



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

MANUAL DE EDULCORANTES

TRABAJO ESCRITO VÍA
CURSOS DE EDUCACIÓN
CONTINUA

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

QUÍMICO DE ALIMENTOS

P R E S E N T A

RUBÉN ERIK CASTRO CARRASCO



2001

MÉXICO, D.F.

2001



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Jurado Asignado:

Presidente: QFB. Olga Velázquez Madrazo.

Vocal: M. en C. Marcos Francisco Báez Fernández.

Secretario: IQ. Miguel Ángel Hidalgo Torres.

1er. Suplente: QFB. María de Lourdes Gómez Ríos.

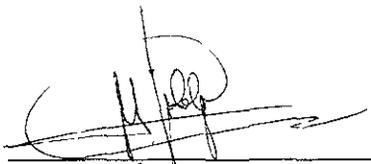
2do. Suplente: QFB. Rut Villaseñor Gutiérrez.

Sitio donde se desarrollo el tema:

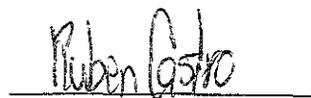
Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México,
Centro de Educación Continua, Sede Tacuba.
Centros de Información de la UNAM.
Biblioteca y Hemeroteca de la Facultad de Química.

Asesor del Tema

Sustentante



IQ. Miguel Ángel Hidalgo Torres



Rubén Erik Castro Carrasco

Sing with me, sing for the years, sing for the laughter, sing for the tears
Sing with me, if it's just for today
Maybe tomorrow the good Lord will take you away
Dream On, Dream On, Dream yourself a dream come true
Dream On, Dream On
Dream until your dreams come true

Aerosmith

Dedicado a:

María del Socorro Carrasco (†)

Porque la verdad coagulara la risa del silencio.

Liliana Linares Hernández

Por todo lo bueno, y por lo malo

Y por que tus ojos no tienen dueño,

Por que no son de este mundo.

Rubén Castro Espinoza

Mi querido pero gélido padre

Beatriz Espinoza Alonso

Mi entrañable y abnegada abuela

Por que nos dieron todo pero nos quitaron lo más importante.

Cynthia, a Gabriela y a Beatriz

Por que la vida sería triste sin ustedes.

La familia Carrasco

Por que cuando los conocí supe

Que la locura era un mal de familia.

Enrique, Luis y Jesús

Por su cariño y amistad.

Mí

Por ser tan necio.

Agradecimientos:

**A mi asesor el IQ. Miguel Angel Hidalgo
Por su confianza.**

**A la Facultad de Química de la UNAM
Mi alma matter
Por todo lo que aprendí y por los kilos que perdí.**

**A todos lo que ayudaron para que esto fuera posible
Y también a los que se esforzaron para que no fuera posible.**

**A mis amigos ingenieros,
Gabriela Román, Alexis Mora y Jesús Mercado
Por que sí.**

Por ahí se escapa, por ahí se pierde por ese camino del que nunca vuelve se aleja y desaparece, por ahí se va el amor.

Danza Invisible

El corazón es un perro que se tira por la ventana.

Jordi Soler

Nadie escoge al amor, el amor lo escoge a uno y ante eso no hay mucho que hacer, resistirse es mala idea, entregarse también.

Julio Cortázar

El mejor amigo del hombre es un perro llamado dolor.

Luis Eduardo Aute

El amor es un perro infernal.

Charles Bukowski

En el amor manda el que menos ama.

Armando Vega-Gil

El amor, es esa piedra de esmeril que se desgasta mientras afila nuevamente la espada que descarga el tajo del amor.

Paco Ignacio Taibo II

Cuando estas enamorado estas en desventaja, porque te encuentras como en un estado alterado de conciencia.

Rafael Tonatiuh

Todo lo que necesitas es amor.

The Beatles

INDICE

	Página
1. Introducción	1
2. Objetivos	4
3. Generalidades	5
3.1 Tipo de edulcorantes	5
3.2 Marco legal	6
3.2.1 Legislación Mexicana	6
3.2.2 Legislación Internacional	7
3.2.3 Legislación Norteamericana	9
3.2.4 Legislación Europea	10
3.3 Edulcorantes Nutritivos Naturales	12
3.3.1 Sacarosa	12
3.3.2 Glucosa	14
3.3.3 Fructosa	16
3.3.4 Polioles (alcoholes de azúcar)	18
3.4 Edulcorantes no Nutritivos Sintéticos	23
3.4.1 Sacarina	24
3.4.2 Aspartame	28
3.4.3 Acesulfame K	32
3.4.4 Sucralosa	36
3.4.5 Alitame	38
3.4.6 Ciclamato	40
3.5 Edulcorantes no Nutritivos de origen Natural	43

3.5.1	Glicirricina	43
3.5.2	Esteviósido	45
3.5.3	Taumatinas	48
3.5.4	Neohesperdrina Dihidrochalcona	50
3.6	Edulcorantes más recientes	53
3.6.1	Neotame	53
3.6.2	Tagatosa	53
3.6.3	Eritritol	53
4.	Discusión	54
5.	Conclusiones	57
6.	Recomendaciones	59
	Bibliografía	62

1. INTRODUCCIÓN

La globalización de los mercados es un tema que en los últimos años a causado gran revuelo, es claro que aunque el concepto ha sido muy difundido no lo han sido sus efectos en la economía e industria ni las consideraciones que deben ser tomadas en cuenta si se desea ser competitivo en un mercado con las características que implica la globalización.

Dentro de las características más importantes que conforman la globalización de mercados destacan:

- Promoción de competencia limpia.
- Creación de políticas congruentes con los requisitos de la industria y el consumidor.
- Reducción gradual a los impuestos por importación.
- Firma de nuevos tratados de libre comercio.
- Protección de los derechos de la propiedad intelectual.

A pesar de que los avances en la ciencia y la tecnología han sido enormes en los últimos 20 años el desarrollo tecnológico de los diferentes países no ha sido homogéneo, por lo que al enfrentar el proceso de globalización se presentan problemas de toda índole.

Considerando que el proceso de globalización es inevitable y que, un mercado así implica la necesidad de ser altamente competitivo para sobrevivir, se puede establecer que las posibilidades de sobrellevar una integración al proceso de globalización de mercados pueden basarse en tres puntos:

- Innovar, adaptar, mejorar tanto los aspectos jurídicos como los tecnológicos.
- Formar personal técnico y científico.
- Dedicar recursos importantes a la investigación aplicada y uso productivo.

México no es ajeno a este proceso, y cuenta con múltiples tratados de libre comercio y aunque de manera general se puede decir que la industria ha soportado los embates de manera "aceptable", es claro que se deben redoblar esfuerzos, pues con la entrada en vigor de los nuevos tratados las condiciones para la industria serán cada vez más severas y estrictas.

Específicamente dentro de la industria del ramo alimenticio un aspecto importante que se maneja dentro de los tratados de libre comercio es la garantía de que el transporte y consumo de alimentos sea seguro, lo cual se logra a través de mecanismos como son:

- Una legislación completa y detallada.
- Los productos deben cumplir con las normas establecidas con relación a su calidad microbiológica, química y física.
- Monitoreo de la producción y medidas auxiliares.
- Aplicación de programas como GMP'S, HACCP, Aseguramiento de Calidad y tecnologías estandarizadas.
- Certificaciones nacionales e internacionales.

La industria de alimentos en este contexto de mercados globales se ha caracterizado, con el paso del tiempo, por la innovación e intensificación de productos y procesos; lo que origina un incremento en el desarrollo y en la comercialización de productos naturales y procesados, en los cuales el uso de los aditivos alimentarios es de vital importancia.

Hoy en día es imposible imaginarse la industria de alimentos sin la presencia de los aditivos. Aunque esto parece originar dos corrientes contradictorias entre los consumidores; por un lado los que demandan productos procesados muy parecidos a los naturales con bajo contenido de grasa, sin colesterol y bajos en calorías, lo cual es muy difícil de conseguir sin el uso de los aditivos.

Por otra parte los consumidores que tienen un temor infundado hacia el uso y consumo de los aditivos químicos considerando que los productos que los contienen son un fraude además de que su ingesta puede provocar serios daños a su salud debido, principalmente, a la poca difusión de información veraz y al exceso de información de dudosa procedencia.

Actualmente se puede asegurar que los aditivos alimentarios son los compuestos mas reglamentados en todo el mundo desde su producción, hasta su aplicación.

Ahora bien en la legislación mexicana, por desgracia priva un ambiente de normatividad ambiguo y abierto a interpretaciones y el caso de los aditivos no es la excepción lo cual como se ha reiterado es una clara desventaja en un mercado globalizado, por lo que contar con leyes o normas detalladas y actualizadas constituye un referente esencial tanto para la industria, como para el comercio y el consumidor.

2. OBJETIVOS

Revisar, y analizar la información más relevante acerca de los edulcorantes, tanto desde el punto de vista químico como legal, para llevar a cabo una comparación entre la legislación mexicana y las de sus principales socios comerciales (EE.UU. y Europa) con el fin de detectar rezagos y vacíos en cuanto a normatividad y aportar algunas recomendaciones.

Con ello se pretende que el presente estudio pueda fungir como un documento técnico auxiliar importante para el sector industrial y así mismo de enlace con el sector gubernamental para hacer notar la necesidad de un marco normativo más completo.

3. GENERALIDADES

Los seres humanos nacen con el gusto por la sensación de dulzura, varios ingredientes en los alimentos estimulan esta sensación al interactuar con las papilas gustativas de la boca y garganta. El poder endulzante de estos ingredientes varía según las propiedades del sistema de alimentos, tales como el estado físico, la temperatura y la presencia de otros sabores. Por otra parte, la percepción del sabor dulce puede estar influido por la genética, el estado de salud y el envejecimiento.

A los agentes que producen esta sensación se les designa con el nombre de edulcorantes.

3.1. Tipo de Edulcorantes

Los edulcorantes desde el punto de vista químico forman parte de los aditivos y se clasifican de acuerdo a su función dentro de la categoría de modificadores del sabor junto con los acidulantes, salinizantes, amargantes y picantes y se pueden dividir en términos muy generales en nutritivos y no nutritivos. [1]

Los edulcorantes nutritivos ofrecen un sabor dulce y una fuente de energía; los edulcorantes no nutritivos son dulces sin proporcionar energía. La afirmación de que los edulcorantes nutritivos han provocado un incremento en las enfermedades crónicas por ejemplo: obesidad, enfermedad cardiovascular, diabetes o trastornos de la conducta no está sustentada; sin embargo, muchos consumidores desean el sabor de lo dulce sin la energía añadida. La industria alimenticia ha respondido a esta demanda produciendo una serie de edulcorantes no nutritivos o de menor contenido energético.[2]

A pesar de que los edulcorantes se pueden agrupar de diferentes maneras, el termino "nutritivo" y "no nutritivo" reconoce que existe una diferencia en la cantidad de energía proporcionada por los edulcorantes. Los edulcorantes nutritivos incluyen edulcorantes naturales (por ejemplo, algunos

2. OBJETIVOS

Revisar, y analizar la información más relevante acerca de los edulcorantes, tanto desde el punto de vista químico como legal, para llevar a cabo una comparación entre la legislación mexicana y las de sus principales socios comerciales (EE.UU. y Europa) con el fin de detectar rezagos y vacíos en cuanto a normatividad y aportar algunas recomendaciones.

Con ello se pretende que el presente estudio pueda fungir como un documento técnico auxiliar importante para el sector industrial y así mismo de enlace con el sector gubernamental para hacer notar la necesidad de un marco normativo más completo.

carbohidratos refinados, miel de maíz con alto contenido de fructosa, fructosa cristalina, glucosa, endulzantes de maíz, miel, lactosa, maltosa, varios jarabes, azúcares invertidos, jugo de fruta concentrado y polioles de energía reducida o alcoholes de azúcar como, sorbitol, manitol, xilitol, isomaltol e hidrolizados de almidón hidrogenado. Los edulcorantes no nutritivos por ejemplo: sacarina, aspartame, acesulfame-K, alitame y sucralosa no ofrecen energía y puesto que endulzan en pequeñas cantidades, también pueden denominarse edulcorantes de alta intensidad.

El poder edulcorante de estos agentes se define como la capacidad de una sustancia para causar dicha sensación, la cual se mide subjetivamente tomando como base de comparación la sacarosa a la que se le da un valor arbitrario de 1. Es decir si un compuesto tiene un poder edulcorante de 2 indica que es 100% más dulce que la sacarosa. [3]

3.2. Marco legal.

3.2.1. Legislación Mexicana

En nuestro país el organismo encargado de regular en materia de alimentos y control sanitario es la Secretaría de Salud (SSA) a través de la Dirección General de Calidad de Bienes y Servicios y de la Dirección General de Normas.

De tal forma que dentro del Reglamento de Control Sanitario de Productos y Servicios de la Ley General de Salud tenemos los siguientes apartados:

Título Décimo Sexto Capítulo Único referente a Edulcorantes Naturales y Productos de confitería.

Título Vigésimo Tercero Capítulo Único referente a Aditivos.

Artículo 200 Clasificación de Aditivos.

Artículos 201 a 207 Disposiciones Generales de Aditivos.

Artículo 208 Requisitos para poder aprobar el uso de un Aditivo.

En el mismo reglamento de Control Sanitario en el apartado XXI se hace mención de las definiciones de la clasificación, su normatividad en cuanto a metales pesados y declaración en etiquetado, también se cuenta con la Lista de sustancias permitidas como aditivos y coadyuvantes.

Por último tenemos las diferentes normas para los productos en el mercado en las cuales se especifican los aditivos permitidos. [4]

Cabe aclarar que la legislación mexicana entiende por el término GMP's, al conjunto de lineamientos y actividades relacionados entre sí, destinados a garantizar que los productos tengan y mantengan las especificaciones requeridas para su uso. [4]

3.2.2. Legislación Internacional

En 1962 los países miembros de la Organización de las Naciones Unidas crearon, a través de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO por sus siglas en inglés), y la Organización Mundial de la Salud (WHO por sus siglas en inglés), un comité que buscara mecanismos adecuados para el comercio internacional de alimentos dando origen así al Codex Alimentarius, el cual es una colección de normas alimentarias aceptadas internacionalmente, las cuales tienen por objeto proteger la salud del consumidor y asegurar la aplicación de prácticas equitativas en la producción y comercio de los alimentos.

Los países miembros del Codex Alimentarius reconocen en su normatividad un excelente fundamento para tomarlo como base en el diseño de la legislación regional.

Dentro del Codex existen 7 comités generales los cuales colaboran con comités auxiliares e instituciones científicas para elaborar las normas y recomendaciones, las cuales están publicadas en los distintos volúmenes del Codex Alimentarius.

En el caso específico de los aditivos trabajan tanto el Comité de Aditivos y Contaminantes de los Alimentos como el Comité de Expertos Conjunto sobre Aditivos de Alimentos (JEFCA por sus siglas en inglés) y sus resultados se encuentran dentro del Volumen 1 A Estándares y Requisitos Generales del Codex:

Codex Stand 107-1981 Estándares Generales para el etiquetado de los Aditivos alimentarios.

XOT01-1972 Principios Generales para el uso de Aditivos Alimentarios.

XOT04-1999 Clasificación de los Aditivos Alimentarios.

XOT05- 1995 Lista de Especificaciones para Aditivos Alimentarios.

CAC/GL 003-1989 Conceptos Básicos para la evaluación de dosis seguras para los Aditivos.

También el Codex maneja varias tablas de aditivos de acuerdo a la información que se tenga sobre cada uno de ellos.

Lista A1: Aditivos con una evaluación toxicológica suficiente.

Lista A2: Aditivos con una evaluación toxicológica incompleta pero, sin embargo suficiente para recomendar su adopción.

Lista B: Aditivos interesantes en el plan tecnológico pero con informes toxicológicos insuficientes.

Lista C1: Aditivos prohibidos por motivos toxicológicos.

Lista C2: Aditivos a restringir o limitar por motivos toxicológicos.

Asimismo el JEFCA se especializa en establecer límites de seguridad para los aditivos que se usan en los alimentos, estos límites suelen expresarse como la ingesta diaria aceptable (ADI por sus siglas en inglés) o ingesta diaria máxima aceptable (IDMA) es decir la cantidad estimada en mg de aditivo por Kg. de peso corporal, que sin ningún riesgo puede consumir una persona diariamente por el resto de su vida. [5]

El ADI o el IDMA son valores conservadores que por lo general reflejan una cantidad 100 veces menor que el nivel máximo al que no se presenta ningún efecto adverso en los estudios hechos.

El ADI es también utilizados por la Administración de Alimentos y Fármacos de los Estados Unidos. (FDA por sus siglas en inglés)

El Codex indica que el uso de un aditivo bajo el término GMP's se refiere a: que la cantidad del aditivo agregada se limitará al nivel más bajo posible necesario para lograr el efecto deseado; el aditivo se vuelve un componente del alimento como resultado de su uso en la fabricación, proceso o empaquetamiento y se deben contemplar otros efectos técnicos y físicos, para reducir lo más posible su uso; y, por último el aditivo debe ser preparado y manejado de la misma manera que un ingrediente del alimento.[5]

3.2.3. Legislación Norteamericana.

En los Estados Unidos el organismo encargado de regular y aprobar la inocuidad de las sustancias químicas en fármacos y alimentos es la Administración de Alimentos y Fármacos (FDA) de acuerdo con lo establecido en 1958 por la Ley de Alimentos, Fármacos y Cosméticos. Esta ley establece dos importantes grupos de sustancias como aditivos: las que se conocen bajo el concepto "Generalmente Reconocido como Seguro" (GRAS por sus siglas en inglés) el cual se le da a aquellas sustancias que FDA ha sometido a múltiples estudios y que han demostrado ser totalmente inocuas, y en segundo instancia aquellas que han sido aprobadas por la FDA y el Departamento de Agricultura (USDA por sus siglas en inglés) para su uso en alimentos.[12]

Las normas de la FDA están plasmadas en el Código Federal de Regulaciones (CFR) dentro del Título 21 Fármacos y Alimentos.

Parte 105. Alimentos para regímenes especiales.

Parte 168. Regulaciones generales, control de calidad, definición de edulcorantes y jarabes

Parte 170. Regulaciones generales, control de calidad, estándares, definición de aditivos.

Parte 171. Requisitos para aprobar un aditivo.

Parte 172. Lista de aditivos permitidos por adición directa.

Parte 180. Aditivos permitidos con base interina

Parte 182. Lista de sustancias reconocidas como GRAS

Parte 184. Lista de aditivos GRAS permitidos por adición directa

Parte 186. Lista de aditivos GRAS permitidos por adición indirecta

Parte 189. Aditivos prohibidos para consumo humano

Cabe aclarar que cuando el CFR utiliza el termino GMP's, para indicar la dosis máxima de un aditivo, se refiere a la norma de identidad del producto en cuestión y a los parámetros que ahí se especifiquen. [6]

3.2.4. Legislación Europea.

En Europa el órgano encargado de legislar sobre aditivos es el Comité para Alimentos, apoyado por los Ministerios de Salud de cada uno de los países miembros de la Comunidad Europea, y sus normas aparecen en el Diario Oficial de la Comunidad Europea. Se cuenta con los siguientes documentos:

Directiva 89/107/CE relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre los aditivos alimentarios autorizados en los productos alimenticios para consumo humano.

Directiva 94/35/CE relativa a los edulcorantes utilizados en los productos alimenticios. Indica cuales aditivos pueden utilizarse, en que alimentos y la dosis máxima, así mismo cuales están prohibidos.

Directiva 95/31/CE relativa a los criterios específicos de pureza de los edulcorantes permitidos.

Directiva 96/21/CE relativa al etiquetado de los productos alimenticios que deben incluir el tipo de edulcorante que contienen y advertencias de los productos que contienen aspartame y polioles.

Directiva 98/66/CE relativa a los criterios de pureza del isomaltol.

Directiva 2000/51/CE relativa a los criterios de pureza del manitol y jarabe de maltitol.

La Comunidad Europea no maneja el término GMP's en la dosis máxima de los edulcorantes, establece límites numéricos específicos. Pero establece que éstas son al conjunto de lineamientos y actividades relacionadas entre sí, destinadas a garantizar que los productos tengan y mantengan las especificaciones requeridas para su uso.

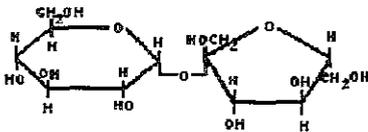
Cada Directiva, además lleva una cláusula de salvaguardia que permita a cada Estado miembro que tuviera razones para considerar la nocividad de un aditivo, a prohibir su empleo. [7]

3.3. Edulcorantes Naturales Nutritivos

La glucosa, sacarosa y la fructosa, son los principales edulcorantes que se encuentran en forma natural en el abasto de alimentos o que se agregan como azúcar en edulcorantes de maíz o en jarabes. Estos edulcorantes agregan propiedades funcionales a los alimentos mediante sus efectos en las características sensoriales (por ejemplo, el sabor de la melaza), físicas (por ejemplo, la cristalización y la viscosidad), microbianas (por ejemplo, preservación, fermentación) y químicas (caramelización, antioxidación)

El metabolismo de los seres humanos no distingue entre la energía proporcionada por edulcorantes naturales refinados o no refinados. A pesar de que algunos edulcorantes nutritivos no refinados proporcionan minerales (por ejemplo, la melaza contiene calcio, hierro, magnesio y potasio), la cantidad por cucharada es relativamente pequeña, en comparación con las Ingestas de Referencia Dietética (Dietary Reference Intakes) Así, los consumidores deben determinar su selección de edulcorantes con base en las propiedades sensoriales o funcionales, y no en las concepciones erróneas de diferentes valores de nutrimentos.[2]

3.3.1. Sacarosa



Nombre químico: α -D- glucopiranosil- β -D-fructofuranósido

Fórmula condensada: $C_{12}H_{22}O_{11}$

Peso molecular: 342.3 g/mol

Poder edulcorante: 1

Sinónimos: Azúcar de caña, azúcar de remolacha, sacarosa. [8,9]

La sacarosa es un carbohidrato que proporciona 4 Kcal/g. A nivel comercial, la sacarosa proviene del procesamiento de caña de azúcar o betabel. La refinación elimina los pigmentos café amarillentos del azúcar no refinada para producir la forma blanca cristalina del azúcar de mesa. La melaza es la forma menos refinada de la sacarosa.

La sacarosa en el jugo y la celulosa en la fibra son los dos principales constituyentes químicos de la caña de azúcar. La sacarosa es un disacárido como la maltosa y la lactosa; cuando son atacados por ácidos o enzimas, los disacáridos se hidrolizan en sus monosacáridos correspondientes.

La sacarosa es el carbohidrato de mayor uso doméstico e industrial a pesar de las tendencias actuales de sustituir el azúcar por edulcorantes de maíz y edulcorantes sintéticos de alto poder.

La sustitución del azúcar está determinada en buena parte por la conveniencia técnica de un edulcorante, ya que las propiedades impartidas por la sacarosa son varias:

- Formación de sabores y color durante tratamientos térmicos.
- Una muy alta solubilidad.
- Tiene usos diversos como agente diluyente, de volumen vehículo, controlador de presión osmótica etc.
- Económico y con un alto grado de pureza.
- No presenta problemas de legislación.
- Proporciona junto con proteínas y almidones estructuras firmes en algunos productos.

Pero a pesar de las múltiples ventajas que presenta, desde hace tiempo existe una idea entre los consumidores a aseverar que la sacarosa es responsable de la obesidad, la hipoglucemia y los trastornos cardiacos, las cuales carecen por completo de fundamento; sin embargo; el único inconveniente comprobado es la propiedad criogénica de la sacarosa; los trastornos antes mencionados están relacionados directamente con un balance

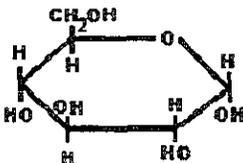
inadecuado de la dieta. Lo que origina que los consumidores prefieran productos libres o con bajo contenido de sacarosa.[10]

En la actualidad la demanda como consumo directo ha caído ligeramente en casi todos los países, pero se ha desplazado considerablemente hacia el consumo indirecto esto es como ingrediente alimenticio, con excepción de los Estados Unidos donde en ambos casos ésta ha sido un poco más drástica debido a que ha optado mayormente las alternativas antes mencionadas .[12]

La decisión de los consumidores por productos con un mínimo de calorías parece ser irreversible, por lo que actualmente se considera que la posibilidad de sustitución del azúcar en la industria de alimentos se presenta como sigue:

- 100% para las bebidas no alcohólicas, helado, yogurt, dulces congelados, postres de gelatina, conservas de fruta, encurtidos, salsas y algunos productos cárnicos.
- 50% para los productos enlatados.
- 10% para confitería con azúcar.
- 5% para galletas, chocolates rellenos de pasteles y mermeladas.[11]

3.3.2. Glucosa



Nombre químico: α -D glucopiranos

Fórmula condensada: $C_6H_{12}O_6$

Peso molecular: 180.16 g/mol

Poder edulcorante: 0.5 - 0.8

Sinónimos: Alfa glucosa, d-glucosa, Dextrosa, azúcar de maíz, Globe™ Cerelose®, Clintose®, Dextrosol®, GoldenC®. [8,9]

La glucosa es un monosacárido simple que se obtiene comercialmente por la hidrólisis ácida o enzimática del almidón y se purifica por cristalización. Hay dos tipos básicos, que se utilizan industrialmente: el tipo sólido ya sea monohidratado, o anhidra, y los jarabes en sus diferentes grados de dextrosa equivalente (DE). Industrialmente existen las presentaciones 40,42 43 y 63 D.E.

En general los edulcorantes de maíz (glucosa y fructosa) en alimentos tienen muchas aplicaciones debido a sus características específicas: rápida solubilidad, higroscopicidad, control de cristalización, control de textura, vehículo, poder edulcorante, buen aspecto, control de presión osmótica, favorecer reacciones de oscurecimiento disminución del punto de congelación, por lo general se utilizan en:

- Caramelo macizo, goma de mascar, malvaviscos, gomas, jaleas.
- Pasteles, galletas, rellenos.
- Mermeladas, frutas en almíbar.
- Malteadas, yogurt, helados.
- Jarabes, postres, congelados, bebidas isotónicas.

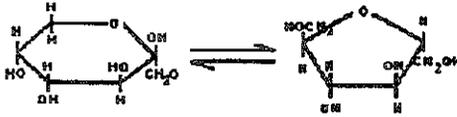
Tabla 1 Condiciones legales de la glucosa. [4,5,6]

<p>En México está aprobada como edulcorante natural como Glucosa de maíz, en solución o en polvo y como jarabe de glucosa, fructosa y almidón según el artículo 158 del Reglamento de control Sanitario de Productos y Servicios se puede utilizar sin riesgo bajo GMP's; solo se restringe por norma en algunos alimentos para evitar adulteraciones.</p>
--

<p>En el Codex Alimentarius Volumen 1 A XOT04- 1999 está aprobado su uso como edulcorante en sus tres formas con el número internacional 954. Estableciendo el JEFCA un ADI de 5.0 mg/Kg.</p>

<p>La FDA considera a la glucosa sustancia GRAS en las formas anhidra, monohidratada, y como jarabe (CFR 21 parte 168), se puede utilizar bajo GMP's.</p>

3.3.3. Fructosa



Nombre químico: β -D-Fructopiranososa.

Fórmula condensada: $C_6H_{12}O_6$

Peso molecular: 180.16g/mol

Poder edulcorante: 1.1 – 1.8

Sinónimos: Azúcar de frutas, Levulosa HFCS GLOBE™ Fructofin®.[8,9]

La fructosa es un monosacárido que proporciona 3.7 Kcal/g. La fructosa es un componente de la sacarosa, está presente en la fruta (también denominada azúcar de fruta o levulosa) y se agrega a alimentos y bebidas como jarabe de maíz alto en fructosa (HFCS, por sus siglas en inglés) o en forma cristalina. La fructosa se fabrica a través de la isomerización vía ácida o enzimática de la dextrosa en el almidón de maíz. La fructosa ha reemplazado a la sacarosa en muchos alimentos y bebidas, debido a su poder endulzante y a las propiedades funcionales que intensifican el sabor, el color y la estabilidad del producto. La fructosa cristalina también se utiliza en mezclas sinérgicas principalmente con sacarina (98:1), aspartame (98:1) y acesulfame-K para mejorar el sabor final de algunos productos. [12]

Algunos productos en los que se utiliza la fructosa cristalina son:

- Pasteles bajos en calorías.
- Gelatinas.
- Dulces (bajos en calorías y normales).
- Chicles, Edulcorante de mesa.
- Bebidas (bajas en calorías y normales).
- Bases concentradas para bebidas.

Los jarabes de fructosa comercialmente existen en tres presentaciones HFCS 42, HFCS 55 y HFCS 80-95 lo cual indica la porción nominal de fructosa, el resto es dextrosa y algunos otros sacáridos.

En la actualidad el mercado para los HFCS 42 va en desuso ya que cristalizan con facilidad a las temperaturas de almacenamiento, debido a la alta concentración de glucosa.

Los principales usos industriales son:

- Bebidas carbonatadas no alcohólicas y jugos.
- Conservas de frutas y verduras.
- Productos de panificación.
- Confitería y postres.
- Vinos.

Tabla 2 Condiciones legales de la fructosa. [4,5,6]

En México está aprobada como edulcorante natural, como fructosa o azúcar de frutas y como jarabe de glucosa y/o fructosa y almidón; según el artículo 158 del Reglamento de control Sanitario de Productos y Servicios se puede utilizar sin riesgo bajo GMP's, solo se restringe por norma en algunos alimentos para evitar adulteraciones.

En el Codex Alimentarius Volumen 1 A XOT 04- 1999 está aprobado su uso como edulcorante en sus tres formas con el número internacional 954. Estableciendo el JEFCA un ADI de 5.0 mg/Kg.

La FDA considera a la fructosa sustancia GRAS en sus diferentes presentaciones (CFR 21 parte 184.1866), se puede utilizar bajo GMP's.

3.3.4. Polioles (Alcoholes de Azúcar)

Los polioles también se pueden clasificar como sustitutos de azúcar, ya que son edulcorantes que ofrecen menos energía y beneficios potenciales para la salud (por ejemplo, respuesta glucémica reducida y menor riesgo de caries dental). Los polioles sorbitol, manitol y xilitol se encuentran en productos vegetales tales como frutos y bayas. A pesar de que se encuentran en cantidades significativas en las frutas en el ámbito comercial, estos edulcorantes se sintetizan ya que por definición un poliol se obtiene de la reducción del grupo carbonilo de un carbohidrato.[2,3]

Tabla 3. Polioles mas utilizados y sus fuentes de síntesis química . [1,12,13]

Alcohol	Fuente de Síntesis
Sorbitol	Almidones, Maltosa, Glucosa, Fructosa,
Manitol	Sacarosa, Azúcar invertida, Manosa Fructosa,
Xilitol	Hemilcelulosa
Maltitol	Almidón dextrinas, maltosa
Lactitol	Lactosa

Los polioles comúnmente utilizados en alimentos son

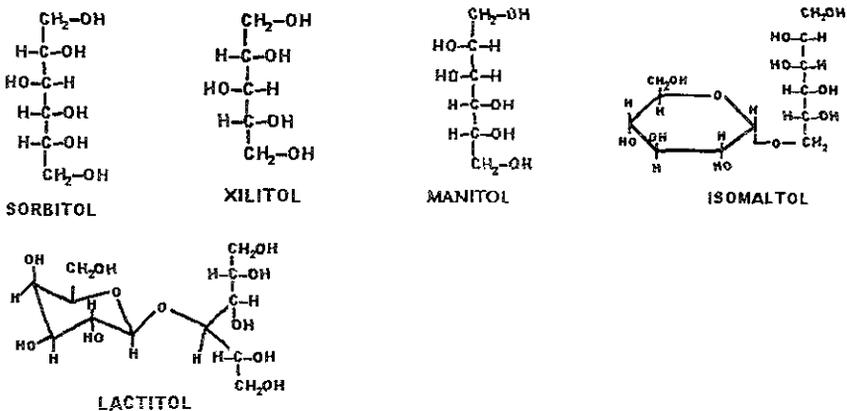


Tabla 4 Características fisicoquímicas de algunos polioles. [12,13,14]

	Sorbitol	Manitol	Xilitol	Lactitol
Nombre químico	1,2,3,4,5,6 Hexahexanol	1,2,3,4,5,6 Hexanohexol	1,2,3,4,5- Pentahidroxipentano	4-β-galacto- piranosil- Dglucitol
Fórmula condensada	C ₆ H ₁₄ O ₆	C ₆ H ₁₄ O ₆	C ₅ H ₁₂ O ₅	C ₁₂ H ₂₄ O ₁₁
Valor calórico	2.6 Kcal/g	2 Kcal/g	2.4 Kcal/g	2 Kcal/g
Peso molecular	182.17 g/mol	182.17 g/mol	152.15 g/mol	344 g/mol
Poder edulcorante	0.5 - 0.7	0.5 - 0.7	1	0.3 - 0.4
Sinónimos	D-sorbitol, D-Glucitol D-Sorbol SORBEX™	D-manitol, Azúcar mana, Manicol® Osmitol®	XIROFIN	XIROFIN

Debido a su estructura química son menos reactivos que los carbohidratos pues carecen de grupo carbonilo que participe en las reacciones de Maillard, además de ser más resistentes a la degradación microbiana, enzimática y a la fermentación por levaduras; son también estables en temperaturas ligeramente altas y variaciones de pH.

Por presentar casi todos un poder edulcorante menor a la sacarosa, por lo regular se utilizan tanto con edulcorantes nutritivos como con edulcorantes no nutritivos para tener un sabor final aceptable.

Existen dos propiedades que los hacen realmente atractivos, algunos presenta una muy baja solubilidad (Ver Tabla 5) por lo que se utilizan para reducir la actividad acuosa, además de presentar una pérdida de calor bastante considerable cuando se disuelven en agua lo que origina una sensación de frescura, apreciada principalmente en la industria de confitería [1]

Tabla 5. Solubilidad de polioles en agua a 20°C y calor de solución. [1,12,13]

	Solubilidad ((% peso)	Calor de solución negativo (Kcal/g)
Xilitol	63	36.6
Manitol	18	28.9
Sorbitol	45	26.5
Maltitol	62	18.9
Lactitol	55	13.9
Isomaltol	28	9.4
Sacarosa	66	4.3

De acuerdo a lo anterior algunos usos de los alcoholes debido a sus características individuales son las que se muestran en la tabla 6.

Tabla 6. Aplicaciones de polioles en alimentos. [1,11,12,13]

Poliole	Usos
Xilitol	Jaleas, chocolates, goma de mascar, dulces sabor menta
Manitol	Caramelos duros y blandos, pastillas de menta
Sorbitol	Caramelos duros y pastillas para la tos, gomas de mascar
Lactitol	Dulces, mermeladas chocolates, postres congelados helados, productos de panadería
Isomaltol	Gomas de mascar, productos de panadería

El metabolismo de la mayoría de los polioles se lleva a cabo por enzimas en el intestino delgado, independientemente de la acción de la insulina y siguiendo rutas metabólicas específicas, hasta piruvato, glucosa, y glucógeno, la absorción se lleva a cabo por difusión, pero en el caso del sorbitol y manitol, su peso molecular de 182 g/mol se encuentra cerca del límite, en el cual el mecanismo por difusión libre también es posible, por lo que un exceso puede alterar la absorción y tener efectos laxantes. Por tal razón en algunos países los productos que los contienen deben manejar leyendas precautorias.

El status legal de los polioles se encuentra resumido en la tabla 7.

Tabla 7. Condiciones legales de los polioles. [4,5,6,7]

<p>En México están aprobados todos los polioles con base en el Acuerdo por el que se determinan las sustancias permitidas como aditivos y coadyuvantes. Los productos que contengan sorbitol deben manejar leyenda precautoria "Contiene sorbitol. El abuso de este edulcorante puede causar efectos laxantes". Para los que contienen isomaltol "Este producto puede causar diarreas pasajeras y flatulencia". Sus usos son como edulcorantes y humectantes.</p>	
Isomaltol	Límite de sustitución de azúcar / Dosis máxima (*)
Helados Bebidas no alcohólicas, gomas de mascar Edulcorante de mesa, chocolates y caramelos	GMP's
Sorbitol - Caramelos	99%
Chicles	75%
Dulces blandos chocolates, pastillas de menta	98%
Mermeladas, jaleas, mezclas para hornear y productos horneados	30%
Postres fríos, nieves y helados de leche	17%
En otros alimentos	12%
Bebidas alcohólicas	10 g/L (*)
Alimentos a base de cereales, de semillas, harinas, sémolas o sus mezclas	120 g/Kg. (*)
Pasteles, panques y pays	300 g/Kg. (*)
Manitol - Alimentos y bebidas no alcohólicas con modificaciones	GMP's
Bebidas alcohólicas	10 g/L(*)
Xilitol - Alimentos y bebidas no alcohólicas con modificaciones	GMP's
<p>En el Codex Alimentarius Volumen 1 A XOT04- 1999 está aprobado su uso como:</p> <p>953 Isomaltol Edulcorante agente de brillo, antiaglomerante y agente de volumen</p> <p>965 Maltitol Edulcorante, emulsificante y estabilizante</p> <p>966 Lactitol Edulcorante y texturizante</p> <p>967 Xilitol Edulcorante, humectante, Estabilizante emulsificante, espesante</p> <p>420 Sorbitol Edulcorante, antiaglomerante, secuestrante, emulsificante y texturizante</p> <p>421 Manitol Edulcorante y agente anti aglomerante</p>	
<p>En Estados Unidos la FDA considera:</p> <p>Al Xilitol como aditivo para regímenes especiales (CFR 21 parte 172.395).</p> <p>Al Sorbitol se le considera GRAS (CFR 21 parte 184.1835).</p> <p>Al Manitol se le considera como aditivo permitido en la lista interna (CFR 180.25).</p> <p>Al Maltitol se le considera GRAS.</p> <p>Al Isomaltol se le considera GRAS</p>	

Los productos que contienen Manitol y Sorbitol deben manejar leyenda precautoria "El exceso en el consumo de este producto puede tener un efecto laxante"

Sorbitol	Límite de sustitución de azúcar
Caramelos dulces y	99%
Goma de mascar	75%
Caramelos suaves	98%
Mermeladas y jaleas no estandarizados	30%
Postres fríos y mezclas	17%
Productos horneados y mezclas	30%
Otros alimentos	12%
Manitol	Límite de sustitución de azúcar
Pastillas de menta	98%
Caramelos duros	5%
Goma de mascar	31%
Caramelos suaves	40%
Confitería y	8%
Mermeladas y jaleas no estandarizados	15%
Otros alimentos	2.5%

En la Unión Europea están permitidos:

E 420 Sorbitol como edulcorante artificial, humectante, manejar leyenda precautoria.

E 421 Manitol como edulcorante artificial, humectante, prohibido en alimentos infantiles, manejar leyenda precautoria.

E 953 isomaltol humectante.

E 967 Xilitol edulcorante artificial, humectante.

Pero existen ciertas restricciones en cada país sobre el uso.

Polioi	País
Sorbitol	Permitido Suecia, Bélgica, Dinamarca, Finlandia, Grecia, España, Francia, Italia, Holanda, Alemania, Reino Unido, Irlanda.
No estipulado	Austria.
Manitol	Permitido Alemania, Reino Unido, Bélgica, Dinamarca, Finlandia, Grecia, España, Francia, Irlanda.
No estipulado	Austria, Italia, Holanda, Finlandia.
Lactitol	Permitido Dinamarca, Finlandia, Francia, Alemania, Italia, Holanda, Suecia, Irlanda, Reino Unido, Portugal, Austria, Grecia, Bélgica, Luxemburgo.
Xilitol	Austria, Bélgica, Dinamarca, Alemania, Finlandia, Francia, Grecia, Italia, Luxemburgo, Holanda, Portugal, España, Suecia, Reino Unido, Irlanda.
Maititol	Permitido menos en Holanda, España, Alemania.

3.4. Edulcorantes no Nutritivos Sintéticos

Estados Unidos es el líder mundial en el consumo de edulcorantes de alta intensidad, con aproximadamente el 50% de la demanda mundial. Los edulcorantes de alta intensidad pueden ofrecer a los consumidores la opción de disfrutar del sabor dulce con poca o ninguna ingesta energética o respuesta glucémica. Los edulcorantes no nutritivos pueden ser útiles en el control del peso, el control de la glucosa sanguínea y la prevención de la caries dental. [2]

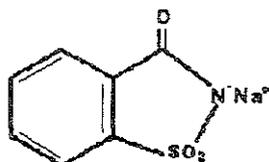
Aunque el efecto preventivo se produce fundamentalmente con la reducción del contenido de la grasa de la dieta, es cierto que también puede contribuir la reducción del contenido energético global y, en este caso, los edulcorantes son de cierta ayuda, pero es claro que por sí solos no resuelven el problema. [2]

La industria alimenticia evalúa estos edulcorantes por muchos atributos, incluyendo las cualidades sensoriales (por ejemplo, un limpio sabor dulce, ausencia de amargura, inodoro), seguridad, compatibilidad con otros ingredientes de los alimentos y estabilidad en los distintos ambientes alimenticios. La tendencia dentro de la industria alimenticia es mezclar los edulcorantes de alta intensidad. Para provocar una sinergia de dulzura (es decir, la combinación es más dulce que los componentes individuales), lo que puede reducir la cantidad de edulcorante necesario y mejorar el sabor dulce en general.

Los edulcorantes de alto poder se pueden subdividir en:

- Edulcorantes sintéticos (sacarina, ciclamatos, aspartame, acesulfame k, alitame, sucralosa, neotame).
- Edulcorantes de origen natural. (taumatinas, esteviósido, glicirricina, tagatosa, monellina, dihidrochalconas, hernandulcina).

3.4.1. Sacarina



SACARINA SÓDICA

Nombre químico: *O*-Benzosulfimida de sodio

Fórmula condensada: $C_7H_4NO_3SNa \cdot 2H_2O$

Peso molecular: 241.20 g/mol

Poder edulcorante: 300

Sinónimos: Canderel®, Sweet'n Low®, Sacarina soluble. [8,9]

La sacarina fue el primer edulcorante de alto poder sintetizado. Fue descubierto accidentalmente en 1878, en los laboratorios de la Universidad de Maryland y se utiliza como edulcorante desde principios de siglo XX. Es varios cientos de veces más dulce que la sacarosa. Está disponible en forma ácida en forma de sal sódica y de calcio pero la forma más utilizada es la sal sódica ya que la forma ácida es muy poco soluble en agua.

Tiene un resabio amargo, sobre todo cuando se utiliza en altas concentraciones, pero este resabio puede minimizarse mezclándola con otras sustancias. (Ver Tabla 5)

Tabla 5. Mezclas de Sacarina con otros edulcorantes. [12]

Aspartame	Sinérgica
Acesulfame K	Compatible
Ciclamato	Sinérgica
Alitame	Sinérgica
Sucralosa	Sinérgica
Sacarosa	Compatible
Fructosa	Compatible

Es un edulcorante que resiste al calentamiento su punto de fusión es ligeramente superior a los 300°C y resiste también a los medios ácidos por lo que es muy útil en muchos procesos de elaboración de alimentos. A pH menores de 2 y a temperaturas cerca de 380°C se descompone en ácido 2-sulfobenzoico y ácido 2-sulfamilbenzoico, produciendo humos tóxicos.

Entre la gran variedad de aplicaciones que tiene se pueden mencionar:

- Edulcorante de mesa.
- Bebidas carbonatadas.
- Helados, yogurt, productos lácteos.
- Sidras, encurtidos, salsas.
- Té helado.

Ya desde los inicios de su utilización la sacarina se ha visto sometida a ataques por razones de tipo económico, al provocar con su uso la disminución del consumo de azúcar y de otros edulcorantes, (la sacarina era el edulcorante de alta intensidad de mayor volumen y menor costo usado en el mundo) así como por su posible efecto sobre la salud de los consumidores.

En los años setenta varios grupos de investigadores indicaron que dosis altas de sacarina (5% del peso total de la dieta) eran capaces de inducir la aparición de cáncer de vejiga en ratas. Con lo que su inocuidad y uso se pusieran en entre dicho, cabe aclarar que estudios posteriores demostraron que con concentraciones reales utilizadas en dietas normales no existe posibilidad alguna de producir esta agresión a la vejiga de las ratas.

La sacarina no proporciona energía, los seres humanos no la metabolizan y no produce cáncer por sí misma sino a través de su efecto como desencadenante de una agresión fisicoquímica a la vejiga de las ratas que induce la proliferación celular en concentraciones elevadas. [15]

El status legal de la sacarina se encuentra resumido en la tabla 6

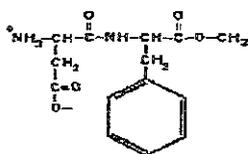
Tabla 6. Condiciones legales de la sacarina. [4,5,6,16]

En México está aprobada como edulcorante, sintético no nutritivo, se permiten tanto la forma ácida como las sales de calcio y sodio, según el artículo 675 del Reglamento de la Ley General de Salud y el Acuerdo por el que se determinan las sustancias permitidas como aditivos y coadyuvantes.	
Alimento	Dosis máxima
Bases, mezclas y sorbetes para helados	300 mg/Kg.
Helados de crema, leche o grasa vegetal	300 mg/Kg.
Productos bajos y reducidos en calorías, sin y reducidos en azúcar	
Bebidas no alcohólicas	40 mg/100 g de producto
Presentación de mesa	20 mg
Alimentos elaborados	30 mg/por porción
Bebidas alcohólicas	80 mg/L
En el Codex Alimentarius Volumen 1 A XOT04- 1999 está aprobado su uso como edulcorante en sus tres formas con el número internacional 954. Estableciendo el JEFCA un ADI de 5.0 mg/Kg.	
La FDA tiene a la sacarina en la lista de base interina (CFR 180.37) y exige que se lleve una etiqueta de advertencia. " Este producto contiene sacarina. Estudios en laboratorio han demostrado que puede causar cáncer en ratas".	
Alimentos para regímenes especiales	Dosis máxima
Bebidas, jugos de fruta, mezclas y bases	12 mg/oz
Edulcorante de mesa	20 mg
Alimentos procesados	30 mg/ porción
Además de permite el uso: Para reducir el volumen y realzar sabores en tabletas de vitaminas Para retener el sabor y las propiedades físicas de la goma de mascar. Para realzar el sabor de chips usados en productos para panificación no estandariza do.	
En la Comunidad Europea esta aprobada en la Directiva 94/35/CE, las tres formas, (ácida. Sal sódica y de calcio) además de contar con el código E 954 y estipulando el Comité Científico para los Alimentos un ADI de 5 mg/Kg.	
Bebidas no alcohólicas	Dosis máxima
Bases concentradas para bebidas bajas en calorías o sin adición de azúcar	80 mg/L
Leche y productos lácteos derivados, bases para jugos	80 mg/L
Bases para bebidas bajas en calorías o sin adición de azúcar	
Bases para bebidas no alcohólicas carbonatadas, adicionadas con edulcorante y saborizantes	100mg/L
Bases de agua concentradas para postres bajos en calorías o sin adición de azúcar	100 mg/Kg

GENERALIDADES

Leche y preparaciones de derivados lácteos bajos en calorías o sin adición de azúcar	100 mg/Kg
Bases de frutas o vegetales para postres, bajas en calorías o sin adición de azúcar	100 mg/Kg
Bases para postres de huevo bajas en calorías o sin adición de azúcar	100 mg/Kg
Bases para postres de cereales bajos en calorías o sin adición de azúcar	100 mg/Kg
Cereales para desayuno con contenido de fibra de más de 15% y con menos de 20% de salvado, bajos en calorías o sin adición de azúcar	100 mg/Kg
Bases grasas para postres bajas en calorías o sin adición de azúcar	100 mg/Kg
Botanas listas para consumo, pre empaquetados, secos, y productos con almidón y de nuez con cubierta.	100 mg/Kg
Confitería sin adición de azúcar	500 mg/Kg
Bases para confitería de cocoa o frutas secas bajas en calorías o sin adición de azúcar	500 mg/Kg
Barquillos y galletas para helado bajo en calorías o sin adición de azúcar	800 mg/Kg
Bases para confitería de almidón bajas en calorías o sin adición de azúcar	300 mg/Kg
Cocoa. Leche, fruta seca o bases grasas para sandwiches bajas en calorías o sin adición de azúcar	200 mg/Kg
Goma de mascar sin adición de azúcar	1 200 mg/Kg
Dulces para refrescar aliento sin adición de azúcar	3 000 mg/Kg
Sidra y Jugo de pera	80 mg/L
Mezclas de bebidas no alcohólicas con cerveza, sidra, y vino	80 mg/L
Licores fuertes que contienen menos del 15% de alcohol por volumen	80 mg/Kg
Cerveza sin alcohol o que contenga menos de 1.2% por volumen	80 mg/L
Cerveza con un mínimo de acidez de 30 milieq expresados como NaOH	80 mg/L
Hielos comestibles bajos en calorías o sin adición de azúcar	100 mg/Kg
Conservas o frutas envasadas, bajas en calorías o sin adición de azúcar	200 mg/Kg
Mermeladas, jaleas, confituras bajas en calorías	200 mg/Kg
Preparaciones de fruta y vegetales bajos en calorías	200 mg/Kg.
Dulces ácidos de frutas y vegetales en conserva	160 mg/Kg
Sopas bajas en calorías	110 mg/L
Conservas o semiconservas de pescado, mariscos, crustáceos y moluscos	160 mg/Kg.
Salsa	160 mg/Kg
Mostazas	320 mg/Kg
Productos finos de panificación para regímenes especiales	170 mg/Kg.
Complementos alimenticios para control de peso	240 mg/Kg
Fórmulas para suplementos alimenticios bajo supervisión médica	200 mg/Kg
Suplementos alimenticios líquidos	80 mg/Kg
Suplementos alimenticios sólidos	500 mg/Kg
Suplementos alimenticios con vitaminas minerales, en jarabes y masticables	1 200 mg/Kg.

3.4.2. Aspartame



Nombre químico: Aspartil fenilalanina metil ester

Fórmula condensada: $C_{14}H_{18}N_2O_5$

Peso molecular: 294.31 g/mol

Poder edulcorante: 160 -220

Sinónimos: Nutrasweetl®, AJINOMOTO, CO's ASPARTIL®. [8,9]

Es uno de los más importantes edulcorantes artificiales, sintetizado por accidente en 1965 por los laboratorios Searle & Co. Se obtiene de la unión química de los aminoácidos fenilalanina y ácido aspártico. Las esterases intestinales hidrolizan el aspartame en ácido aspártico, metanol y fenilalanina.

Los aminoácidos son metabolizados con el fin de proporcionar 4 Kcal/g. Así, este edulcorante sí proporciona energía; sin embargo, debido a la intensa dulzura del aspartame, la cantidad de energía que de él se deriva es insignificante. [12]

La fenilalanina es un aminoácido esencial, es decir que el hombre no puede sintetizarlo, por lo que tiene que obtenerlo de la dieta (principalmente en carnes, lácteos y vegetales) sin embargo en el caso de las personas que padecen fenilcetonuria (enfermedad congénita rara producida por la carencia de una enzima esencial para degradar el aminoácido) el uso de productos con este edulcorante le aportaría una ingesta excesiva de este aminoácido provocando mayores niveles plasmáticos y síntesis alterada de los neurotransmisores monoaminos y efectos adversos. [15]

El aspartame no tiene ningún resabio, resalta e intensifica los sabores principalmente de los cítricos y frutas es relativamente estable ya que soporta solo medios ligeramente ácidos (pH entre 3 y 5) pero no resiste el calentamiento fuerte; se descompone en temperaturas superiores a 150°C y su

punto de fusión es de 246° C por lo que presenta problemas para usarse en repostería en algunos alimentos el aspartame se adiciona después de haber sido cocinado el producto.

El aspartame está disponible en forma líquida, granulada, encapsulada y en polvo a fin de ampliar su uso en alimentos y bebidas. La forma encapsulada ha hecho que el aspartame tenga mayor estabilidad térmica, con lo que ha empezado a usarse en algunos productos horneados comerciales

Por ser un dipéptido natural es atacado por microorganismos y participa en reacciones de Maillard de tal forma que se usa en mezcla sinérgica con el acesulfame k (50:50) o con el xilitol principalmente. Entre sus aplicaciones están:

- Bebidas carbonatadas y no carbonatadas.
- Edulcorantes de mesa.
- Chicles, confituras y mermeladas.
- Postres congelados, lácteos y helados.
- Caramelos de menta.
- Bebidas de chocolate calientes.
- Postres y cremas pasteleras.
- Gelatinas, cereales.
- Refrescos en polvo.
- Frutas en conserva.
- Repostería (productos limitados).

El status legal del Aspartame se encuentra resumido en la tabla 7

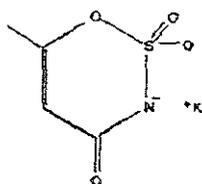
Tabla 7. Condiciones legales del aspartame. [4,5,6,16]

En México está aprobado como edulcorante sintético no nutritivo, según el Acuerdo por el que se determinan las sustancias permitidas como aditivos y coadyuvantes. Los productos que lo contienen deben llevar la leyenda "Fenilcetonuricos: Contiene Fenilalanina"	
Producto	Dosis máxima
Bases, mezclas y sorbetes para helados	GMP's.
Helados de crema, leche o grasa vegetal	GMP's.
Productos bajos y reducidos en calorías, sin y reducidos en azúcar	
Bebidas no alcohólicas	GMP's.
Presentación de mesa	GMP's.
Alimentos elaborados	GMP's.
Bebidas alcohólicas	GMP's.
En el Codex Alimentarius Volumen 1 A XOT04- 1999 está aprobado su uso como edulcorante e intensificador de sabores con el número internacional 951. Estableciendo el JEFCA un ADI de 40 mg/Kg.	
La FDA tiene aprobado al Aspartame como aditivo multi funcional (CFR 21 parte 172.804) y exige que lleve una etiqueta de advertencia, "Fenilcetonuricos: Contiene Fenilalanina".	
Se puede utilizar sobre la base de GMP's. Establece un ADI de 50 mg/Kg.	
En la Comunidad Europea está aprobado en la Directiva 94/35/CE, tiene asignado el código E 951. Estableciendo un ADI de 40 mg/Kg.	
Bebidas no alcohólicas	Dosis máxima
Bases concentradas para bebidas bajas en calorías o sin adición de azúcar	600 mg/L
Leche y productos lácteos derivados, bases para jugos	600 mg/L
Bases para bebidas bajas en calorías o sin adición de azúcar	
Bases de agua concentradas para postres bajos en calorías o sin adición de azúcar	1 000 mg/Kg
Leche y preparaciones de derivados lácteos bajos en calorías o sin adición de azúcar	1 000 mg/Kg
Bases de frutas o vegetales para postres, bajas en calorías o sin adición de azúcar	1 000 mg/Kg
Bases para postres de huevo bajas en calorías o sin adición de azúcar	1 000 mg/Kg
Bases para postres de cereales bajos en calorías o sin adición de azúcar	1 000 mg/Kg
Cereales para desayuno con contenido de fibra de mas de 15% y con menos de 20% de salvado, bajos en calorías o sin adición de azúcar	100 mg/Kg
Bases grasas para postres bajas en calorías o sin adición de azúcar	1 000 mg/Kg
Botanas listas para consumo, pre empaquetados, secos, y productos con almidón	500 mg/Kg
Confitería sin adición de azúcar	1 000 mg/Kg

GENERALIDADES

Bases para confitería de cocoa o frutas secas bajas en calorías o sin adicionar azúcar	2 000 mg/Kg
Barquillos y galletas para helado bajo en calorías o sin adicionar azúcar	1 000 mg/Kg
Bases para confitería de almidón bajas en calorías o sin adicionar azúcar	2 000 mg/Kg
Cocoa. Leche, fruta seca o bases grasas para sandwiches bajas en calorías o sin adicionar azúcar	1 000 mg/Kg
Goma de mascar sin adicionar azúcar	5 200 mg/Kg
Dulces para refrescar aliento sin adición de azúcar	3 000 mg/Kg
Sidra y Jugo de pera	600 mg/L
Mezclas de bebidas no alcohólicas con cerveza, sidra, y vino	600 mg/L
Licores fuertes que contienen menos del 15% de alcohol por volumen	600 mg/Kg
Cerveza sin alcohol o que contenga menos de 1.2% por volumen	600 mg/L
Cerveza con un mínimo de acidez de 30 milieq expresados como NaOH	600 mg/L
Cervezas oscuras tipo "oud briun"	600 mg/L
Cerveza baja en calorías	25 mg/L
Hielos comestibles bajos en calorías o sin adición de azúcar	800 mg/Kg
Conservas o frutas envasadas, bajas en calorías o sin adicionar azúcar	1 000 mg/Kg
Mermeladas, jaleas, confituras bajas en calorías	1 000 mg/Kg
Preparaciones de fruta y vegetales bajos en calorías	1 000 mg/Kg.
Dulces ácidos de frutas y vegetales en conserva	300 mg/Kg
Ensaladas finas	350 mg/Kg
Conservas o semiconservas de pescado, mariscos, crustáceos y moluscos	300 mg/Kg.
Salsa	350 mg/Kg
Sopas bajas en calorías	110 mg/L
Mostazas	350 mg/Kg
Productos finos de panificación para regímenes especiales	1 700 mg/Kg.
Complementos alimenticios para control de peso	800 mg/Kg
Fórmulas para suplementos alimenticios bajo supervisión medica	1 000 mg/Kg
Suplementos alimenticios líquidos	600 mg/Kg
Suplementos alimenticios sólidos	2 000 mg/Kg
Suplementos alimenticios con vitaminas minerales, en jarabes y masticables	5 500 mg/Kg

3.4.3. Acesulfame-K



Nombre químico: (6-Metil-1,2,3-Oxatazín-4(3H)-ona-2,2-Dióxido de Potasio)

Fórmula condensada: $C_4H_4KNO_4S$

Peso molecular: 201.24 g/mol

Poder edulcorante: 200

Sinónimos: Acesulfame K, Sunettl®, Sweet One®.[8,9]

El Acesulfame K es un edulcorante relativamente sencillo fue descubierto accidentalmente en 1967 en los Laboratorios Hoechst (Nutrinova) en Alemania.

El Acesulfame -K es parte de los compuestos conocidos como dióxidos de oxatazinona; generalmente la sal de potasio es la que se vende comercialmente en polvo o tabletas En la actualidad es uno de los edulcorantes más utilizados ya que presenta múltiples ventajas en comparación con el resto de sus competidores:

- Optimiza en general casi todos los sabores.
- Se utiliza como edulcorante de impacto.
- Es estable al calor y en rangos de pH de 3 a 7.
- Puede soportar altas temperaturas de cocción u horneado pasteurización y proceso UHT.
- Es soluble en agua y ésta aumenta al incrementar la temperatura.
- Las mezclas de acesulfame-K con otros edulcorantes nutritivos y no nutritivos puede sinergizar el potencial de dulzura y reducir el gusto amargo que presentan algunos.

➤ Este edulcorante no proporciona ninguna energía; el organismo no lo metaboliza y se excreta intacto en la orina. [12]

La cantidad de acesulfame-K que se agrega a los productos alimenticios es muy pequeña, debido a su intenso poder endulzante y porque con frecuencia se utiliza en combinación con otros edulcorantes. (ver tabla 8)

Tabla 8. Mezclas sinérgicas de Acesulfame K. [12,13,14]

Aspartame (1:1)
Ciclamato de sodio (1:5)
Xilitol (1:100)
Maltitol (1:150)
Sorbitol (1:150:200)
Isomaltol (1:250)

Es el edulcorante con mayor potencial de aplicaciones, entre las cuales destacan:

- Néctares de Fruta, concentrados.
- Bebidas carbonatadas y no carbonatadas.
- Helados, postres, gelatinas.
- Repostería.
- Productos horneados: pasteles galletas.
- Encurtidos.
- Yogurt.
- Gomas de mascar, confituras, mermeladas.
- Edulcorante de mesa. Té y café instantáneo.
- Bases para productos análogos.
- Bebidas alcohólicas.

El status legal del Acesulfame K se encuentra resumido en la tabla 8

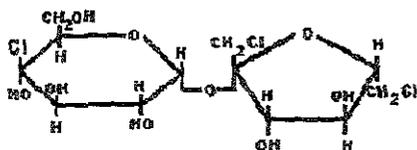
Tabla 8. Condiciones legales del Acesulfame K. [4,5,6,16]

En México está aprobado como edulcorante, sintético no nutritivo, Dosis el Acuerdo por el que se determinan las sustancias permitidas como aditivos y coadyuvantes.	
Alimentos	Dosis máxima
Bases, mezclas y sorbetes para helados	GMP's.
Helados de crema, leche o grasa vegetal	GMP's.
Productos bajos y reducidos en calorías, sin y reducidos en azúcar	
Bebidas no alcohólicas	GMP's.
Presentación de mesa	GMP's.
Alimentos elaborados	GMP's.
Bebidas alcohólicas	350 mg/L.
En el Codex Alimentarius Volumen 1 A XOT04- 1999 está aprobado su uso como edulcorante con el número internacional 950. Estableciendo el JEFCA un ADI de 15 mg/Kg.	
La FDA tiene aprobado al Acesulfame K (CFR21 parte 172.800); su contenido está condicionado a GMP's. Estableciendo un ADI de 15 mg/Kg.	
En la Comunidad Europea esta aprobado en la Directiva 94/35/CE, además de contar con el código E 950 y estipulando el Comité Científico para los Alimentos un ADI de 9 mg/Kg .	
Bebidas no alcohólicas	Dosis máxima
Bases concentradas para bebidas bajas en calorías o sin adición de azúcar	350 mg/L
Leche y productos lácteos derivados, bases para jugos	350 mg/L
Bases para bebidas bajas en calorías o sin adición de azúcar	
Bases de agua concentradas para postres bajos en calorías o sin adición de azúcar	350 mg/Kg
Leche y preparaciones de derivados lácteos bajos en calorías o sin adición de azúcar	350 mg/Kg
Bases de frutas o vegetales para postres, bajas en calorías o sin adición de azúcar	350 mg/Kg
Bases para postres de huevo bajas en calorías o sin adición de azúcar	350 mg/Kg
Bases para postres de cereales bajos en calorías o sin adición de azúcar	350 mg/Kg
Cereales para desayuno con contenido de fibra de mas de 15% y con menos de 20% de salvado, bajos en calorías o sin adición de azúcar	1 200 mg/Kg
Bases grasas para postres bajas en calorías o sin adición de azúcar	350 mg/Kg
Botanas listas para consumo, pre empaquetados, secos, y productos con almidon y de nuez con cubierta.	350 mg/Kg
Confitería sin adición de azúcar	500 mg/Kg
Bases para confitería de cocoa o frutas secas bajas en calorías o sin adicionar azúcar	500 mg/Kg
Barquillos y galletas para helado bajos en calorías o sin adicionar azúcar	2 000 mg/Kg

GENERALIDADES

Bases para confitería de almidón bajas en calorías o sin adicionar azúcar	1 000 mg/Kg
Cocoa. Leche, fruta seca o bases grasas para sandwiches bajas en calorías o sin adicionar azúcar	1 000 mg/Kg
Goma de mascar sin adicionar azúcar	2 000 mg/Kg
Dulces para refrescar aliento sin adición de azúcar	2 500 mg/Kg
Sidra y Jugo de pera	350 mg/L
Mezclas de bebidas no alcohólicas con cerveza, sidra, y vino	350 mg/L
Licores fuertes que contienen menos del 15% de alcohol por volumen	350 mg/Kg
Cerveza sin alcohol o que contenga menos de 1.2% por volumen	350 mg/L
Cerveza con un mínimo de acidez de 30 milieq expresados como NaOH	350 mg/L
Cervezas oscuras tipo "oud briun"	350 mg/L
Cerveza baja en calorías	25 mg/L
Hielos comestibles bajos en calorías o sin adición de azúcar	800 mg/Kg
Conservas o frutas envasadas, bajas en calorías o sin adicionar azúcar	350 mg/Kg
Mermeladas, jaleas, confituras bajas en calorías	1 000 mg/Kg
Preparaciones de fruta y vegetales bajas en calorías	350 mg/Kg.
Dulces ácidos de frutas y vegetales en conserva	200 mg/Kg
Ensaladas finas	350 mg/Kg
Conservas o semiconservas de pescado, mariscos, crustáceos y moluscos	200 mg/Kg.
Salsa	350 mg/Kg
Sopas bajas en calorías	110 mg/L
Mostazas	350 mg/Kg
Productos finos de panificación para regímenes especiales	1 000 mg/Kg.
Complementos alimenticios para control de peso	450 mg/Kg
Formulas para suplementos alimenticios bajo supervisión medica	450 mg/Kg
Suplementos alimenticios líquidos	350 mg/Kg
Suplementos alimenticios sólidos	500 mg/Kg
Suplementos alimenticios con vitaminas minerales, en jarabes y masticables	2 000 mg/Kg.

3.4.4. Sucralosa



Nombre químico: 1,6-dicloro-1,6-dideoxi-β-D-fructofuranosil-4-cloro-4-deoxi-α-D-galactopiranosido.

Formula condensada: $C_{12}H_{19}O_9Cl_2$

Peso molecular: 377 g/mol

Poder edulcorante: 600

Sinónimos: Splenda®. [8,9]

La sucralosa es un edulcorante desarrollado por McNeil Specialty Products y Tate & Lyle en 1976; es un derivado del azúcar ordinario (se obtiene por medio de la clorinación selectiva de la D-glucosa para reemplazar tres grupos hidroxilos) pero sin las calorías de éste, no se absorbe bien y se excreta, prácticamente intacta, a través de la orina.

Este edulcorante es estable al calor en la cocción y horneado, bastante soluble en agua y trabaja sin problemas en un rango de pH 3. a 7. aunque a pH menores de 3 sufre una pequeña hidrólisis pero aun así no pierde su efecto edulcorante, es soluble en agua y su solubilidad aumenta al aumentar la temperatura. La presentación comercial es en sólido cristalino o líquido concentrado. [1,12]

La sucralosa se puede utilizar en un amplio abanico de productos que incluye:

- Derivados lácteos.
- Edulcorante de mesa.
- Salsa y aderezos.
- Postres fríos.
- Productos horneados.

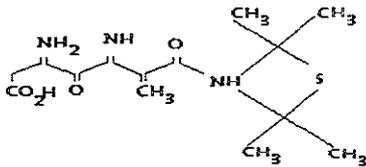
- Bebidas carbonatadas y no carbonatadas.
- Gomas de mascar.
- Bebidas alcohólicas.
- Mezclas de productos secos.
- Repostería y mermeladas.
- Pastas para untar a base de frutas.

El status legal de la Sucralosa se encuentra resumido en la tabla 9

Tabla 9. Condiciones legales de la Sucralosa. [4,5,6,15]

En México está aprobada como edulcorante, sintético no nutritivo, según el Acuerdo por el que se determinan las sustancias permitidas como aditivos y coadyuvantes.	
Productos bajos y reducidos en calorías, sin y reducidos en azúcar/	Dosis máxima
Bebidas no alcohólicas	No más de 0.025%.
Presentación de mesa	GMP's.
Cereales para desayuno	No más de 0.1%.
Postres y Rellenos	No más de 0.025%.
Gomas de mascar	No más de 0.15
Jaleas	No más de 0.045%
Aderezos	No más de 0.04%
Dulces	No más de 0.07%
Panadería y mezclas para hornear	No más de 0.065%
Pudines	No más de 0.04%
Jarabes de mesa	No más de 0.15%
En el Codex Alimentarius Volumen 1 A XOT04 - 1999 está aprobada su uso como edulcorante con el número internacional 955. Estableciendo el JEFCA un ADI de 15 mg/Kg.	
En FDA está aprobada (CFR 21 parte 172.831) y su contenido es ta condicionado a GMP's. Estableciendo un ADI de 5 mg/Kg.	
En la Comunidad Europea está aprobada en la Directiva 94/35/CE, además de contar con el código E 955. Estipulando el Comité Científico para los Alimentos un ADI de 15 mg/Kg.	

3.4.5. Alitame



Nombre químico: L- α -aspartil-N-(2,2,4,4 tetrametil-3-tietaril)-D-alaniamida hidratada

Fórmula condensada: C₁₄H₂₇O₄N₃S

Peso molecular: 333 g/mol.

Poder edulcorante: 2000.

Sinónimos: Aclame®. [8,9]

Alentados por el descubrimiento casual del aspartame por Searle & Co., Pfizer, Inc. estableció a principios de los setenta un programa de investigación para encontrar otro edulcorante de alta intensidad que estuviera formado por péptidos, lo cual logró en 1983 al encontrar el Alitame, que está compuesto por los ácido L-aspártico, D-alanina y una porción de amida terminal -C.

El Alitame es muy similar al aspartame pero presenta ventajas considerables:

- Perfil de sabor dulce muy limpio, no tiene las cualidades amargas o metálicas de los edulcorantes de alta intensidad. Este edulcorante se mezcla con otros edulcorantes de alta intensidad para maximizar la calidad de la dulzura.
- Al ser degradado por el organismo se hidroliza y forma ácido aspártico y alanin amida. Por lo general, el ácido aspártico se metaboliza y la alanin-amida se excreta en orina como isómero sulfóxido, sulfona o se conjuga con ácido glucurónico. La absorción incompleta y el metabolismo dan como resultado un valor central de 1.4 Kcal/g.

- Excelente estabilidad a altas temperaturas y a rangos amplios de pH.
- Estable en soluciones acuosas su solubilidad aumenta con la temperatura.

Una de sus desventajas es que a pesar de tener una excelente vida de anaquel, el alitame pierde un poco de dulzor al almacenarse por tiempo prolongado en bebidas con condiciones ácidas. [1,12]

Se utiliza en las mismas áreas que todos los edulcorantes antes mencionados pero su uso se encuentra limitado ya que no esta aprobado su uso en Estados Unidos(ver tabla 10); principalmente destacan:

- Productos horneados de repostería y masas.
- Postres y masas congeladas.
- Productos lácteos.
- Bebidas calientes y frías.
- Concentrados de fruta.

El status legal del Alitame se encuentra resumido en la tabla 10

Tabla 10 Condiciones legales del Alitame . [4,5,6,16]

En México está aprobado, según el Acuerdo por el que se determinan las sustancias permitidas como aditivos y coadyuvantes.
En el Codex Alimentarius Volumen 1 A XOT04 - 1999 está aprobado su uso como edulcorante con el número internacional 956. Estableciendo el JEFCA un ADI de 15 mg/Kg.
La FDA no tiene aprobado al Alitame, se encuentra en estudio la petición.
En la Comunidad Europea está aprobado en la Directiva 94/35/CE, además de contar con el código E 956 y estipulando el Comité Científico para los Alimentos un ADI de 15 mg/Kg .

3.4.6. Ciclamato



Nombre químico: Ciclohexilsulfamato sódico

Fórmula condensada: $\text{C}_6\text{H}_{11}\text{NNaO}_3\text{S}$

Peso molecular: 200 g/mol

Poder edulcorante: 30

Sinónimos: Sucrosa®, Assurgin®, Ciclamato de sodio, Sucaryl®. [8,9]

Fue descubierto accidentalmente en 1937 por Michael Sveda en la Universidad de Illinois, mientras trabajaba con ácido sulfámico.

Existen comercialmente tres presentaciones la forma ácida (ácido ciclámico) y las dos sales (sódica y cálcica) pero en la industria se utilizan comúnmente las sales.

Los ciclamatos son estables a bajas y altas temperaturas y pH comunes dentro del proceso de los alimentos, presentan un perfil agradable de sabor es no criogénico y bastante económico; no aporta calorías.

Fue utilizado sin problemas junto con la sacarina hasta 1970 cuando fue prohibido por la FDA por sospechas de que podía actuar como cancerígeno. Los datos acerca de su posible carcinogenicidad son conflictivos. El efecto no sería debido al propio ciclamato, sino a un producto derivado del, la ciclohexilamina, cuyo efecto cancerígeno tampoco está totalmente claro. El organismo humano no es capaz de transformar el ciclamato en este derivado, pero sí la flora bacteriana presente en el intestino. El grado de transformación depende de los individuos, variando también la magnitud del posible riesgo. [15]

Así mismo todos los datos acerca de los efectos negativos del ciclamato se han obtenido a partir de experimentos en animales utilizando dosis muchísimo mayores que las ingeridas por un consumidor habitual.

La elección, teniendo en cuenta que su presencia se indique en la etiqueta, corresponde finalmente al consumidor. Es potencialmente más riesgoso en el caso de los niños, a los que están destinados muchos productos que lo contienen, ya que en ellos la dosis por unidad de peso es evidentemente mayor, al ser más pequeños. [12,13]

El riesgo ocasionado por el consumo de este aditivo, es pequeño, pero existen otros edulcorantes alternativos cuyos riesgos parecen ser aun menores.

Actualmente tiene un amplio espectro de aplicaciones a pesar de lo restringido de su uso:

- Bebidas carbonatadas.
- Chocolates y confitería.
- Bebidas para deportistas.
- Productos lácteos.
- Salsa.
- Postres flanes y gelatinas.
- Gomas de mascar.
- Té helado.
- Cereales para desayuno.
- Edulcorante de mesa.

El status legal del Ciclamato se encuentra resumido en la tabla 11.

Tabla 11. Condiciones legales del Ciclamato. [4,5,6,16]

En México está prohibido para el uso en Helados, Bases, sorbetes y mezclas solamente.
En el Codex Alimentarius Volumen 1 A XOT04- 1999 está aprobado su uso como edulcorante en sus tres formas con el número internacional 952. Estableciendo el JEFCA un ADI de 11 mg/Kg.
La FDA contempla al ciclamato como aditivo prohibido (CFR 21 parte 189.132), pero el Comité de Evaluación para el Cáncer, de la FDA, revisó la evidencia científica y concluyó que el ciclamato no era carcinogénico en 1984. En 1985, la Academia Nacional de Ciencias reafirmó este hecho. La solicitud para reaprobar el ciclamato en los Estados Unidos se encuentra todavía bajo revisión.

GENERALIDADES

En la Comunidad Europea está aprobado en la Directiva 94/35/CE, además de contar con el código E 952 y estipulando el Comité Científico para los Alimentos un ADI de 7 mg/Kg .

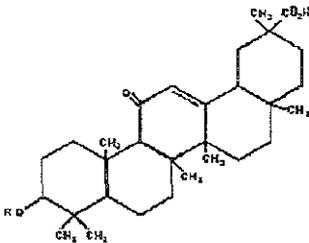
Bebidas no alcohólicas	Dosis máxima
Bases concentradas para bebidas bajas en calorías o sin adición de azúcar	400 mg/L
Leche y productos lácteos derivados, bases para jugos	400 mg/L
Bases para bebidas bajas en calorías o sin adición de azúcar	
Bases de agua concentradas para postres bajos en calorías o sin adición de azúcar	250 mg/Kg
Leche y preparaciones de derivados lácteos bajos en calorías o sin adición de azúcar	250 mg/Kg
Bases de frutas o vegetales para postres, bajas en calorías o sin adición de azúcar	250 mg/Kg
Bases para postres de huevo bajas en calorías o sin adición de azúcar	250 mg/Kg
Bases para postres de cereales bajos en calorías o sin adición de azúcar	250 mg/Kg
Bases grasas para postres bajas en calorías o sin adición de azúcar	250 mg/Kg
Confitería sin adición de azúcar	500 mg/Kg
Bases para confitería de cocoa o frutas secas bajas en calorías o sin adicionar azúcar	500 mg/Kg
Bases para confitería de almidón bajas en calorías o sin adicionar azúcar	500 mg/Kg
Cocoa. Leche, fruta seca o bases grasas para sandwiches bajas en calorías o sin adicionar azúcar	500 mg/Kg
Goma de mascar sin adicionar azúcar	1 500 mg/Kg
Dulces para refrescar el aliento sin adición de azúcar	2 500 mg/Kg
Mezclas de bebidas no alcohólicas con cerveza, sidra, y vino	250 mg/L
Cervezas oscuras tipo "oud bruin"	350 mg/L
Cerveza baja en calorías	25 mg/L
Hielos comestibles bajos en calorías o sin adición de azúcar	250 mg/Kg
Conservas o frutas envasadas, bajas en calorías o sin adicionar azúcar	1 000 mg/Kg
Mermeladas, jaleas, confituras bajas en calorías	1 000 mg/Kg
Preparaciones de fruta y vegetales bajas en calorías	250 mg/Kg.
Productos finos de panificación para regímenes especiales	1 600 mg/Kg.
Complementos alimenticios para control de peso	400 mg/Kg
Formulas para suplementos alimenticios bajo supervisión medica	400 mg/Kg
Suplementos alimenticios líquidos	400 mg/Kg
Suplementos alimenticios sólidos	500 mg/Kg
Suplementos alimenticios con vitaminas minerales, en jarabes y masticables	1 250 mg/Kg.

3.5. Edulcorantes no nutritivos de origen natural

La investigación de compuestos presentes en la naturaleza ha tomado un creciente interés principalmente en riquezas botánicas poco exploradas (África y Sudamérica). La razón es simple ya que en esas regiones existen sustancias naturales que son consumidas desde siempre, por ciertas poblaciones al parecer sin riesgo alguno.

De tal forma que algunos de estas sustancias podrían reemplazar a los edulcorantes sintéticos, ya que por lo general presentan un poder edulcorante mucho mayor además de ser de origen natural, por lo cual pueden usarse en alimentos procesados 100% naturales.

3.5.1. Glicirricina



R= β -Glucopiranosil-CO₂H- β -Glucopiranosil-CO₂H

Formula condensada: C₄₁H₆₁O₁₆

Peso molecular: 809 g/mol

Poder edulcorante: 50. [9,18]

El ácido glicirrizico es extraído de las raíces de la planta *Glycyrrhiza glabra* y de otras especies del genero *Glycyrrhiza*.

Comercialmente, después de la extracción se convierte el ácido a su sal de amoniaco ya que ésta presenta ventajas en comparación con las otras sales (de calcio, potasio y magnesio):

- Mayor solubilidad en al agua.

- Mayor resistencia a altas temperaturas.
- Soporta hasta un pH de 4.5.

Por lo general a la sal de amoníaco también se le conoce como glicirricina y es químicamente un glucósido triterpenoide.

Se ha tratado de hacer modificaciones a la estructura de la glicirricina para obtener compuestos con mayor poder edulcorante, pero esto no ha sido posible. Así mismo se han extraído otros compuestos análogos de otras raíces en especial de *Glycyrrhiza inflata*, pero las sustancias obtenidas aunque presentan un poder edulcorante mayor tienen el inconveniente de tener un muy bajo rendimiento durante la extracción, además de que el costo se incrementa por que hay que purificarlas para eliminar sustancias que dan un perfil amargo al sabor. [12,13,14]

La Glicirricina presenta numerosos usos, es un antialérgico natural, antiinflamatorio, antitusivo y expectorante; en la industria de alimentos se utiliza como:

- Saborizante.
- Edulcorante.
- Agente espumante.

En una variedad limitada de productos:

- Bebidas carbonatadas que no tengan un pH tan bajo.
- Postres fríos.
- Confitería.

Desafortunadamente el uso excesivo puede presentar inicios de pseudoaldosteronismo, (enfermedad que produce una afección en las glándulas suprarrenales principalmente en las células que producen aldosterona) lo que se manifiesta como hipertensión, jaquecas, fatiga, edemas, retención de sodio y una ligera diuresis de potasio.

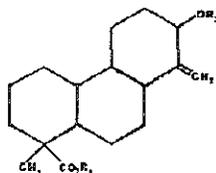
Japón es el principal mercado de la glicirricina, se utiliza como edulcorante y saborizante en bebidas, medicinas y cosméticos, sus principales proveedores son China Afganistán y Pakistán. El Ministerio de Salud ha establecido un límite en el uso de la glicirricina para su uso en la formulación de medicamentos 200 mg/día. En el caso de los Estados Unidos el producto se importa de Japón y de China exclusivamente.

El status legal de la Glicirricina se encuentra resumido en la tabla 12

Tabla 12. Condiciones legales de la Glicirricina . [4,5,6,15]

En México está aprobada, según el Acuerdo por el que se determinan las sustancias permitidas como aditivos y coadyuvantes.
En el Codex Alimentarius Volumen 1 A XOT04- 1999 está aprobado su uso como edulcorante e intensificador de sabor con el número internacional 958.
La FDA contempla a la Glicirricina como sustancia GRAS pero como saborizante solamente (CFR 21 parte 184.1408).
En la Comunidad Europea no se tiene contemplado

3.5.2. Esteviósideo



$R_1 = \beta$ -Glucopiranosido $R_2 = \beta$ -Glucopiranosil - β -Glucopiranosido

Fórmula condensada: $C_{38}H_{60}O_{18}$

Peso molecular: 804 g/mol

Poder edulcorante: 150 – 300

Sinónimo: *Stevita®*

El esteviósideo es un glucósido diterpenoide que se extrae de la planta *Stevia rebaudiana* Bertoni que es una variedad de crisantemo que se encuentra en algunas áreas selváticas de Brasil y Paraguay. Actualmente su producción se ha desarrollado con éxito en Japón, Corea, Taiwan y China, también se

encontró en *Stevia phlebophylla* A. Gray en México, pero la especie está extinta. [13,14]

El esteviósido no es el único compuesto responsable del sabor dulce de la planta, existen otros glucósidos análogos, (Ver tabla 13) pero el esteviósido es el que se encuentra en una mayor proporción además de que fue el primero en ser aislado alrededor de 1910.

Tabla 13. Compuestos análogos al Esteviósido [13,14]

Compuesto	Poder Edulcorante
Rebaudiósido A	250- 450
Rebaudiósido B	300- 350
Rebaudiósido C	50- 120
Rebaudiósido D	250- 450
Rebaudiósido E	150- 300
Dulcósido A	50- 120
Esteviolbiósido	100- 125

Comercialmente existen tres formas: como extracto crudo, 50% puro y 90% de pureza o más, pero por lo general nunca se usa en porcentajes de alta pureza ya que los otros compuestos presentes en la planta imparten un sabor dulce más completo aunque en algunos casos imparten un resabio amargo.

Es estable a altas temperaturas puede soportar sin problema condiciones de horneado y pasteurización, es estable en un amplio rango de pH de 3 a 9 y es muy soluble en agua. Debido a que alguno de los componentes del extracto puede provocar resabios amargos se utiliza en mezcla sinérgica con varios edulcorantes; para distintos productos en Japón principalmente. (Ver tabla 14)

3.5.3. Taumatina

Estructura química: Proteína de estructura terciaria

Peso molecular: 22 209 y 22 293 Daltons

Poder edulcorante: 2000 – 3000

Es una mezcla de sustancias de naturaleza proteica que se obtienen a partir de la planta, *Thaumatococcus daniellii*, La mezcla consiste en 2 macromoléculas: Taumatina I y II, las cuales se encuentran comercialmente bajo el nombre Talin®, elaboradas por los laboratorios Tate &Lyle.

La Taumatina es el edulcorante de alta intensidad natural que mayores ventajas ofrece:

- Totalmente natural, dulzor intenso.
- Bastante soluble en agua a temperatura ambiente.
- Soportan temperaturas de hasta 100° C por varias horas en un pH de 2.8 3.5 sin perder poder edulcorante.
- Es metabolizado por el organismo como cualquier otra proteína.
- Eficaces propiedades de enmascaramiento. Agente multiindustrial.
- No cariogénico.
- Estable en forma congelada y deshidratada al vacío.
- La mezcla sinérgica con Acesulfame K es menos costosa que la mezcla Aspartame Acesulfame K y proporciona un mejor sabor. [12,13,14]

Presenta múltiples aplicaciones pero presenta una limitación por lo regular no se puede utilizar en altas concentraciones ya que deja un resabio a regaliz, por lo general se utiliza como edulcorante parcial o para realzar sabores en los siguientes productos:

- Bebidas a base de café.
- Gomas de mascar.
- Aperitivos.

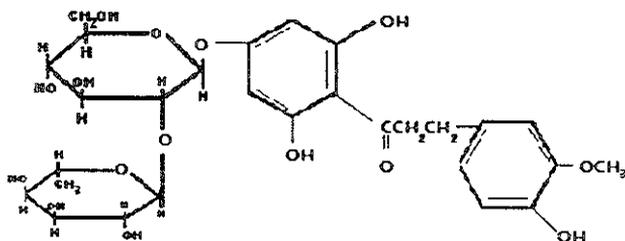
- Salsas de soya.
- Bebidas carbonatadas.
- Yogurt y postres.
- Confituras y mermeladas.
- Productos de pescado.
- Bebidas alcohólicas.

El status legal de la Taumatina se encuentra resumido en la tabla 16.

Tabla 16. Condiciones legales de la Taumatina. [4,5,6,16]

En México no está aprobada, según el Acuerdo por el que se determinan las sustancias permitidas como aditivos y coadyuvantes.	
En el Codex Alimentarius Volumen 1 A XOT04- 1999 está aprobado su uso como edulcorante con el número internacional 957. No se ha establecido un ADI.	
La FDA autoriza su uso como potenciador del sabor solamente. Se considera GRAS	
En la Comunidad Europea se establece que está autorizado como edulcorante Según la Directiva 94/35/EC y para realzar el sabor en gomas de mascar, bebidas y postres según la Directiva 95/2/EC.	
Confitería	Dosis máxima
Confitería sin adición de azúcar	50 mg/Kg
Bases para confitería de cocoa o frutas secas bajas en calorías o sin adicionar azúcar	50 mg/Kg
Goma de mascar sin adicionar azúcar	50 mg/Kg
Hielos comestibles bajos en calorías o sin adición de azúcar	50 mg/Kg
Suplementos alimenticios con vitaminas, minerales en jarabe o masticables	400 mg/Kg.

3.5.4. Neohesperidina Dihidrochalcona



Formula condensada: $C_{28}H_{37}O_{15}$

Peso molecular: 613 g/mol.

Poder edulcorante: 2000.

La Neohesperidina DC, es uno de los derivados obtenidos a partir de los constituyentes de los frutos del género *Citrus* (Ver tabla 17); en general estos compuestos son químicamente flavonoides pero a pesar de encontrarse en forma natural actualmente se obtienen por métodos químicos.

Tabla 17. Dihidrochalconas y sus fuentes de origen. [12]

Edulcorante	Producto de partida	Fuente
Narangina Dihidrochalcona	Narangina (amarga)	Toronja (<i>Citrus paradisi</i>)
Neohesperidina Dihidrochalcona	Neohesperidina (amarga)	Naranja Sevillana (<i>Citrus aurantium</i>)
Hesperidina Dihidrochalcona	Hesperidina (insípida)	Naranja dulce (<i>Citrus sinensis</i>) Limón (<i>Citrus limonis</i>)

El método empleado es obtener la Neohesperidina DC a partir de la narangina, hidrolizando ésta en medio alcalino y después condensándola con la isovainillina para obtener la neohesperidina y por último hidrogenarla. Esto se debe a que la producción se ve limitada por la rareza de la naranja de Sevilla.

Es un polvo cristalino blanco, inodoro que presenta propiedades físicas interesantes, ya que es estable en un amplio rango de pH de 1 a 7 y soporta

tratamientos térmicos como la pasteurización y UHT, además de que no es cariogénico.

No se absorbe a niveles significativos, sin embargo es metabolizada por la flora intestinal descomponiéndose en productos similares a los de sus análogos naturales y está demostrado que no tiene efectos mutagénicos ni cancerígenos. [13,14]

Su campo de aplicación se ve favorecido ya que muestra un sinergismo con casi todos los edulcorantes aún en cantidades muy pequeñas (< 5 ppm) además de que presenta un sabor dulce muy prolongado y mejora muchos perfiles de sabor, principalmente tiene propiedades reductoras de los sabores amargos.

Sus principales aplicaciones son en:

- Gomas de mascar.
- Caramelos.
- Bebidas carbonatadas y no carbonatadas.
- Yogurt, helados y Postres.

El status legal de la Neohesperidina DC se encuentra resumido en la tabla 18.

Tabla 18. Condiciones legales de la Neohesperidina DC. [4,5,6,16]

En México no está aprobada, según el Acuerdo por el que se determinan las sustancias permitidas como aditivos y coadyuvantes.	
En el Codex Alimentarius Volumen 1 A XOT04 - 1999 está aprobado su uso como edulcorante con el número internacional 959. No se ha establecido un ADI	
La FDA no autoriza su uso como edulcorante	
En la Comunidad Europea se establece que está autorizado como edulcorante Según la Directiva 94/35/EC y se fijó un ADI de 5 mg/Kg.	
Bebidas no alcohólicas	Dosis máxima
Bases concentradas para bebidas bajas en calorías o sin adición de azúcar	30 mg/L
Leche y productos lácteos derivados, Bases para bebidas bajas en calorías o sin adición de azúcar	50 mg/L

GENERALIDADES

Bases de fruta para jugo o bebidas bajas en calorías o sin adición de azúcar	30 mg/L
Bases de agua concentradas para postres bajos en calorías o sin adición de azúcar	50 mg/Kg
Leche y preparaciones de derivados lácteos bajos en calorías o sin adición de azúcar	50 mg/Kg
Bases de frutas o vegetales para postres, bajas en calorías o sin adición de azúcar	50 mg/Kg
Bases para postres de huevo bajas en calorías o sin adición de azúcar	50 mg/Kg
Bases grasas para postres bajas en calorías o sin adición de azúcar	50 mg/Kg
Cereales para el desayuno con un contenido de mas de 15% y menos de 20% de fibra bajos en calorías o sin adición de azúcar	50 mg/Kg.
Botanas listas para consumo, pre empaquetados, secos, y productos con almidón y de nuez con cubierta.	50 mg/Kg
Confitería sin adición de azúcar	100 mg/Kg
Bases para confitería de cocoa o frutas secas bajas en calorías o sin adicionar azúcar	100 mg/Kg
Barquillos y galletas para helado bajos en calorías o sin adicionar azúcar	50 mg/Kg
Bases para confitería de almidón bajas en calorías o sin adicionar azúcar	150 mg/Kg
Cocoa. Leche, fruta seca o bases grasas para sandwiches bajas en calorías o sin adicionar azúcar	50 mg/Kg.
Goma de mascar sin adicionar azúcar	400 mg/Kg.
Dulces para refrescar el aliento sin adición de azúcar	400 mg/Kg
Sidra y Jugo de pera	20 mg/L
Mezclas de bebidas no alcohólicas con cerveza, sidra, y vino	50 mg/L
Licores fuertes que contienen menos del 15% de alcohol por volumen	30 mg/Kg
Cerveza sin alcohol o que contenga menos de 1.2% por volumen	10 mg/L
Cerveza baja en calorías	10 mg/L
Hielos comestibles bajos en calorías o sin adición de azúcar	50 mg/Kg
Conservas o frutas envasadas, bajas en calorías o sin adicionar azúcar	50 mg/Kg
Mermeladas, jaleas, confituras bajas en calorías	50 mg/Kg
Preparaciones de fruta y vegetales bajos en calorías	100 mg/Kg
Dulces ácidos de frutas y vegetales en conserva	30 mg/Kg
Ensaladas finas	350 mg/Kg
Conservas o semiconservas de pescado, mariscos, crustáceos y moluscos	30 mg/Kg
Salsa y Mostazas	50 mg/Kg
Sopas bajas en calorías	50 mg/L
Productos finos de panificación para regímenes especiales	150 mg/Kg
Complementos alimenticios para control de peso	100 mg/Kg
Formulas para suplementos alimenticios bajo supervisión medica	100 mg/Kg
Suplementos alimenticios líquidos	50 mg/Kg
Suplementos alimenticios sólidos	100 mg/Kg
Suplementos alimenticios con vitaminas minerales, en jarabes y masticables	400 mg/Kg

3.6. Edulcorantes más recientes

3.6.1. Neotame

Edulcorante descubierto por Monsanto en 1997; la FDA aprobó su uso sólo como edulcorante de mesa y en 1999 se presenta la petición para otras aplicaciones. Es un compuesto muy similar al Aspartame, está constituido por dos aminoácidos: el ácido aspártico y la fenilalanina y otros dos grupos funcionales: un metil éster y un neohexil.

Tiene un poder edulcorante de 8000, más o menos 40 veces más dulce que el aspartame, presenta un sabor dulce sin resabios, además de ser estable en temperaturas de horneado.

Es rápidamente metabolizado y su contribución calórica es casi cero. [1,20]

3.6.2. Tagatosa

Es un derivado de la lactosa descubierto por MD Food Ingredientes, en 1998 se presentó la petición para ser aprobado como sustancia GRAS.

Tiene un poder edulcorante de 0.92 y la carga calórica es de 1.5 calorías por gramo solamente presenta características como mejorador de sabores principalmente en bebidas no alcohólicas, es no cariogénico y tiene un efecto probiótico, aumentado el número de lactobacilos presentes en el colon. [1,20]

3.6.3. Eritritol

Es compuesto que pertenece a la familia de los polioles, se encuentra en forma natural en melones, hongos, peras y uvas y se ha comercializado como *producto de fermentación desde 1990. Se utiliza en varios productos, en Japón principalmente; en 1997 se aceptó el estatus GRAS.*

Tiene un poder edulcorante de 0.7, no presenta resabios, al igual que el resto de los de los polioles es no cariogénico, no higroscópico pero no presenta efecto laxante, su valor calórico es de 0.2 calorías por gramo. [1,20]

4. *Discusión*

Ahora bien el análisis de las 4 legislaciones se hará considerando 4 parámetros normativos básicos:

- **Requisitos generales.-** Debe de contemplar de manera completa los siguiente tópicos: la clasificación y definición de los diferentes aditivos, así como su función tecnológica, un glosario de términos adecuado, condiciones de uso generales, requisitos legales para aprobar y rechazar un aditivo, las medidas a tomar para vigilar que se cumpla lo estipulado, y las sanciones en caso necesario.
- **Lista positiva.-** Ésta debe contemplar los siguientes datos: nombre común del edulcorante, sinónimos, nombre químico, número internacional, uso tecnológico, alimentos en que es permitido y en cuales no así como dosis máxima. También se debe contar con una lista de sustancias prohibidas.
- **Etiquetado.-** Debe indicar desde como hacer la declaración de ingredientes, hasta como declarar el tipo de edulcorante utilizado, además de considerar un manejo adecuado de las afirmaciones publicitarias sobre las características del producto, así como de las leyendas precautorias en caso necesario.
- **Normas auxiliares.-** Son las normas de identidad relativas a los diferentes productos donde se debe especificar si se permite el uso de edulcorantes y su dosis máxima.

Tabla 19. Comparación entre las diferentes legislaciones para edulcorantes.

Parámetros/ Organismo	SSA	FDA	Comunidad Europea
Requisitos Generales	Reglamento de control sanitario de productos y servicios. Título vigésimo tercero. Artículos 200 a 208 y apéndice XXI. Contiene clasificación de aditivos y definiciones, condiciones de usos y, prohibiciones en general, requisitos para aprobar o restringir aditivos, y especificaciones de metales pesados Es un documento bastante general e incompleto.	CFR Título 21- Parte 170. Compendio sobre definición, estandarización y tolerancia de aditivos, principios de evaluación, definición y requisitos de sustancias GRAS etc. Parte 171. Procedimiento para la aprobación de un aditivo en alimentos.	La Directiva 94/35/CE es una de las más completas, y, es específica para edulcorantes. Establece la definición general de aditivo, así como la de edulcorante, así mismo contiene: una lista con las sustancias permitidas, prohibidas, número internacional, nombre común, químico y sinónimos, las dosis máximas permitidas por alimento y las leyendas precautorias necesarias en cada caso.
Lista positiva	Acuerdo por el que se determinan las sustancias permitidas como aditivos y coadyuvantes. Solo contiene nombre común, nombre químico y sinónimos	Se manejan diferentes listas en cada una se establece todo lo necesario para identificar completamente cada sustancia y las dosis permitidas Parte 172. Aditivos permitidos por adición directa. 174. Aditivos permitidos por acción indirecta. 182. Sustancias reconocidas como GRAS. 184. Sustancias GRAS por acción directa. 186. Sustancias GRAS por acción indirecta. 189. Sustancias prohibidas. 180. Sustancias permitidas con base interna.	Cuenta también con los métodos para monitorear que se cumplan los límites establecidos, tomando como base el Food Chemical Codex, y, un sistema de seguimiento periódico del consumo de los edulcorantes para a partir de estos datos llevar a cabo algunas modificaciones a la directiva.
Etiquetado	Reglamento de control sanitario de productos y servicios, Título Segundo Artículo 25 y apéndice XXI Condiciones generales sobre etiquetado de aditivos Las normas correspondientes a cada tipo de producto, establecen condiciones particulares sobre los edulcorantes.	CFR título 21 parte 101. Todo un compendio muy completo acerca de etiquetado para alimentos. Cuenta con 108 apartados abordando todos lo temas posibles	Se complementa con la directiva 96/21/CE sobre etiquetado de productos que contienen edulcorantes y con la 95/31/CE sobre el criterio de pureza de algunos recientemente aprobados
Normas auxiliares	Solo existen las siguientes para alimentos donde se refiere a edulcorantes NOM-036-SSA1-1993/ NOM-122-SSA1-1994 NOM-086-SSA1-1994/ NOM-142-SSA1-1995 NOM-147-SSA1-1996	Existen normas de identidad para cada uno de los productos Parte 105 Alimentos para regimenes especiales. 107. Fórmulas infantiles. 114. Productos ácidos. 123 Productos de la pesca. 129 Agua embotellada. 131 Leche y crema. 133 Queso y productos derivados. 135 Postres congelados 136 Productos de panadería. etc.	

Tabla 19. Comparación entre las diferentes legislaciones para edulcorantes. (Continuación).

Parámetros/ Organismo	SSA	Codex
Consideraciones Generales	<p>Reglamento de control sanitario de productos y servicios. Título vigésimo tercero Artículos 200 a 208 y apéndice XXI. Contiene clasificación de aditivos y definiciones, condiciones de usos y prohibiciones en general, requisitos para aprobar o restringir aditivos, y especificaciones de metales pesados.</p> <p>Es un documento bastante general e incompleto.</p>	<p>Volúmen 1 A. Codex Stand 192-1995 Principios generales para el uso de aditivos contiene: definición de términos, condiciones de uso, y parámetros para las sustancias utilizadas como vehículos. Protocolo para la revisión de estándares.</p> <p>Incluye varias listas:</p> <p>Aditivos permitidos para usos y condiciones restringidas en ciertos alimentos.</p> <p>Aditivos permitidos bajo el término de GMP's con anexo de alimentos donde se prohíben.</p>
Lista positiva	<p>Acuerdo por el que se determinan las sustancias permitidas como aditivos y coadyuvantes. Solo contiene nombre común, nombre químico y sinónimos.</p>	<p>Cuentan con información completa para todas las sustancias.</p> <p>XOTO4-1999. Clasificación de Aditivos.</p> <p>Definición de los diferentes aditivos y su función tecnológica. Cuenta además con una lista con todos los aditivos permitidos con número internacional y función.</p>
Normas auxiliares	<p>Solo existen las siguientes para alimentos donde se refiere a edulcorantes:</p> <p>NOM-036-SSA1-1993. NOM-122-SSA1-1994</p> <p>NOM-086-SSA1-1994NOM-142-SSA1-1995</p> <p>NOM-147-SSA1-1996.</p>	<p>XOTO5-1999 Lista con todos los aditivos permitidos y su año de aceptación.</p> <p>CAC/GL 003-1989 Documento que presente todo lo necesario para realizar una evaluación de dosis segura, desde definición de términos hasta una propuesta de metodología.</p> <p>El JEFCA cuenta con diferentes listas de acuerdo a la información toxicológica con que se cuenta para los aditivos.</p> <p>Para etiquetado son los siguientes documentos:</p> <p>CAC/GL 001-1979. -CAC/GL 002-1985</p> <p>CAC/GL 005-1989. -CAC/GL 023-1997</p>
Etiquetado	<p>Reglamento de control sanitario de productos y servicios, Título Segundo Artículo 25 y apéndice XXI. Condiciones generales sobre etiquetado de aditivos Las normas correspondientes a cada tipo de producto, establecen condiciones particulares sobre los edulcorantes</p>	<p>Codex Stand 001-1985-Codex Stand 107-1981.</p> <p>Como documentos auxiliares existen gran variedad de documentos para cada producto específico.</p> <p>Volumen 4. Alimentos para regímenes especiales (incluye formulas lácteas)</p> <p>5 A. Vegetales y frutas procesadas y congeladas.</p> <p>5B. Frutas y vegetales frescos.</p> <p>6. Jugos de fruta y productos derivados.</p> <p>7. Cereales, leguminosas y productos</p>

5. Conclusiones

De acuerdo a lo expuesto anteriormente se puede señalar que los elementos jurídicos con los que cuenta la Legislación Mexicana actualmente para los edulcorantes son: en primer término el Título Vigésimo Tercero y el apartado XXI del Reglamento de Control Sanitario de Productos y Servicios, en segundo término el Acuerdo por el que se determinan las sustancias permitidas y coadyuvantes o Lista Positiva, y por último las diferentes normas de alimentos (NOM).

En estricto sentido son muy limitados si se comparan con las legislaciones presentadas ya que:

- Tanto el Título Vigésimo Tercero como el apartado señalan tan sólo lineamientos, parámetros y definiciones muy generales para todos los aditivos.
- La Lista Positiva solo enumera las sustancias que se pueden utilizar, no indicando cual es su función, ya que ésta y la dosis permitida se establecen en las normas correspondientes a cada producto.
- En cuanto a las normas oficiales mexicanas, todavía son muy limitadas y en algunos casos no existen normas para determinados productos, por lo que los diferentes apartados del Reglamento de Control Sanitario de Productos y Servicios sirven para su legislación y como ya se mencionó estos apartados son muy generales permitiendo muchas irregularidades.
- En el caso de las normas existentes éstas son bastante aceptables, pero presentan algunos errores debido principalmente a que se hace una traducción literal de las legislaciones que se toman como base (principalmente la norteamericana).

De tal forma que es necesario contar con un elemento jurídico que contemple a cada uno de los diferentes aditivos alimentarios, tomando como base algunos de los ya existentes en la legislación internacional.

Por último es necesario resaltar que una de las funciones como tecnólogos de alimentos es conseguir una vinculación efectiva entre varios sectores: el industrial, el académico y el gubernamental lo que implica que hay que proporcionar elementos que aporten pautas para encontrar soluciones a los diferentes problemas que cada sector presenta.

En ese sentido este trabajo cumple sus objetivos y aporta un documento técnico auxiliar importante para el sector industrial y para el sector gubernamental para hacer notar la necesidad de un marco normativo más completo.

6. Recomendaciones

Atendiendo a lo anterior considero necesario realizar las siguientes recomendaciones:

- Es vital contar con un glosario de términos que incluya las siguientes definiciones:

Edulcorante.- Cualquier sustancia química que proporciona sabor dulce a los alimentos.

Edulcorante natural.- Sustancia química que proporciona sabor dulce a los alimentos, la cual se encuentra como tal en diferentes frutos o vegetales sin procesar y que puede ser obtenido por diferentes métodos.

Edulcorante sintético.- Sustancia química que proporciona sabor dulce a los alimentos la cual no se encuentra como tal en la naturaleza y que es obtenido por síntesis química.

Edulcorante nutritivo.- Sustancia química que proporciona sabor dulce a los alimentos y que a través del metabolismo contribuye con un aporte calórico considerable.

Edulcorante no nutritivo.- Sustancia química que proporciona sabor dulce a los alimentos y que contribuye con una carga calórico mínima o nula debido a su metabolismo.

Edulcorante natural nutritivo.- Compuesto químico que proporciona sabor dulce a los alimentos y se encuentra como tal en diferentes frutos o vegetales sin procesar el cual puede ser obtenido por diferentes métodos además de que a través del metabolismo tiene una aporte calórico considerable.

Edulcorante sintético o natural no nutritivo.- Sustancia química que proporciona sabor dulce a los alimentos, la cual puede encontrarse como tal en la naturaleza o no, además de que su contribución calórica es mínima o nula.

Poder edulcorante.- Capacidad de una sustancia para causar una sensación de dulzura, la cual se mide subjetivamente tomando como base de comparación la sacarosa a la que se le da un valor arbitrario de 1.

- Contar con una lista en la que se especifique: nombre común, nombre químico, sinónimo y cualquier otro uso que pudieran tener las sustancias químicas permitidas como edulcorantes. Así mismo indicar cuales sustancias están prohibidas.
- Especificar la dosis máxima permitida en los alimentos ya que el término GMP's de acuerdo a la definición de la legislación mexicana se presta a muchas ambigüedades, lo que no implica que el término debe desaparecer, sino que para el caso de los aditivos debe modificarse, tomando como base la definición de Codex.
- Contar con parámetros y metodología establecida para las especificaciones físico químicas necesarias. Cabe recordar que tanto la legislación norteamericana como la europea utilizan la información del Food Chemical Codex como base, pero también se puede utilizar la información de la AOAC.

Bibliografía

- [1] Modulo de Aditivos de Sabor y Modificadores. Diplomado de Aditivos Alimentarios, Centro de Educación Continua. UNAM.
- [2] American Dietetic Association <http://www.eatright.org>
- [3] Badui Dergal Salvador
Química de los alimentos.
Editorial Alhambra
México, DF.1996.
- [4] Secretaría de Salud <http://www.ssa.gob.mx>
Reglamento de Control Sanitario de Productos y Servicios. (D.O.F. 9/08/1999)
Acuerdo por el que se determinan las sustancias permitidas como aditivos y coadyuvantes. (D.O.F.15/12/1999)
NOM-036-SSA1-1993
NOM-122-SSA1-1994
NOM-086-SSA1-1994
NOM-142-SSA1-1995
NOM-147-SSA1-1996
- [5] Codex Alimentarius <http://www.codexalimentarius.net>
- [6] Code Federal Regulations. <http://www.access.gpo.gov>
- [7] Legislación Comunitaria vigente
<http://www.europa.eu.int/eur-lex>
<http://www.europa.eu.int/scadplus>
- [8] Pagina de información a consumidores. Azúcar de caña.
<http://www.cali.cetcol.net.co>

[9] Michael an Irene Ash

Handbook of Food Additives

Gower Publishing Limited

Vermont. 1996.

[10] Everything you ever want to know about the sweeteners

<http://finchcms.edu/biochem/walters/sweet>

[11] Inovación y política agrícola común: el mercado europeo de los edulcorantes. ITPS Reports Vol. 23 Abril 1998 por Anette Schmitt

Centro de Investigación de la Comunidad Europea

www.jrc.es

[12] L.O´Brien Nabors and R.C.Gelardi

Alternative Sweeteners,

Marcel Dekker Inc.

New York 1991

[13] S. Marie and J.R: Piggot

Handbook of sweeteners,

Blackie and Son Ltd,

New York, NY. 1991

[14] Jim Smith

Food Additives User´s Handbook

Blackie an Son Ltd.

New York 1991

[15] Universidad de Zaragoza

<http://milk.sci.unizar.es>

[16] Asociación Internacional de Edulcorantes. <http://www.sweeteners.org>

[17] Multon J.L.

Aditivos y auxiliares de fabricación en las industrias agroalimentarias

Editorial Acribia.

Zaragoza 1991

[18] Pagina Comercial Stevia Durli. <http://steviadurli.freereserves.com>

[19] International Food Information Council <http://www.ific.org>

[20] Calorie Control Council. <http://www.caloriecontrol.org>

[21] Consejo Latinoamericano de Información Alimentaría
<http://www.clia.org.mx>