cambiar poco a poco, a través de una dieta variada, incorporando poco a poco vegetales y frutas, reduciendo el consumo de grasas saturadas, azúcar refinada, alimentos de origen animal.

La alimentación del diabético en base es igual a la que una persona sin la enfermedad debe tener, esta va a variar según el avance o males que presente esté (obesidad, colesterol elevado, que la enfermedad está muy avanzada, actividad física), en México la alimentación se basa en el que se conoce como el plato del bien comer.

Los alimentos se agrupan en tres grupos:

- Verduras y frutas
- Cereales y tubérculos
- Leguminosas y alimentos de origen animal

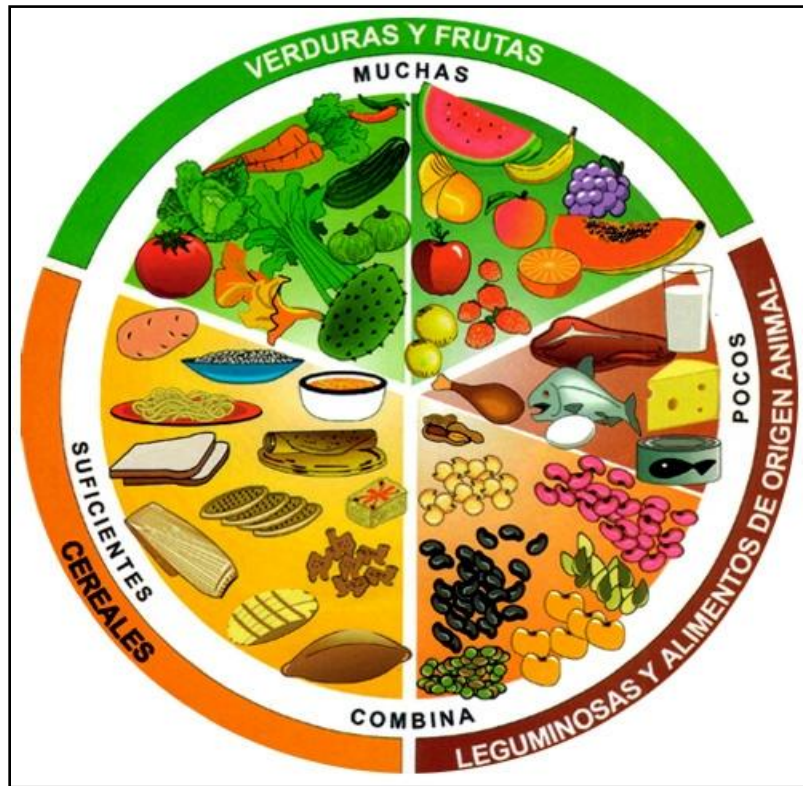


Figura 11. Plato del bien comer

Según la NOM-043-SSA2-2005, *La alimentación debe de ser completa, equilibrada, inocua, suficiente y variada.*

El consumo de frutas y verduras debe de ser en gran abundancia de preferencia crudas (para mantener los nutrientes), regionales y de la estación; esto por sus nutrientes fibra dietética, carotenos, antioxidantes. Los cereales, de preferencia integrales o sus derivados y tubérculos (por su fibra y energía). Amplia variedad de frijoles y la diversificación con otras leguminosas: lentejas, habas, garbanzos y arvejas, por su contenido de fibra y proteínas. La carne: carne blanca, el pescado y aves asadas, por su bajo contenido de grasa saturada y, de preferencia, consumir el pollo sin piel. En el caso de población adulta, se debe recomendar la moderación en el consumo de alimentos de origen animal, por su alto contenido de colesterol y grasas saturadas.

La recomendación de incluir los tres grupos de alimentos y la importancia de la combinación de los distintos grupos para dar diversidad a la dieta. Se deben evitar los alimentos con alto contenido de azúcares refinados, colesterol, ácidos grasos saturados, sal y recomendar la utilización preferente de aceites vegetales (NOM-043-SSA2-2005).

Alpizar, 2001 señala las siguientes recomendaciones:

- Energía. Suficiente para alcanzar y/o mantener un peso y porcentaje de grasa corporal adecuados.
- Hidratos de carbono: proporcionan 50-60% de las kilocalorías totales. Deberán ser de predominio complejo y con alto contenido de fibra. Es aconsejable eliminar los azúcares simples (miel, azúcar) o disminuir a no más del 5% de las calorías.
- Proteínas: 10-20%. No deben darse menos de 0.6 g/Kg/día debido a la posibilidad de desarrollar desnutrición. Se deberá hacer los ajustes necesarios en caso de nefropatía de acuerdo al estado de la misma (0.8 a 0.6 g/Kg/día).
- Lípidos: 20-30%, de los cuales los ácidos grasos saturados deben proporcionar < de 10% (7% en quienes tienen elevada las LDL). Los ácidos grasos poliinsaturados deben proporcionar 10%. Los ácidos grasos monoinsaturados de 10-15%. Por su función preventiva de las enfermedades cardiovasculares, es deseable incluir en la alimentación de la persona con diabetes, pescados grasos, ácidos grasos poliinsaturados omega 3 (eicosapentanoico, EPA y docosahexanoico, DHA). Por otra parte, se recomienda evitar el consumo de grasas hidrogenadas presentes en margarinas, mantecas y aceites hidrogenados.
- El uso moderado de edulcorantes no calóricos (aspartame, sacarina, acesulfame y sucralosa), no representan riesgo para la salud y pueden ser usados en reemplazo del azúcar.
- Fibra: de 20-30 g/día, de predominio soluble.
- Sodio menos de 3 g/día <si existe hipertensión arterial 2.4 g y < si existe nefropatía 2 g.
- Limitar el consumo de colesterol a menos de 300 mg/día.
- No es recomendable el consumo de alcohol.
- Vitaminas y minerales: los mismos que en la población en general.

La alimentación tradicional en México hasta cierto punto es saludable, pero lo que se está presentando es el cambio de forma de alimentarse, ahora se recurre más a comidas rápidas (con alto contenido de grasas y azúcares), lo cual provoca un exceso calórico lo cual sumado a la falta de actividad física provoca obesidad, el gran factor a vencer en México, ya que no solo puede favorecer el desarrollo de diabetes sino también de otras enfermedades. Lo más importante es concientizar, prevenir y cambiar los malos hábitos de alimentación. Con esto se puede disminuir el riesgo de padecer esta mal que cada vez aqueja a más personas.

4 Conclusiones

- ✓ Como se mencionó a lo largo del presente trabajo la *Diabetes Mellitus* es una enfermedad que cada vez se presenta con más frecuencia, afectando a la población vulnerable. Esta enfermedad lleva consigo un cambio en el estilo de vida de la persona que la padece y personas que rodean al mismo. Afecta a personas en etapa productiva y cada vez se presenta en personas de un menor rango de edad por lo cual la importancia del estudio de las necesidades de esta población brindado productos que estén al alcance de sus necesidades y considerando que esta enfermedad no es curable proveer de productos para esta población.
- ✓ La población que padece esta enfermedad debe tener muchos cuidados principalmente en su dieta controlando la ingesta de carbohidratos y lípidos para evitar complicaciones. Esto ha llevado a esta población a recurrir a ciertos productos funcionales que existen en el mercado; por ejemplo, los productos que no contienen azúcar con los cuales reducen la ingesta calórica y evitan que sus niveles de glucosa se eleven. Estos productos contienen edulcorantes no calóricos y pueden ser consumidos en polvo, bebidas, postres, etc.
- ✓ Otros productos a los que recurren son a los que contienen fibra, por lo descrito en el debido apartado es importante el que la población conozca los beneficios de la misma. Los dos tipos son necesarios para los diabéticos. Las fibras solubles contribuyen a reducir el colesterol, triglicéridos y glucosa sanguínea, están disponibles de manera natural en la avena, cebada, nopal, verduras y gran variedad de frutas además en diferentes productos, como el caso de la inulina la cual es utilizada como sustituto de grasa y con esto se obtienen un doble beneficio primero por su comportamiento como fibra soluble y segundo porque en los productos en la que se utiliza son de menor contenido de grasas por lo cual se consigue una disminución de lípidos y calorías. La fibra insoluble produce saciedad, lo cual conlleva a un menor consumo de alimentos.
- ✓ El consumo de ácidos grasos ya fue también resaltado, su importancia en el consumo ya sea de la fuente directa (los alimentos que los contenga) o por el consumo de éstos en suplementos, teniendo en cuenta las recomendaciones que el médico le dé al paciente, porque así es como se pueden tener beneficios por su consumo adecuado, también se pueden tener efectos adversos por un consumo excesivo, por lo cual no se deben exceder las dosis que les sean indicadas.

- ✓ Una parte importante de este trabajo es el consumo de alimentos/ingredientes de consumo tradicional, alimentos por su consumo directo e ingredientes por su consumo en presentación de suplementos alimenticios y su posible industrialización en productos dirigidos a la población en estudio. Se investigó el nopal, el chilacayote, el guarumbo y la sábila. Los estudios arrojaron que estos son benéficos para la población; es decir, su consumo disminuye y controla los niveles de glucosa. Aunque todavía no están totalmente establecido el principio activo de cada uno, los estudios indican que su consumo favorece el estado de salud de los diabéticos pero siempre se debe estar bajo supervisión médica, ya que en general señalan que no son sustitutos del medicamento necesario. Es importante señalar al final de cada uno de estos alimentos se estableció una opción de procesamiento, esto basado en los estudios revisados ya que teniendo conocimiento del beneficio de éstos se puede explotar este mercado y proveer a la población de nuevos productos de origen natural.

5 Referencias bibliográficas

1. ADA, (2004). ADA Reports. Journal of the American Dietetic Association. Vol. 104 N° 2. EUA. pp 255-275
2. Alarcón, F. J. (1990). Investigación del efecto hipoglucémico de plantas utilizadas por la población mexicana en el control de la Diabetes Mellitus. Universidad Autónoma Metropolitana. México.
3. Alpizar, M (2001). Guía para el manejo integral del paciente diabético. El Manual Moderno. México. pp 6-9 y 193-247.
4. Álvarez, D y Rodríguez, Y. (2009). Historia de la Diabetes Mellitus. Centro de Atención y Educación al Diabético. España.
5. Alvidrez, A. y col. (2002). Tendencias en la producción de alimentos: Alimentos funcionales. Revista de Salud Pública y Nutrición. Vol. 3 N° 3. pp 1-6
6. Andrade-Cetto, A y Heinrich, M. (2005) Mexican plants with hypoglycaemic effect used in the treatment of diabetes. Journal of Ethnopharmacology. México and London. pp 325-348.
7. Ángeles, S. (2007). "Efecto de *Curcubita ficifolia* Bouché (*Curcubitaceae*) sobre los niveles de glutatión (GSH) y malondialdehído (MDL) en ratones diabéticos". Universidad Autónoma Metropolitana. México.
8. Arias, A. y Opazo, M. (2002). Edulcorantes. Universidad de Santiago de Chile. Facultad de Química y Biología
9. Asociación Nacional de Medicamentos, alimentos y tecnología médica. ANMAT. Disponible en www.anmat.gov.ar. Consultada: Agosto: 2010
10. Badui, S. (2006). Química de los alimentos. Pearson Education. México. pp 245-253 y 529-532.
11. Barquera, S y col. (2003). Geography of diabetes mellitus mortality in México: An epidemiologic transition análisis. Arch Med Res. Vol. 34 (5). México pp 407-414
12. Barrera, N. y col. (2002). Proyecto: 6D 1768071: La victoria, bolo, mejicano o calabaza. *Cucurbita Ficifolia*. Otro recurso genético de América que debemos rescatar. Universidad Nacional de Colombia. Colombia.
13. Basurto, D. y col. (2006). Utilidad del nopal para el control de la glucosa en la diabetes mellitus tipo 2. Rev. Fac. de Med. UNAM. Vol. 49 N°4. pp 157-162
14. Benjumea, M. V. (2004). Edulcorantes. Grupo de nutrición humana- Universidad de Caldas. Departamento de Salud Pública. España. pp 1-15
15. Borrego, F. (2000). Edulcorantes de alta en bebidas refrescantes. Revista: Alimentos: Equipo y Tecnología. España. pp 115-119

16. Campillo, J. E. y de los Arcos R. (1999). La fibra dietética para el tratamiento de la diabetes: La historia continúa. AV DIABETOL. España. pp 35-37
17. Cañedo, A (2006). Fibra dietética. Revista Pediatra de Atención Primaria. Vol. VIII, Suplemento 1. España. pp 83-97
18. Carey. C. (2006). Seafood for health. Seafood. New Zeland Seafood Industry Council. New Zeland. pp 10-13
19. Carmuega, E. (2009). Alimentos Funcionales: Un largo camino desde el siglo V (AC) al siglo XXI. Actualización en Nutrición. Vol. 10. N° 2. Argentina. pp 108- 114
20. Carvajal, S. y González L. M. (2005). La familia *Cecropiaceae* en el estado de Jalisco, México. Universidad de Guadalajara. 1a ed. México.
21. Castells, M. (2002). Complementos Alimenticios ¿Alimentos o medicamentos? XIII Congreso Nacional Farmacéutico. España. pp 1-2
22. Castro, M. I. (2002). Ácidos grasos omega 3: Beneficios y fuentes. Interciencia. Vol. 27. N° 003. Asociación Interciencia. Venezuela. pp 128-136
23. Castro. M. G. y col. (2010). Ácidos grasos *trans* de la dieta y sus implicaciones metabólicas. Gaceta Médica México. Vol. 146 N°4. pp 281-288. México
24. CE, (2007). Observaciones de la Comunidad Europea al Comité del *Codex* sobre la leche y los productos lácteos. Lista de aditivos para la norma del *Codex* para leches fermentadas (leches fermentadas aromatizadas) – (CX/MMP 08/8/7)
25. Celemín. I. (2010). Ácidos Grasos: Ácidos grasos esenciales omega 6 (C18:6) y omega 3 (C18:3). Elongación del Ácido alfa-Linolénico C18:3 Omega 3 a EPA y DHA y a sus metabolitos. ChiaSa: Health & Nutrition. España. pp 1-37
26. Chasquibol, N y col. (2002). Estudio Químico y Nutricional de las variedades de la raíz de la *Polymnia sonchifolia* “YACÓN”. Revista Peruana de química e Ingeniería Química. Vol. 5, N°1. Perú. pp 37-42
27. Chiquete, E. y col. (2001). Perspectiva histórica de la Diabetes Mellitus. Comprendiendo la enfermedad. Investigación en salud. Vol. III. México. pp 5-10
28. COFEPRIS, (2011). Disponible en:
 - i. http://www.cofepris.gob.mx/wb/cfp/suplementos_alimenticios_ Fecha de consulta: Enero, 2011.
29. Coronado, M. y col. (2005). Ácidos grasos omega 3 y omega 6 en los alimentos y su vinculación con la salud humana. Nutrición Clínica. Vol. 8 N° 1 a 4. D. F.
30. Coronado, M. y col. (2006). Los ácidos grasos omega-3 y omega-6: nutrición, bioquímica y salud. Revista de Educación Bioquímica. Vol. 25 N°003. Universidad Nacional Autónoma de México. México. pp. 72-79

31. Cortés, M y col. (2005). Alimentos funcionales: una historia con mucho presente y futuro. Vitae. Vol. 12, N°1. Colombia pp 5-14
32. Coussement, P. (1999). Inulin and Oligofructosa: safe intakes and legal status. Nutritional and Health Benefits of Inulin and Aligofructose. Vol 129, N° 7, Sup. 111. USA. pp 1412-1417
33. Cruz, A (2008). Diabetes y su cura natural. Selector. México. pp 9-122.
34. Cubero, N. (2002). Aditivos Alimentarios. Mundi-Presa. 1ª. Edición. España. pp 189-207
35. Díaz, M y col. (2009). Exportación del nopal a Japón. Instituto politécnico Nacional. México, D. F.
36. EHPM, (2007). Guía de calidad para complementos alimenticios. Disponible en: www.ehpm.org. Fecha de consulta: Febrero, 2011
37. Erazo, J. C. y col. (2009). Micropropagación de las especies hipoglucemiantes *Cecropia obtusifolia* y *Cecropia peltata*. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. México.
38. Ervin RB, Wright JD, Reed-Gillette D. (2004). Prevalence of leading types of dietary supplements used in the Third National Health and Nutrition Examination Survey. Advanced data from vital health statistics; no. 349.
39. Federación Mexicana de Diabetes. Disponible en www.fmdiabetes.org. Consultada en: Enero, 2011. Tema consultado: Diabetes en números- México
40. Figueroa, J. L. (2009). Reflexiones respecto a plantas medicinales y su enseñanza en medicina. Revista Digital Universitaria. Vol. 10 N°9. pp 2-12
41. Flores, F y col. (2005). Endocrinología. Méndez editores. 5ª edición. México pp 400-401 y 411-413
42. Fox, B. (1999). Ciencia de los alimentos Nutrición y Salud. Limusa. Mexico. pp 57-63 y 174-177
43. García, A. y col. (2009). Omega-3 y enfermedad cardiovascular: Más allá de los factores de riesgo. Nutrición Clínica y Dietética Hospitalaria. 29 (1). España. pp 4-16.
44. García, C y col. (2009). Use of medicinal plants and dietary supplements for glycemic control of diabetes. Revista Chapingo. Serie zonas áridas. Vol 8. N°3. México pp. 229-239
45. García, F. J. (2007). Los ácidos grasos omega-3 de cadena larga en la nutrición clínica. Nutrición Clínica en Medicina. Vol. 1. N°3. España. pp 203-218
46. García, G. y col. (2007). Efecto antidiabético del cladodio del nopal comercial en ratas sanas y diabéticas. 2º Congreso Nacional de Química Médica. México pp 1-5
47. Garduño, A. y Morales, V. (2005). Fibras dietéticas: Beneficios para la salud y oportunidades de negocio en México. Mundo Alimentario. México. pp 4-19
48. Garibay, C y San Martín, E. (2006). Estudio del efecto hipoglucémico de algunas plantas utilizadas en México para el control de la diabetes. Revista Salud Pública y Nutrición. N° 11. México.

49. Geil, P. (2008). Dietary Supplements in the Management of Diabetes: Potential Risks and Benefits. Supplement to the Journal of the American Dietetic Association. Suppl 1 Vol. 108 N°4 pp S59-S55
50. Gil, J. K. (2005). Validación farmacológica de la actividad diurética de infusiones acuosas de *Cecropia obtusifolia* (guarumo), *Cecropia peltata*, *Solanum nigrescens* Mart & Gal. (quilete), y *Zebrina pendula* Schnizl. (hierba de pollo) popularmente utilizadas en Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
51. González, A. (2009). Efectos protectores de los ácidos grasos omega 3 en el hígado y en el tejido adiposo. Facultad de Medicina Barcelona. España. pp 10-20
52. González, I. (2009). Ácidos grasos poliinsaturados. Universidad de España. España. pp 1-17
53. Guerra, J y col. (2001). Efecto hipoglicemiante de extractos de *Aloe Vera L* en ratas. Facultad de Ciencias Médicas. México.
54. Guevara, J. C. (2009). Efectos biofuncionales del nopal y de la tuna. Horticultura Internacional. Disponible en [www.horticom?73932](http://www.horticom.com/73932).
55. Guillén, J. M. (2009). Beneficios de los ácidos grasos omega 3, para la prevención y tratamiento complementario de problemas cardiovasculares, inflamaciones intestinales y articulares, alergias, cáncer, diabetes, trastornos mentales y emocionales. España. pp 1-23
56. Guzmán. N. y Madrigal, E. (2003). Revisión de las características clínicas, metabólicas y genéticas de la diabetes mellitus. Bioquímica. Vol 28 N°2. IPN. México, D. F. pp 14-23
57. Harrison, T. R. (1998) Principios de Medicina interna. 14ª Ed. Mc Graw Hill Interamericana. España pp 2341-2364
58. Herrera, A y col. (2004). Clinical trial of *Cecropia obtusifolia* and *Marrubium vulgare* leaf extracts on blood glucose and serum lipids in type 2 diabetics. Phytomedicine. 11. México. pp 561-566
59. Hidalgo, J. (2009). Alimentos Funcionales: ¿Nuevos Riesgos? Sociedad Española de Seguridad Alimentaria. España. pp 1-16
60. Jávary, L. (2009). Inulina: una fibra solubles como sustituto de grasa. Mundo Lácteo y Cárnico. México. pp 9-13
61. Jiménez, E y col (2007). Effect of a Polyphenol-Rich Extract from *Aloe vera* Gel on Experimentally Induced Insulin Resistance in Mice. The American Journal of Chinese Medicine, Vol. 35, No. 6. México. Pp. 1037–1046
62. Ley General de salud. Disponible en: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/142.pdf> Fecha de consulta: Enero, 2011.
63. Living Sweet, (2009). Sucralosa. Disponible: www.ndnliving.com.mx Fecha de consulta: Junio, 2011

64. Lutz, M y Edel, A. (2009). Aspectos nutricionales y saludables de los productos de panificación. Universidad de Valparaíso. CYTED. Chile.
65. Madrigal, L. (2007). La inulina y derivados como ingredientes claves en alimentos funcionales. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. Vol. 57 N°4. Venezuela. pp 387- 396
66. Márquez, Y. F. (2009). Alimentación Mediterránea, riesgo cardiovascular, metabolismo de la glucosa e inflamación. UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI. Reus.
67. Martínez, M. C. (2002) Efecto Hipoglucémico de *Cecropia obtusifolia*. Universidad Autónoma Metropolitana. México.
68. Mc phee, Stephen J. (2007). Diagnóstico clínico y tratamiento. 46ª Ed. Mc Graw Hill. México.
69. Mejía, F y col. (2008). Factores asociados al uso de suplementos alimenticios en mujeres mexicanas de 12 a 49 años de edad. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. Vol. 58 N°2. México. pp 164-173
70. Morón, A. (2008). Las grasas esenciales y mortales. ¿Qué son, dónde están y cómo reconocerlas? Ed. Díaz de Santos. España.
71. Nasiff, A. y Meriño, E (2003). Ácidos grasos omega 3: Pescados de carne azul y concentrados de aceites de pescado. Lo bueno y lo malo. Rev. Cubana Médica. 42 (2). Cuba. pp 49-55
72. Norma Oficial Mexicana NOM-043-SSA2-2005, Servicios básicos de salud. Promoción y educación para la salud en materia alimentaria. Criterios para brindar orientación. Fecha de consulta: Julio de 2011
73. Norma Oficial Mexicana NOM-051-SCFI-1994, Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados. Fecha de consulta: Agosto, 2010.
74. Norma Oficial Mexicana NOM-086-SSA1-1994, Bienes y servicios. Alimentos y Bebidas no alcohólicas con modificaciones en su composición especificaciones nutrimentales. Fecha de consulta: Agosto, 2010.
75. Norma Oficial Mexicana NOM-251-SSA1-2009, Prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios. Fecha de Consulta: Enero de 2011.
76. Nutri-facts, (2010). Ácidos grasos esenciales. Todo sobre vitaminas y más. Disponible en www.nutrifacts.org
77. Organización Mundial de la salud. Disponible en www.who.int/es/ Consultada en: Enero, 2011. Tema consultado: Estadísticas diabéticas a nivel mundial rango de edad de prevalencia.
78. Ortega, R. (2002). Importancia de las grasas en la alimentación. Departamento de nutrición. Facultad de farmacia. Universidad Complutense. España pp 3-11
79. Palazuelos, A. (1999). Evaluación de tres edulcorantes no calóricos en las características y aceptabilidad del helado. Carrera Ingeniero Agrónomo. Honduras.

80. Palou, A. (2006). Análisis del Reglamento del Parlamento Europeo sobre las alegaciones nutricionales y de propiedades saludables en los alimentos. Universidad de las Islas Baleares. España. pp 3-8
81. Pedroza, A y col. (2009). Characterization of the industrialization and merchandising process of the aloe (*Aloe spp.*): A study of case. *Revista Chapingo. Serie zonas áridas.* Vol 8. N°3. México. Pp. 229-239
82. Pérez, C. E. y Guerrero C. A. (2006) Ácidos grasos en la dieta Diabetes Mellitus e insulino resistencia. *Rev. Fac. Med. Univ. Nac.* Vol. 54 N°2. Colombia. pp 134-142.
83. PROFECO, (2009). Disponible en www.profeco.gob. Consultada en Agosto de 2010. Tema consultado: Reglamento en publicidad.
84. Rajasekaran, S. y col. (2005). Antioxidant effect of *Aloe vera* gel extract in streptozotocin-induced diabetes in rats. *Pharmacological Reports.* pp 90 - 96
85. Ramírez, X. (2009). Alimentos funcionales, etnobotánica y nutrición. *Ide@s CONCYTEG.* Año 4. No. 49.
86. Reardon, J. W. (2011). ¿Qué son los suplementos y como usarlos con sabiduría? Food and Drug Protection Division. E. U. A.
87. Reglamento de Control Sanitario de Productos y Servicios. Disponible en: <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/compi/rcsps.html> Fecha de consulta: Enero, 2011
88. Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Publicidad. Disponible : <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/compi/rlgsm.html> Fecha de consulta: Enero, 2011
89. Restrepo, M. (2005). Sinergia entre edulcorantes no calóricos y el ácido fumárico. *Revista Lasallista de investigación.* Vol. 1 No. 002. Colombia. pp 46-53
90. Reyes, M. P. y col. (2009). Diabetes. Tratamiento Nutricional. *Medicina Interna de México.* Vol. 25, N° 6. México
91. Reynoso, R y col. (2007). La alimentación del mexicano y la incidencia de diabetes tipo 2. *Revista especializada en Ciencias Químico-Biológicas.* Vol. 10, N° 1. México pp. 36-38
92. Rocca, Dr. F. F. (1963). *Diabetes Mellitus.* SMU.
93. Rodríguez, M. (2001). Alimentos funcionales, complementos alimenticios y productos dietéticos para la edad avanzada. *Ámbito Farmacéutico.* pp 102-111
94. Rosado, JL y col. (1999). Desarrollo y evaluación de suplementos alimenticios para el Programa de Educación, Salud y Alimentación. *Salud Pública de México.* Vol. 41, N°3. México. pp 153- 162
95. Rozowski, J. (2007). Edulcorantes Alternativos. Departamento de nutrición, diabetes y metabolismo. Pontificia Universidad Católica de Chile.

96. Sánchez, G. (2008). ¿Qué son los ácidos grasos omega3? Acta Médica Colombiana. Vol. 33 N°3. Colombia. pp. 237-238
97. Sarmiento, L. A. (2006). Alimentos Funcionales, una nueva alternativa de alimentación. Orinoquia. Año/vol. 10. No. 001. Universidad de los Llanos. Colombia. pp 16-23
98. Saucedo, M. S. y col. (2006). La práctica de la medicina alternativa una realidad en el paciente diabético en Hermosillo, Son., México. Revista Salud Pública y Nutrición. Vol. 7 N°4. México pp 1-15.
99. Saulo, A. (2006). Edulcorantes: polioles, recientes participantes y posible regreso de productos. Mundo Alimentario. USA. pp 29-31
100. Sierra, A. S. (2002). Desarrollo de un prototipo de bebida de sábila (*Aloe vera barbadensis* Miller) y naranja. Carrera de Agroindustria. Honduras. pp 1-27
101. Silva, E. R. y Verdalet, I. (2003) Revisión: alimentos e ingredientes funcionales derivados de la leche. Archivos Latinoamericanos de nutrición. Vol 53 N°4. México. pp 333-347
102. Solíz, J. L. (2008). Controle su diabetes y disfrute su vida. Emu. México.
103. Tárrega, A. y Costell E. (2008). Efecto de la adición de inulina en propiedades reológicas y sensoriales para postres lácteos a base de almidón sin grasa. Tecnología. Mundo lácteo y cárnico. España. pp 23-30
104. Torres, D. (2007). Informe de edulcorantes no nutritivos. Pro Bsn. Consulting Group. España pp 2-23
105. Trinajstic, E. (2007). Tratamiento Farmacológico oral de la Diabetes Mellitus tipo 2. Facultad de las Ciencias Médicas. España.
106. Valdés, A. (2002). Efecto hipoglucémico de los polisacáridos aislados de *Opuntia streptacantha* Lem y *Opuntia ficus-indica* Mill. Universidad Autónoma Metropolitana. México.
107. Valdés, S. Ruíz M. A. (2009). Edulcorantes en alimentos: Aplicaciones y Normativas. Énfasis Alimentación. Disponible en: <http://www.alimentacion.enfasis.com/notas/13134-edulcorantes-alimentos-aplicaciones-y-normativas>. Fecha de consulta: Agosto 2010
108. Valdez, R. D. y col. 2007. Producción y usos del nopal para verdura. Revista Salud Pública y Nutrición. N°14. México pp 2-19.
109. Valencia, K. (2010). Tesis: Evaluación del nopal verdura como alimento funcional mediante opciones reales. Colegio de Postgraduados. Instituto de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas. México.
110. Valenzuela, A. y Sanhueza J. (2009). Marine Oils; nutritional and food science relevance. Rev. Chil. Nutr. Vol. 36 N°3. Chile. pp 246-257
111. Vila, R y Guinea M. (2001). Gel de Aloe. Revista de Fitoterapia. 1 (4). pp 245-256.

112. Villegas, B. (2008). Efecto de la adición de inulina en las características físicas y sensoriales de batidos lácteos. Universidad Politécnica de Valencia.
113. Vollmer, G. (1999). Elementos de Bromatología Descriptiva. Acribia. España pp 36-41.
114. W, L. (2003). A doctor's guide to sweeteners. Journal of Chiropractic Medicine. Vol. 2 N°2. EUA pp 80-86
115. Wüst, M. (2007). Seguridad del Aspartame. Actualización en Nutrición. Vol. 8. N°1. Argentina pp 10-22.
116. Yagi, A y col. (2009). Possible hypoglycemic effect of *Aloe vera L.* high molecular weight fractions on type 2 diabetic patients. Saudi Pharmaceutical Journal. pp 209-215.
117. Yeveirino, M. y col (2006). Potencial de la inulina como factor de bienestar. Laboratorio de Investigacion en Ciencia de los Alimentos y Ambientales. UANL pp 1
118. Zarzuelo, A y Galisteo, M. (2007). La fibra dietética en la prevención y tratamiento del síndrome metabólico. Nutrición Clínica en Medicina. Vol. 1. N°1. España pp 54-72

6. Anexos

6.1 Glosario

Acacia: Es un género de arbustos y de árboles pertenecientes a la familia *Fabaceae* y subfamilia *Mimosoideae*, aunque también se conoce vulgarmente con el nombre de «acacia» a muchos árboles leguminosos de otros géneros.

Acemanano: Este polisacárido que se está investigando para la lucha contra enfermedades. Este nombre viene de los laboratorios Carrington, que denominaron con el término acemannan a una serie de polisacáridos presentes en el *Aloe Vera*. Potente regenerador celular, interactúa con los glóbulos blancos que destruyen las bacterias y las células tumorales, produciendo agentes inmunitarios.

Ácido araquidónico: (AA) es un ácido graso esencial poliinsaturado de la serie omega 6 formado por una cadena de 20 carbonos con 4 dobles enlaces *cis*.

Ácido dihomo- γ -linoleico: (DGLA) Derivado del omega 6.

Ácido docosahexaenoico: (DHA) es un ácido graso esencial poliinsaturado de la serie omega-3. DHA es una abreviatura que proviene de su nombre en inglés (docosa-hexaenoic-acid).

Ácido eicopentaenoico: (EPA) es un ácido graso poliinsaturado esencial de la serie omega 3. Se utiliza en clínica como fármaco para el tratamiento de algunas formas de hiperlipidemias.

Ácido linoleico: (LA) es un ácido graso esencial para el organismo humano, lo cual quiere decir que el organismo no puede sintetizarlo y tiene que ser ingerido por la dieta. Es un ácido graso poliinsaturado, con dos dobles enlaces.

Ácido α -linolénico: (ALA) es un ácido graso poliinsaturado esencial de la serie omega-3. Es un componente de muchos aceites vegetales.

Ácido γ -linoleico: (GLA) es un ácido graso esencial de la serie omega 6.

Ácidos grasos: Se trata de la unidad básica de las grasas. Si los niveles de insulina son muy bajos o no existe suficiente glucosa para darle energía al organismo, éste quema ácidos grasos para obtenerla y se crean cuerpos cetónicos como consecuencia. Esto ocasiona una elevación de ácido en la sangre, lo cual puede ocasionar cetoacidosis.

Ácidos grasos *cis*: Es un ácido graso insaturado que posee los grupos semejantes o idénticos en el mismo lado de un doble enlace. Los ácidos grasos con dobles enlaces *cis* no son cadenas rectas sino que poseen un "codo" en el punto donde está el doble enlace; por el contrario, los *trans* son rectilíneos; los dobles enlaces *cis* son mucho más comunes en los seres vivos que los *trans*. Se relacionan con efectos beneficiosos para la salud.

Ácidos grasos *trans*: Son un tipo de ácido graso insaturado que se encuentra principalmente en alimentos industrializados que han sido sometidos a hidrogenación. Estos ácidos grasos pueden ser particularmente peligrosos para el corazón y se asocian con el mayor riesgo de desarrollo de algunos cánceres. Los estudios más recientes demuestran que altas concentraciones de ácidos grasos *trans* pueden incrementar el riesgo de DM2. Aumentan la concentración LDL en la sangre sino que disminuyen las HDL (responsables de transportar el "colesterol bueno"), provocando un mayor riesgo de sufrir enfermedades cardiovasculares.

Adipocito: Son las células que forman el tejido adiposo. Son células redondeadas, de 10 a 200 micras, que contienen una fibra lipídica que representa el 95% del peso celular y que forma el elemento constitutivo del tejido graso. Su característica fundamental es que almacenan una gran cantidad de grasas (triglicéridos).

Alicamentos: Se refiere a los alimentos mitad alimento mitad medicamento.

Aloína: Glucósido aislado de varias especies de *alóe*, con propiedades purgantes

Aloxano: Agente antineoplásico que ocasiona una diabetes permanente por destrucción selectiva de las células b del páncreas. Se utiliza frecuentemente para inducir diabetes experimental en los animales de laboratorio.

Anabólica: Síntesis de compuestos necesarios para el crecimiento, desarrollo y mantenimiento de las estructuras del organismo.

Antiaterogénica: Es el término que se usa para la propiedad, acción o característica de ser anti-formador de ateromas, que son depósitos de lípidos en la pared arterial con producción de masas amarillentas de induración y reblandecimiento, que se observa en la aterosclerosis.

Antioxidantes: Son sustancias que pueden proteger sus células de los efectos de los radicales libres. Los radicales libres son moléculas producidas cuando el cuerpo degrada los alimentos o por la exposición ambiental al humo del tabaco y la radiación. Los radicales libres pueden dañar las células y pueden representar un papel importante en las enfermedades cardíacas, la diabetes, etc.

Arabinosa: Es un monosacárido de cinco carbonos con un grupo aldehído por lo que pertenece al grupo de las aldosas y dentro de este al de las aldopentosas. De las dos formas D y L, el enantiómero ampliamente extendido en la naturaleza es la L-arabinosa, siendo uno de los constituyentes de la pectina y la hemicelulosa. Puede encontrarse principalmente en la goma arábica

Aterosclerosis: Taponamiento, estrechamiento y endurecimiento de los vasos sanguíneos grandes del cuerpo, también llamadas arterias. La aterosclerosis puede conllevar a cardiopatía coronaria, ataque al corazón, enfermedad arterial periférica, derrame cerebral y ataque isquémico transitorio. También puede dañar las arterias que van a los riñones.

Auspicio: Ayuda o protección a una persona o promoción de un proyecto o idea.

Autoinmunitario: En los pacientes con un trastorno autoinmunitario, el sistema inmunitario no puede establecer la diferencia entre tejido corporal sano y antígenos, y el resultado es una respuesta inmunitaria que destruye los tejidos corporales normales

Barbaloína: También conocida como aloína, es un compuesto amargo y amarillento aislado de la planta de aloe. Se extrae de fuentes naturales como una mezcla de dos diastereoisómeros, llamados aloína-A (también conocida como barbaloína) y aloína-B (o isobarbaloína), las cuales tienen similares propiedades químicas

Cardiopatía isquémica: Es la enfermedad ocasionada por la arteriosclerosis de las arterias coronarias, es decir, las encargadas de proporcionar sangre al músculo cardíaco (miocardio). La arteriosclerosis coronaria es un proceso lento de formación de colágeno y acumulación de lípidos (grasas) y células inflamatorias (linfocitos). Estas tres causas provocan el estrechamiento (estenosis) de las arterias coronarias.

Catabolismo: Conjunto de reacciones enzimáticas por las cuales el organismo degrada los glucósidos, lípidos y proteínas ingeridos como nutrientes, y obtiene los materiales (moléculas pequeñas) y la energía necesaria para la biosíntesis (anabolismo).

Catártico: Purgante no excesivamente fuerte. Laxante débil

Células α : Se encuentran en los Islotes de Langerhans en el páncreas. El cuerpo envía una señal a las células alfa para producir glucagón cuando el nivel de glucosa en la sangre disminuye demasiado. Luego, el glucagón llega al hígado, donde pide al hígado que libere glucosa en la sangre para energía. Son responsables de producir glucagón, una hormona que causa un incremento en los niveles de glucosa en sangre.

Células β : Se encuentran en los Islotes de Langerhans en el páncreas. Su función es producir y liberar insulina, la hormona que regula los niveles de glucosa en la sangre.

Cetosis: Es un estado del organismo que se produce cuando este no tiene suficientes hidratos de carbono para obtener energía y comienza a utilizar las grasas para obtener energía. El proceso fue descubierto por el doctor Stephen Moody en 1969.

Cetoacidosis: Es una complicación severa de la diabetes que resulta de tener elevados los niveles de glucosa y de cetonas en la sangre. Se asocia con un pobre control de la diabetes o a una complicación ocasionada por otras enfermedades. Ocurre cuando, al no contar con insulina suficiente, el organismo empieza a utilizar como energía la grasa de reserva y se forman cuerpos o ácidos cetónicos en la sangre. Se presentan síntomas como náuseas, vómito, deshidratación, dolor de estómago y respiración profunda y rápida. Si una persona con cetoacidosis no recibe inmediatamente insulina y líquidos, puede resultar en coma e incluso hasta en muerte.

Cetonuria: Eliminación de elementos grasos a través de la orina.

Citoquinas: También denominadas citocinas son proteínas que regulan la función de las células que las producen u otros tipos celulares. Son los agentes responsables de la comunicación intercelular, inducen la activación de receptores específicos de membrana. Su acción fundamental es en la regulación del mecanismo de la inflamación. Hay citocinas pro-inflamatorias y otras anti-inflamatorias.

Colesterol: Es una sustancia parecida a la grasa que se encuentra en la sangre, los músculos, el hígado, el cerebro y en otros tejidos tanto en seres humanos como en animales. El organismo produce y necesita algo de colesterol de manera natural. Sin embargo, demasiado colesterol puede ocasionar que las grasas se acumulen y provoquen una enfermedad que impide la circulación sanguínea (aterosclerosis).

Cuerpos cetónicos: También llamados cetonas son unos productos de desecho de las grasas. Se producen cuando el cuerpo utiliza las grasas en lugar de los azúcares para generar energía. En una persona con diabetes se producen cuando no hay suficiente insulina para meter la glucosa dentro de las células. Las células creen entonces que no hay azúcar y utilizarán las grasas como fuente de energía.

Deletéreos: Que produce daño, mortífero, tóxico.

Dislipidemias: es un padecimiento común que ocurre cuando los niveles de LDL, HDL y triglicéridos no se encuentran dentro del rango recomendado; lo que significa que el LDL y triglicéridos son muy altos, y el HDL es muy bajo. La dislipidemia aumenta el riesgo de infarto del miocardio y accidente vascular cerebral. Además, bajo estas circunstancias es probable que se desarrolle aterosclerosis.

Dismutasa superoxidasa: También llamada enzima superóxido dismutasa (SOD) cataliza la dismutación de superóxido en oxígeno y peróxido de hidrógeno. Debido a esto es una importante defensa antioxidante en la mayoría de las células expuestas al oxígeno.

Eicosanoides: Son un grupo de moléculas de carácter lipídico originadas de la oxigenación de los ácidos grasos esenciales de 20 carbonos tipo omega-3 y omega-6. Cumplen amplias funciones como mediadores para el sistema nervioso central, los eventos de la inflamación y de la respuesta inmune.

Emaciación: Adelgazamiento patológico (Del latín, emaciare, adelgazar).

Enfermedades agudas: Son las que aparecen de pronto con síntomas severos que pueden llegar a ser incapacitantes; unas ceden por sí mismas, otras necesitan intervención de urgencia.

Enfermedad crónica: En medicina, son enfermedades de larga duración, cuyo fin o curación no puede preverse claramente o no ocurrirá nunca.

Enfermedad Vascular Cerebral: (EVC) es una alteración neurológica, se caracteriza por su aparición brusca, generalmente sin aviso, con síntomas de 24 horas o más, causando secuelas y muerte. Destaca como la causa más común de incapacidad en adultos y es la 5a causa de muerte en México.

Ésteres: Son compuestos orgánicos en los cuales un grupo orgánico. Etimológicamente, la palabra "éster" proviene del alemán Essig-Äther (éter de vinagre). Del más común es el ácido carboxílico

Esteroles: Todos contienen un núcleo ciclopentanoperhidrofenantreno y presentan un grupo hidroxilo en el carbono 3. La mayoría de esteroides naturales poseen una cadena lateral de 8 a 10 átomos de carbono y un enlace doble en el C-5. En los animales superiores (incluido el hombre) se encuentra principalmente el colesterol, el cual es un constituyente importante de membranas y precursor de sustancias fisiológicamente importantes (hormonas, ácidos biliares, Vitamina D, etc.). En las plantas superiores se encuentran principalmente los denominados fitosteroides: β -Sitosterol, Campesterol y Estigmasterol.

Estreptozotocina: Es una sustancia relativamente selectiva para las células β , que en ciertas especies causa diabetes permanente.

Fenilcetonuria: Es un defecto congénito del metabolismo causado por la carencia de la enzima fenilalanina hidroxilasa, lo que se traduce en la incapacidad de metabolizar el aminoácido tirosina a partir de fenilalanina en el hígado. Es una enfermedad genética con un patrón de herencia recesivo.

Fisiopatología: Es el estudio de los procesos patológicos (enfermedades), físicos y químicos que tienen lugar en los organismos vivos durante la realización de sus funciones vitales. Estudia los mecanismos de producción de las enfermedades en relación a los niveles molecular, subcelular, celular, tisular, orgánico y sistémico o funcional.

Fisiopatológicos: Efectos que tienen que ver con la fisiopatología.

Fitoquímico: Sustancias que se encuentran en verduras y frutas, que pueden ser ingeridas diariamente con la dieta en cantidades de gramos y muestran un potencial capaz de modular el metabolismo humano

Fosfolípido: Variedad de lípidos (glicéridos) que contienen ácido fosfórico y un ácido amínico o un alcohol nitrogenado. Los fosfolípidos sanguíneos se encuentran en las moléculas complejas de las lipoproteínas, particularmente en las de las β lipoproteínas y aún más en las de las α lipoproteínas. Entre los fosfolípidos se distinguen las lecitinas, las cefalinas, las fosfatidilserinas y las esfingomielinas.

Folatos: Los folatos son un grupo de compuestos derivados del ácido fólico. Estos elementos que se incorporan a través de la alimentación, son necesarios para mantener la salud del cuerpo humano, ya que están implicados en diversos procesos metabólicos del organismo. Los más ricos en estos compuestos son las hortalizas de hojas verdes, como el brócoli, la lechuga, el repollo, las acelgas, también en las frutas frescas, las carnes, sobre todo hígado y riñones, en los pescados, las judías y las nueces.

Galactosa: Es un azúcar simple o monosacárido formado por seis átomos de carbono o hexosa, que se convierte en glucosa en el hígado como aporte energético

Glibenclamida: Fármaco antidiabético perteneciente a la segunda generación de sulfonilureas

Glicerol: También conocido como glicerina o 1, 2,3 propanotriol, es un compuesto alcohólico con tres grupos $-OH$ (hidroxilos). La palabra glicerol, procede del griego *Glykos*, que significa dulce. El glicerol se encuentra en todos los tipos de aceites, así como en las grasas animales o vegetales

Glucagón: Hormona producida por las células alfa en el páncreas. El glucagón eleva la glucosa en la sangre. Una forma inyectable de glucagón, disponible por receta, puede ser usada para tratar la hipoglucemia severa.

Glucogénesis: Es la ruta anabólica por la que tiene lugar la síntesis de glucógeno (también llamado glicógeno) a partir de un precursor más simple, la glucosa-6-fosfato. Se lleva a cabo principalmente en el hígado, y en menor medida en el músculo, es activado por insulina en respuesta a los altos niveles de glucosa, que pueden ser (por ejemplo) posteriores a la ingesta de alimentos con carbohidratos.

Glucógeno: Es un polisacárido de reserva energética, formado por cadenas ramificadas de glucosa; es insoluble en agua, en la que forma dispersiones coloidales. Abunda en el hígado y en los músculos.

Glucogenólisis: Consiste en el paso de glucosa a la sangre por absorción intestinal después de una comida con contenido glucídico.

Glucólisis: Degradación de glucosa.

Gluconeogénesis: Proceso mediante el cual se degrada el polisacárido glucógeno del hígado y la glucosa liberada pasa a la sangre. Proceso fundamentalmente hepático, mediante el cual se sintetiza glucosa a partir de compuestos no glucídicos.

Glucosuria: Cuando la glucosa eleva su nivel en sangre y aparece en la orina.

Glucotoxicidad: También llamado efecto tóxico de la glucosa, mecanismo por el cual la hiperglucemia, puede dañar la función de la célula β del páncreas, empeorando su capacidad secretora, así como alterar la utilización periférica de la glucosa, favoreciendo la insulinoresistencia.

Glutati3n: Es un tripéptido no proteínico que deriva de aminoácidos. El glutati3n, un antioxidante, ayuda a proteger las células de especies reactivas de oxígeno como los radicales libres y los peróxidos

HDL: Son lipoproteínas de alta densidad. Tienen una gran cantidad de componente proteico y juegan un papel fundamental en el transporte reverso del colesterol. A diferencia de otras lipoproteínas, las elevadas concentraciones en la sangre de estas moléculas se asocian a un menor riesgo del desarrollo de problemas cardiovasculares como la aterosclerosis. A veces llamado “colesterol bueno”.

Hidrocoloides: Son moléculas muy grandes (macromoléculas) que tienen una gran afinidad por el agua donde se disuelven en mayor o menor medida y modifican su reología, aumentando la viscosidad del líquido y llegando, en ocasiones, incluso a gelificar dando un aspecto sólido a ese líquido. Ejemplo: las proteínas (clara de huevo, gelatina...) y los almidones, pero se suele guardar este nombre para aquellas fibras con mucha capacidad para atrapar agua y que han sido clasificadas como aditivos (agar, alginato, goma arábica, pectina...)

Hidrólisis: La hidrólisis es la reacción del agua con una sustancia. Entre las sustancias que pueden sufrir esta reacción se encuentran numerosas sales.

Hiperetonemia: Exceso de cuerpos cetónicos en la sangre; es habitual que se produzca durante la infancia, a causa de la escasa reserva de glúcidos que se poseen en esta etapa. También puede deberse a una diabetes mellitus descompensada.

Hiperglucemia: Elevación excesiva de la glucosa en la sangre. La hiperglucemia en ayunas es la glucosa en la sangre sobre los niveles deseados luego que una persona haya ayunado al menos 8 horas. Se da cuando la glucemia aumenta de 170 mg/dL.

Hiperglucemia posprandial: Es la glucosa en la sangre sobre los niveles deseados luego de 1 a 2 horas que una persona haya comido.

Hiperinsulemia: Es el nivel demasiado elevado de insulina en la sangre. Ocurre cuando el cuerpo tiene insulina de más o cuando se ha administrado en cantidades excesivas. Esto puede causar un descenso brusco del nivel de la glucosa en la sangre y provocar síntomas como sed intensa, sequedad en la boca y necesidad de orinar con frecuencia.

Hiperosmolidad: Es una condición en la cual la sangre tiene más concentración de sodio, glucosa y otras moléculas, que normalmente atraen agua al torrente sanguíneo.

Hipertensión: Condición presente cuando la sangre fluye por los vasos sanguíneos con una fuerza más elevada de lo normal. También llamada presión arterial alta. La hipertensión puede distender el corazón, dañar los vasos sanguíneos y aumentar el riesgo de un ataque al corazón, derrame cerebral, problemas en el riñón y muerte.

Hipertrigliceridemia: Se usa para denominar el exceso de concentración sérica de triglicéridos. De este modo una cantidad de triglicéridos superior a 200 mg/dL en sangre es considerada hipertrigliceridemia. Esta afección no tiene por qué estar asociada a un aumento significativo en los niveles de colesterol. El origen puede ser genético, afectando a varios miembros de una misma familia, secundario a una enfermedad o a unos hábitos alimentarios y de vida poco saludables. Un nivel alto de triglicéridos puede provocar aterosclerosis, lo cual incrementa el riesgo de problemas cardiovasculares.

Hipoglucemia: También llamado nivel bajo de glucosa en la sangre, una condición que ocurre cuando la glucosa en la sangre es más bajo de lo normal, usualmente menor de 70 mg/dL. Los signos incluyen hambre, nerviosismo, inestabilidad, transpiración, mareo o aturdimiento, sueño y confusión.

Inmunomoduladores: Agentes encargados de autorregulación los procesos que dirigen el sistema de defensa inmunitario.

Insulina: Hormona que ayuda al cuerpo a usar la glucosa para energía.

Islotes de Langerhans: Grupo de células localizadas en el páncreas que producen hormonas que ayudan al cuerpo a descomponer y usar los alimentos. Por ejemplo, las células alfa producen glucagón y las células beta producen insulina.

Liofilización: Es un proceso en el que se congela el producto y una vez congelado se introduce en una cámara de vacío para realizar la separación del agua por sublimación. De esta manera se elimina el agua desde el estado sólido al gaseoso del ambiente sin pasar por el estado líquido. Para acelerar el proceso se utilizan ciclos de congelación-sublimación con los que se consigue eliminar prácticamente la totalidad del agua libre contenida en el producto original

Lipotoxicidad: Cuando cambios metabólicos en los adipocitos disminuyen su capacidad de acumular lípidos, facilitando el flujo de lípidos a otros órganos, en estas circunstancias, cuando la capacidad oxidativa y la capacidad de almacenamiento de estos órganos se saturan, se produce una respuesta tóxica conocida como lipotoxicidad. Este proceso lipotóxico conlleva la acumulación de triglicérido, con efecto en el metabolismo celular de estos tejidos al inhibir la acción de la insulina

Nasogástrico: Es una técnica que consiste en la introducción de una sonda desde uno de los orificios nasales hasta el estómago

Nefropatía: Es un daño o enfermedad renal que se da como complicación de la diabetes. La causa exacta de la nefropatía diabética se desconoce, pero se cree que la hiperglucemia no controlada lleva al desarrollo de daño renal, especialmente cuando también se presenta hipertensión. En algunos casos, los genes o antecedentes familiares suyos también pueden jugar un papel. No todas las personas con diabetes desarrollan esta afección

Neuropatía: Es una complicación frecuente de la diabetes en la cual se presenta daño a los nervios como resultado de los altos niveles de azúcar en la sangre. Afectan los nervios que regulan las funciones vitales involuntarias, incluyendo el músculo cardíaco y los músculos lisos.

Normoglucemia: Niveles normales de glucosa la cual varía de entre 70 y 109 mg/dL

Nutracéuticos: Palabra derivada de nutrición y farmacéutico, hace referencia a todos aquellos alimentos que se proclaman como poseedores de un efecto benéfico sobre la salud humana. Del mismo modo, el término puede aplicarse a compuestos químicos individuales (naturales o no) presentes en alimentos comunes como algunos fitoquímicos. El término fue acuñado en 1989 por el Dr. Stephen DeFelice, Presidente de la Fundación para la Innovación en Medicina, de los EE.UU.

Osteoporosis: Es una enfermedad en la cual disminuye la cantidad de minerales en el hueso, lo que los vuelve quebradizos y susceptibles de fracturas y de microfracturas, y puede llevar a la aparición de anemia o ceguera.

Páncreas: Órgano que produce insulina y enzimas para la digestión. El páncreas se localiza detrás de la parte inferior del estómago y es aproximadamente del tamaño de una mano.

Pancreatomía: Intervención en la que el páncreas es retirado.

Peptídica: Es la unión de un enlace amida que se establece entre dos aminoácidos. En la formación del enlace amida se produce una reacción química entre el grupo amino (-NH₂) de un aminoácido y el grupo carboxilo (-COOH) del otro, formándose un enlace covalente entre el átomo de carbono y el de nitrógeno (-OC-NH-).

Peroxisomas: Orgánulo citoplasmático rodeado de una membrana de un tamaño aproximado de 0,2-0,8 micras, que contiene en su interior numerosas enzimas de tipo oxidativo. Las enzimas más importantes contenidas en estos orgánulos son la catalasa, la peroxidasa, la D-amino-oxidasa y la aurato-oxidasa. Las funciones de los peroxisomas son: oxidación de ácidos grasos, oxidación de determinadas sustancias, como los aminoácidos, el ácido úrico, el ácido láctico, etc., la eliminación del peróxido de hidrógeno, formado en las reacciones oxidativas; la catabolización de las purinas y los aminoácidos; y la destoxificación de las sustancias nocivas para el organismo, como el alcohol.

Plasma: Parte líquida de la sangre en la cual están suspendidos los elementos celulares. Del total del volumen sanguíneo, el 55% está compuesto por plasma. Es un líquido claro, de color amarillo. No contiene células y está constituido por agua, electrolitos, proteínas, sales inorgánicas, nutrientes, hormonas, enzimas, gases y materiales de desecho de las células. Es esencial para el transporte de los elementos celulares de la sangre, a través de la circulación, y de los nutrientes, para el mantenimiento del equilibrio ácido-base del organismo y para el transporte de productos de desecho procedentes de los tejidos.

Plasmáticos: Relativo al plasma, que están presentes en el plasma.

Polidipsia: Beber grandes cantidades de agua.

Polifagia: Aumento del apetito.

Poliuria: Orinar continuamente y en grandes cantidades.

Prebiótico: Son una especie de alimentos funcionales, definidos como: "Ingredientes no digestibles que afectan beneficiosamente al organismo mediante la estimulación del crecimiento y actividad de una o varias cepas de bacterias en el colon, mejorando la salud". La definición de prebiótico es literalmente como "promotores de vida".

Ramnosa: Es un monosacárido de seis carbonos que pertenece al grupo de las metilpentosas y de las desoxihexosas. La forma que se encuentra en la naturaleza es la L-ramnosa (6-desoxi-L-manosa), siendo extremadamente raro encontrar formas D

Resistencia a la insulina: Incapacidad del cuerpo para responder a la insulina que produce y para usarla. La resistencia a la insulina puede estar vinculada a la obesidad, hipertensión y niveles elevados de grasa en la sangre.

Retina: Es la capa de tejido en la parte de atrás del interior del ojo. Ésta transforma la luz y las imágenes que entran al ojo en señales nerviosas que son enviadas al cerebro.

Retinopatía: Es un daño a la retina del ojo que ocurre con diabetes prolongada. La retinopatía diabética es causada por el daño a los vasos sanguíneos de la retina. Causa visión borrosa y pérdida gradual de la visión.

Sorbitol: Es un polialcohol o alcohol polihídrico de azúcar descubierto por el francés Boussingault en 1872.

Sucrosa: Azúcar de dos partes hecha de glucosa y fructosa. Conocida como azúcar de mesa o azúcar blanca, se encuentra de forma natural en la caña de azúcar y la remolacha

Sulfonamidas: Drogas eficaces empleadas para el tratamiento sistémico de infecciones bacterianas en el ser humano. La sulfamida es una sustancia derivada de la sulfonamida. Las sulfamidas se emplean como antibióticos.

Transferasa: Es una enzima que cataliza la transferencia de un grupo funcional, por ejemplo un metilo o un grupo fosfato, de una molécula donadora a otra receptora.

Triglicéridos: Los triglicéridos son un tipo de lípidos formados por una molécula de glicerol esterificado con tres ácidos grasos, que suelen ser distintos. Son el lípido más común y se almacenan principalmente en forma de una gran gota ocupando todo el citoplasma del adipocito. Su almacén secundario es el hígado. Los triglicéridos proceden de la dieta o de su síntesis en el hígado

Tolbutamida: Píldora que se toma para disminuir el nivel de glucosa (azúcar) en la sangre. Se administra únicamente a algunos diabéticos no insulino dependientes.

Trombogénesis: Formación de un trombo o coágulo sanguíneo

Trombosis: Es un coágulo en el interior de un vaso sanguíneo y uno de los causantes de un infarto agudo de miocardio. También se denomina así al propio proceso patológico, en el cual, un agregado de plaquetas o fibrina ocluye un vaso sanguíneo

Xerófitas: En botánica se llaman xerófitos o xerófitas (xero: seco, fitos: planta) a las plantas específicamente adaptadas a ambientes secos. Se encuentran en regiones climáticamente áridas (desiertos) y también en ambientes excepcionalmente secos de regiones semiáridas o subhúmedas

Xenobióticos: Sustancias químicas extrañas a los sistemas biológicos. Incluyen compuestos naturales, drogas, agentes ambientales, carcinógenos, insecticidas, etc.

Xilosa: También llamada azúcar de madera es una aldopentosa - un monosacárido que contiene cinco átomos y que contiene un grupo - que tiene un isómero funcional que es la xilulosa

Δ -6-desaturasa: Convierte el LA en GLA.

6.2 Otras plantas con efecto hipoglucémico

Nombre común	Nombre científico	Parte usada	Preparación
Mango criollo	<u><i>Mangifera indica L.</i></u>	Hojas, tallo	Decocción
Prodigiosa	<u><i>Calea zacatechichi Schltzl</i></u>	Ramas, tallos	Decocción
Cardo santo	<i>Cirsium raphilepis</i>	Flores	Infusión
Simonillo	<i>Conyza filaginoides</i>	Planta (toda)	Infusión
Alcachofa	<i>Cynara scolymus</i>	Fruto	Infusión
Matarique	<u><i>Acourtia thurberi Gray</i></u>	Raíz	Decocción
Matarique	<u><i>Psacalium peltatum</i></u>	Raíz	Decocción, infusión
Diente de león	<i>Taraxacum officinale</i>	Planta (toda)	Decocción
Huichín	<u><i>Verbesina persicifolia</i></u>	Hojas y flores	Infusión
Cuajilote	<u><i>Parmentiera edulis D.C</i></u>	Planta (toda)	Infusión decocción
Tronadora	<i>Tecoma stans (L.)</i>	Raíces, tallos, hojas, ramas	Licuado, infusión, decocción, asado
Lágrimas de San Pedro	<u><i>Tournefortia hirsutissima L.</i></u>	Tallo	Decocción
Palo santo	<u><i>Agarista mexicana</i></u>	Hojas	Decocción
Chaya	<i>Cnidoscolus aconitifolius (Mill)</i>	Hojas	Asado
Lágrima	<u><i>Coix lachryma-jobi L.</i></u>	Hojas	Decocción, infusión
Gramma	<u><i>Cynodon dactylon (L)</i></u>	Planta (toda)	Decocción
Salvia	<u><i>Lepechinia caulescens</i></u>	Planta (toda)	Decocción
Marrubio	<u><i>Marrubium vulgare L.</i></u>	Raíces, ramas	Licuado, infusión y decocción
Hierbabuena	<u><i>Mentha piperita L.</i></u>	Planta (toda)	Infusión, decocción
Agrimonia, verbena	<u><i>Teucrium cubense Jacq.</i></u>	Planta (toda)	Decocción
Aguacate	<u><i>Persea americana (L.)</i></u>	Semilla	Decocción, infusión
Pezuña de vaca	<u><i>Bauhinia divaricata L.</i></u>	Hojas	Decocción, infusión
Retama	<i>Cassia emarginata</i>	Hojas, ramas	Infusión
Piña	<i>Ananas comosus (L.)</i>	Fruto	Jugo

Continuación. Otras plantas con efecto hipoglucémico.

Nombre común	Nombre científico	Parte usada	Preparación
Cuate, Blanco, palocuate	<u><i>Eysenhardtia polystachya</i> (O)</u>	Tallo, planta (toda)	Infusión
Frijol	<u><i>Phaseolus vulgaris</i> L.</u>	Vainas, semilla	Cocido
Huayacán, bálsamo amarillo	<i>Sweetia panamensis</i>	Corteza	Decocción
Injerto	<u><i>Psittacanthus calyculatus</i></u>	Planta (toda)	Infusión
Injerto San Bartolo	<i>Struthanthus densifloru</i>	Ramas	Infusión
Guaco	<i>Cissampelos pareira</i> L	Raíces	Crudo
Flor de plátano	<u><i>Musa sapientum</i> L.</u>	Raíces y flores	Infusión
Eucalipto	<u><i>Eucaliptus globulus</i> Labill</u>	Hojas	Infusión
Cocoyol	<u><i>Acromia mexicana</i> Karw.</u>	Fruta	Directa
Cardo, chicalote	<i>Argemone ochroleuca</i>	Raíces y tallos	Infusión
Cordoncillo blanco	<i>Piper hispidum</i>	Hojas	Decocción
Mangle, mangle rojo	<u><i>Rhizophora mangle</i> L.</u>	Corteza y tallos	Decocción
Tejocote, tejocote criollo	<u><i>Crataegus mexicana</i> Moc</u>	Raíz, hojas, tallos	Infusión
Níspero	<u><i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.</u>	Hojas y flores	Infusión decocción
Copal	<i>Cuotarea</i> sp.	Corteza	Infusión
Naranja agria	<u><i>Citrus aurantium</i> L.</u>	Fruta	Jugo
Bejuco de tres costillas	<i>Seerjania racemosa</i>	Tallos	Infusión
Tomate verde	<u><i>Physalis ixocarpa</i></u>	Hojas	Infusión, licuadas
Damiana	<u><i>Turnera diffusa</i></u>	Planta (toda)	Decocción
Palo arco	<i>Celtis igunaea</i> (Jacq)	Hojas y flores	Infusión
Valeriana	<u><i>Valeriana mexicana</i></u>	Raíces	Infusión
Guayacán	<u><i>Guaiaacum</i> sp.</u>	Corteza	Decocción
Cebolla	<u><i>Allium cepa</i> L.</u>	Bulbo (fruto)	Crudo
Cilantro	<i>Coriandrum sativum</i>	Planta	Infusión
Gobernadora	<i>Larrea tridentata</i>	Hojas, tallos y raíces	Decocción, infusión

Los nombres científicos subrayados son las plantas con estudios en México.