



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

UTILIZACIÓN DE EDULCORANTES NO CALÓRICOS
PARA EL PACIENTE PEDIÁTRICO CON DIABETES
TIPO I.

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

C I R U J A N O D E N T I S T A

P R E S E N T A:

DANIEL ISRAEL LÓPEZ ZAVALA

TUTOR: Esp. ALEJANDRO HINOJOSA AGUIRRE

ASESORA: Mtra. ARCELIA FELICITAS MELÉNDEZ OCAMPO



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

AGRADECIMIENTOS.

Todo comenzó con una singularidad, toda la masa del universo en un punto diminuto... Bang. Toda la materia que siempre habrá se creó al mismo tiempo, todos estamos conectados desde el nacimiento del cosmos, pasaron miles de millones de años (una cantidad tan grande que es difícil de imaginar), para que toda esa energía se enfriara y se convirtiera en materia, que la materia se condensara formando estrellas, que las estrellas giraran por la gravedad que genera un hoyo negro y explotaran una y otra y otra vez en un ciclo donde el tiempo parece eterno, creando todos los elementos necesarios para crear las miles de millones de galaxias. Donde después de otros cuantos miles de millones de años se crearan mundos como la tierra, capaces de sustentar vida y que esta evolucionara en millones de formas hasta crear al hombre. Un ser con la capacidad de contemplar al universo.

Me siento afortunado por poder estar vivo y tener la conciencia de entender mi lugar en el universo, cuando imagino todo lo que ha transcurrido hasta el momento de estar aquí y todo lo que pasara cuando ya no esté.

Y dentro de toda esta gente que ha existido en esta pequeña partícula de polvo estelar llamada tierra nació mi Madre Silvia un ser hermoso que me dio la oportunidad de estar en el mundo material. Que me ha apoyado durante toda mi vida de forma incondicional. Que te puedo decir te debo todo.

Agradezco a toda mi familia a mis otras madres que me criaron, Cira Ofelia por el ejemplo de lucha y perseverancia, a Irma por abrir mis ojos al mundo intelectual y ser mi ejemplo de vida, a Isela por cuidarme y educarme como a uno mas de sus hijos. A mis primos Nubia, Diana y Edgar Zavala por estar conmigo siempre. A mi hermano Omar fiel cómplice y amigo. A los nuevos integrantes de la familia Mia y Adrian que me dan animos para superarme. A mi abuelo Raúl donde quiera que se encuentre su conciencia.

A mis brothers , Rosario y Tulio Aguilar por su apoyo total (gracias por dejarme vivir con ustedes), a sus padres Beatriz y Tulio por aguantarme tanto. A Victor Fuentes por entender mi loquera y hacer del seminario algo digno. A Glenda Zavaleta y su felicidad que irradia siempre. A Damariz Monobe por su extrovertida forma de ser. A Alejandro Manrique por ser ser incondicional y único.

A mis amigos de la vida. Dante Aldave, Diana Castillo, Ricardo Sandoval, Abraham Alonso, Humberto Montiel por estar conmigo.

Al Esp. Alejandro Hinojosa y la Mtra. Arcelia Meléndez por asesorar mi tesina. Y a todas las personas que han estado conmigo durante toda mi existencia, saben que si me pongo a agradecer a todos nunca acabaría.

Y por último a mi hermosa casa de estudios la Universidad Nacional Autónoma de México la cual me brindo la mejor educación odontológica que se puede dar en México.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	4
2. SENSORPERCEPCIÓN GUSTATIVA.....	8
2.1 Modalidades Básicas del Gusto	9
2.2 Corpúsculos y Células Gustativas.....	10
2.3 Transducción de las señales gustativas y receptores	11
2.4 Vía Gustativa.....	12
3. GENERALIDADES DE LOS EDULCORANTES NO CALORICOS.	14
3.1 Edulcorante	14
3.2 Edulcorantes Naturales y su Metabolismo.	16
3.2.1 Edulcorantes Naturales.	16
3.2.2. Metabolismo Edulcorantes Naturales.	17
3.3 Edulcorantes Intensos.....	18
3.4 Edulcorantes Intensos Artificiales.....	21
3.4.1 Ciclamato	21
3.4.2 Aspartame	23
3.4.3 Acesulfame k.....	25
3.5 Edulcorantes Intensos Naturales.....	27
3.5.1 Taumatina.	27
3.5.1 Estevia.....	29
3.5.2 Dulzura de los compuestos análogos al Esteviósido.....	31
4. GENERALIDADES DIABETES MELLITUS TIPO I O DMID	34
4.1 Diabetes Mellitus.....	34
4.2 Epidemiología.....	36
4.3 Manifestaciones Clínicas.....	38
5. LA INFLUENCIA DE LA DIABETES MELLITUS TIPO I EN LA DENTICIÓN Y SALUD ORAL EN NIÑOS Y ADOLESCENTES.....	40
6. LA NUTRICIÓN EN EL CONTROL DEL PACIENTE DIABETICO..	44
6.1 Manejo nutricional.	44
7. USOS EDULCORANTES NO CALORICOS.....	47
8. CONCLUSIONES.....	53
9. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	55

1. INTRODUCCIÓN.

El ser humano habita un universo químico y depende de las claves de la naturaleza para satisfacer sus necesidades básicas. La sensopercepción gustativa es fundamental para la vida pues proporciona, entre otros aspectos, la capacidad de percibir las sustancias que ingresan al organismo. La sensación gustativa depende en primer término de la presencia de estructuras especializadas llamadas botones gustativos, que en el ser humano se localizan principalmente en la cavidad oral.

La odontología actual requiere del estudio del sentido del gusto, considerando los estímulos, los quimiorreceptores, sus mecanismos de transducción y su compleja conectividad, pues constituye un modelo que permite comprender como se integran las diversas funciones que desarrolla el sistema estomatognático desde un nivel molecular.

La capacidad de disfrutar la dulzura de un alimento es algo innato en los seres humanos, ya sea de forma natural como en el momento en que se consume una fruta, o adicionada en una bebida o postre.

Desde tiempos remotos se ha utilizado azúcar (sacarosa) como edulcorante de origen natural. Sin embargo, hay condiciones asociadas al consumo de la sacarosa que tienen incidencia actual en el comportamiento de los consumidores y que se ha visto relacionada con condiciones de salud adversas como la obesidad, caries y muy alarmantemente la diabetes e hipertensión.

La población infantil y adolescente es más susceptible, influenciados por la mercadotecnia que rodean todos los productos procesados altos en carbohidratos y edulcorantes, y la poca o nula educación alimentaria en el consumo de estos, lo cual permite el desarrollo de enfermedades que antes solo padecía la población adulta, esto debido al consumo excesivo a muy temprana edad.

Particularmente todas estas enfermedades, se relacionan al aporte calórico de la sacarosa (4cal/g) y al mecanismo bacteriano que se

desarrolla en la cavidad oral por su consumo prolongado y falta de higiene.

En primera instancia se necesita definir lo que es un edulcorante para comprender la dirección del trabajo el cual está enfocado a la prevención mediante la disminución de la ingesta de sacarosa e introducir una opción que sustituya a esta. De forma sencilla los edulcorantes son sustancias que endulzan los alimentos. Pueden ser naturales o sintéticos. Que de acuerdo a su contenido energético se clasifican en calóricos y no calóricos.

Los edulcorantes se emplean en los alimentos por varias razones: para dar sabor dulce, para dar cuerpo al alimento, para proporcionar cierto aporte calórico, y para actuar como conservador. Además son agentes de palatabilidad, propiedad que se describe como el conjunto de características organolépticas de un alimento, independiente de su valor nutritivo, que hacen que para un determinado individuo dicho alimento sea más o menos placentero. Por todo esto los sustitutos de azúcar o endulzantes alternativos son un área de mucho potencial en la tecnología de los alimentos. El uso de edulcorantes como aditivos en la elaboración de alimentos está ampliamente difundido al ser una gran opción para sustituir el uso de sacarosa por edulcorantes de bajo aporte calórico y que sean a su vez de alta intensidad, que puedan enfrentar el incremento de problemas nutrimentales y de salud en la población adulta e infantil.

El aumento en los estudios realizados refleja la preocupación creciente de la sociedad por lograr obtener en el mercado sustancias de buena calidad alimenticia aptas para grupos de consumidores con necesidades específicas como los diabéticos, o que respondan a la actual demanda de productos bajos en calorías y de origen natural. Donde los esteviósidos, rebaudiósidos y la taumatina entre otros, son los edulcorantes naturales que cumplen con la mayoría de las expectativas de este tipo de

productos, gracias a su dulzor intenso y principalmente por poseer beneficios más allá de solo endulzar.

Para poder entender la necesidad de un paciente infantil diabético es necesario describir y entender que es la diabetes mellitus. La diabetes mellitus pertenece a un grupo de enfermedades metabólicas que se caracteriza por la presencia de hiperglucemia como resultado de un defecto en la secreción de insulina, o en la acción de la insulina o en ambas. La hiperglucemia crónica se asocia con disfunción, daño y falla de varios órganos, especialmente los ojos, los riñones, los nervios periféricos, el corazón y los vasos sanguíneos.

Existen dos tipos de Diabetes Mellitus, la tipo 1 y la tipo 2. La diabetes mellitus tipo 1 (DMI) es una enfermedad autoinmune, que se hace clínicamente evidente cuando se ha destruido más del 80% de células beta y queda menos del 10% de masa de los islotes pancreáticos. La diabetes mellitus tipo 2 (DM2) es adquirida principalmente en la edad adulta, debido a la resistencia celular de la glucosa.

La susceptibilidad a la Diabetes Mellitus tipo I está genéticamente controlada por alelos del complejo mayor de histocompatibilidad clase II. También está asociada con autoanticuerpos contra el citoplasma celular de las isletas, insulina, anticuerpos contra el ácido glutámico decarboxilasa e ICA512. La DMI está asociada a otras enfermedades autoinmunes como el hipertiroidismo, la enfermedad celiaca, esclerosis múltiple y enfermedad de Addison.

La DM tiene una morbilidad elevada con una importante repercusión personal, familiar y socioeconómica. La calidad y la esperanza de vida de los pacientes, dependen de alcanzar y mantener un control metabólico estricto, para lo que se requiere llevar y cumplir un programa intensivo de educación y el contacto regular con un grupo de especialistas

(endocrinología, rehabilitación, nutrición, odontología, psiquiatría y psicología). La DM es un problema de salud pública, por la magnitud y gravedad de sus complicaciones e involucra a todas las clases sociales. México ocupa el lugar número 9, con 3.8 millones de personas diabéticas y se ha calculado que para el 2025 ocupará el lugar número 7, con 11.7 millones de diabéticos.

2. SENSOPERCEPCIÓN GUSTATIVA.

Los órganos de los sentidos confieren a los seres humanos la capacidad de percibir y responder a una gran gama de estímulos que provienen del entorno, lo cual brinda la facultad de elaborar respuestas con el fin de adaptarse a los cambios medioambientales, cubrir necesidades básicas y sobrevivir. Para la nutrición, el sentido del gusto posee un rol primordial que permite seleccionar dentro de una amplia variedad de alimentos, las sustancias que son necesarias para un correcto metabolismo, protegiendo al individuo de compuestos potencialmente nocivos, debido a su toxicidad o grado de descomposición. Este sentido también es capaz de brindar la capacidad de seleccionar y discriminar alimentos que permitan sentir agrado y placer. Para el cirujano dentista es fundamental comprender adecuadamente los complejos procesos del sentido del gusto, identificar las estructuras involucradas tanto a nivel periférico (papilas, receptores y vías nerviosas) como a nivel central (núcleos y cortezas cerebrales); además de conocer las modalidades básicas del gusto y sus respectivos mecanismos de transducción.¹

Papilas linguales.

[...]La lengua es el órgano del gusto por excelencia, ya que es en esta estructura anatómica donde se encuentra la mayor cantidad de receptores gustativos. Su superficie es rugosa por la presencia de pequeñas eminencias llamadas papilas linguales. Estas se clasifican en caliciformes o circunvaladas, fungiformes, foliadas y filiformes (Figun & Garino, 2006)

Las papilas linguales, dependiendo de su tipo, presentan una distribución específica en el dorso lingual, encontrándose las circunvaladas en la zona

• ¹ Fuentes, A.; Fresno, M.J.; Santander, H.; Valenzuela, S.; Gutiérrez, M.F. & Miralles, R. Sensopercepción gustativa: una revisión. Int. J. Odontostomat., 4 (2): 161-168, 2010.

posterior, las fungiformes en los dos tercios anteriores, las foliadas en los bordes posteriores (Chandrashekar et al., 2006), y las filiformes cubren la totalidad de la parte anterior (Jung et al., 2004), encontrándose también en zona posterior y relacionadas principalmente con el surco medio.¹

2.1 Modalidades Básicas del Gusto

Las denominadas sensaciones o modalidades primarias del gusto, se agrupaban tradicionalmente en cuatro categorías (Guyton & Hall, 2001 ; Ganong, 1996): Dulce, Amargo, Ácido y Salado.

Estudios realizados en Japón por el profesor Ikeda a principios del siglo XX, indicaban la existencia de una nueva modalidad gustativa la cual llamó “UMAMI”, cuya traducción significa “sabroso”, “delicioso” o “exquisito”. Actualmente, la mayoría de las investigaciones agrupan en cinco las modalidades gustativas (Breslin & Spector, 2008; Kim et al., 2004), incluyendo el umami.

Otro cambio importante en el conocimiento es que se creía que cada sensación sólo se podía percibir en una zona específica del dorso lingual, describiendo un mapa. Datos moleculares y funcionales recientes, han puesto de manifiesto que todas las áreas de la lengua que poseen receptores de gusto, responden a todas las modalidades gustativas.

En los trabajos científicos (Chandrashekar et al., 2006; Roper, 2007; Drake 2007), para provocar las sensaciones primarias del gusto se han utilizado distintos compuestos químicos, siendo los más usados: la sacarosa y glucosa para el dulce, glutamato y aspartame para el umami, quinina y cafeína para el amargo, ácido cítrico para el ácido y cloruro de sodio para el salado.²

-
- ¹ Fuentes, A.; Fresno, M.J.; Santander, H.; Valenzuela, S.; Gutiérrez, M.F. & Miralles, R. Sensopercepción gustativa: una revisión. Int. J. Odontostomat., 4 (2): 161-168, 2010.
 - ² Jiang, P.; Cui, M.; Snyder, L., Liu Z.; Bernard L. Molecular Mechanism of Sweet Receptor Function. Rev. Chem. Senses. 30. 17-18 pp, 2005

2.2 Corpúsculos y Células Gustativas

[...] Los corpúsculos o botones gustativos son una agrupación de aproximadamente 30 a 100 células gustativas, que forman una estructura individual en forma de roseta, los que se encuentran inmersos en el epitelio de las papilas gustativas, sin embargo, también han sido localizados en la mucosa del paladar, faringe, laringe y epiglotis. Aproximadamente 5000 corpúsculos cubren la superficie lingual y dependiendo del tipo de papila gustativa, su número y ubicación son distintos. En las circunvaladas existen miles distribuidos en sus paredes laterales, las fungiformes presentan uno o pocos corpúsculos en su superficie apical, las foliadas contienen cientos de botones ubicadas en sus zonas laterales.

Los botones gustativos contienen células neuroepiteliales especializadas que transmiten la información del gusto. Basados en la intensidad de la tinción y en la ultraestructura del citoplasma, observada mediante microscopía electrónica, pueden ser clasificadas dentro de cuatro tipos morfológicos: tipo I (oscuras), tipo II (claras), tipo III (intermedias) y tipo IV (basales). Las células tipo IV son progenitoras y se relacionan con el recambio celular, el cual se ha estimado que en promedio es de 10 días. Las células tipo I se cree que son células de soporte y su rol en el procesamiento de las señales es aún desconocido. Las células tipo II son responsables de la detección del dulce, umami y amargo; ellas no realizan una sinapsis convencional y aparecen liberando ATP como transmisor. En contraste, las tipo III median la transducción del gusto ácido, formando contactos sinápticos con fibras nerviosas, a través del uso de serotonina (5HT) como neurotransmisor.¹

• ¹ Fuentes, A.; Fresno, M.J.; Santander, H.; Valenzuela, S.; Gutiérrez, M.F. & Miralles, R. Sensopercepción gustativa: una revisión. *Int. J. Odontostomat.*, 4 (2): 161-168, 2010.

2.3 Transducción de las señales gustativas y receptores

En general, se describen dos modelos para explicar la representación neuronal de la información gustativa en la periferia. Un punto de vista, conocido como “línea marcada”, propone que una célula receptora gustativa individual detecta sólo una única modalidad básica del gusto y son inervadas por fibras nerviosas individuales que transmiten las señales de esa única modalidad. En contraste, en el modelo “computacional” las células receptoras gustativas individuales detectan una o múltiples modalidades básicas del gusto, las fibras nerviosas individuales transmiten señales de múltiples modalidades gustativas, es decir, se forman complejos patrones de actividad a través de varias líneas.

Los receptores gustativos, se clasifican en general como receptores ionotrópicos, en los cuales la proteína receptora es intrínsecamente un canal iónico y receptores metabotrópicos, en los cuales la proteína receptora se encuentra asociada a una proteína G. Dentro de este último grupo encontramos los receptores TR (Taste Receptor).¹

Gusto Dulce. Los animales intrínsecamente captan las sustancias dulces como una de las más básicas y fundamentales fuentes de energía para su metabolismo, además de provocar aceptación, placer y agrado al ingerirlas.

Las sustancias dulces son reconocidas por receptores proteicos acoplados a proteína G de la familia T1R. Estos receptores son heterómeros que pueden ser del tipo T1R2 Y T1R3. En algunas células receptoras gustativas para el dulce el receptor T1R3 se presenta solo y en otras asociado con T1R2 .

• ¹ Fuentes, A.; Fresno, M.J.; Santander, H.; Valenzuela, S.; Gutiérrez, M.F. & Miralles, R. Sensopercepción gustativa: una revisión. Int. J. Odontostomat., 4 (2): 161-168, 2010.

Estudios de expresión funcional en células heterólogas, han demostrado que cuando el receptor T1R3 se encuentra solo, responde a algunos compuestos dulces, mientras que el T1R2+T1R3 responde a todos, incluyendo azúcares como la sucrosa (edulcorante prototipo), endulzantes artificiales como la sacarina, aminoácidos como glicina, péptidos y proteínas como el L-aspartil-L-fenilalanina (aspartame) y la taumatina respectivamente. Esta diferencia está dada porque al estar asociados, existe mayor variabilidad de los dominios transmembrana en el complejo de reconocimiento del receptor (Jiang et al., 2005; Xu et al., 2004).¹

Gusto Umami. En los seres humanos existen solo dos aminoácidos que provocan la sensación gustativa de umami: glutamato monosódico y el aspartato. Las células capaces de percibirlos expresan receptores T1R1 siempre asociados con T1R3, encontrándose acoplados a proteína G, siendo catalogados como receptores para L-aminoácidos. Es importante mencionar que tanto el gusto dulce como el umami poseen la característica de agrado y aceptación al ser ingeridas, esto explicado por el único receptor que tienen en común, el T1R3, que brinda el carácter atractivo a estos alimentos.²

2.4 Vía Gustativa.

En el sistema gustativo, las fibras nerviosas que vienen de los dos tercios anteriores de lengua viajan por el nervio cuerda del tímpano, el cual es rama del VII par craneal, también llamado nervio facial, otra rama de éste es el nervio petroso superficial mayor, que inerva los corpúsculos gustativos ubicados en el paladar. La rama lingual del IX par craneal o nervio glossofaríngeo lleva la información proveniente del tercio

• ¹ Jiang, P.; Cui, M.; Snyder, L., Liu Z.; Bernard L. Molecular Mechanism of Sweet Receptor Function. Rev. Chem. Senses. 30. 17-18 pp, 2005

• ² Fuentes, A.; Fresno, M.J.; Santander, H.; Valenzuela, S.; Gutiérrez, M.F. & Miralles, R. Sensopercepción gustativa: una revisión. Int. J. Odontostomat., 4 (2): 161-168, 2010.

posterior de la lengua. El X par craneal o nervio vago también se relaciona con el gusto, transportando las señales gustativas desde el tercio superior del esófago y la epiglotis.

Todas las fibras gustativas se agrupan en el bulbo para terminar en la parte rostral del núcleo del tracto solitario, zona llamada “núcleo gustativo”. Los axones de las neuronas de éste núcleo ascienden exclusivamente en forma ipsilateral y hacen sinapsis en la división parvocelular del núcleo ventro-postero-medial del tálamo luego de este relevo talámico, las fibras se proyectan a las corteza gustativa primaria, ubicada en el extremo inferior de la circunvolución post central de la corteza parietal y en la ínsula anterior en el lóbulo frontal.¹

-
- ¹ Fuentes, A.; Fresno, M.J.; Santander, H.; Valenzuela, S.; Gutiérrez, M.F. & Miralles, R. Sensopercepción gustativa: una revisión. *Int. J. Odontostomat.*, 4 (2): 161-168, 2010.

3. GENERALIDADES DE LOS EDULCORANTES NO CALORICOS.

3.1 *Edulcorante*

[...]La palabra “edulcorar” proviene del bajo latín “edulcorare”, la cual derivó el término “dulcor” que significa “dulzura” y se denomina edulcorante a las sustancias que son capaces de provocar un sabor dulce.

Por largo tiempo, los productores de alimentos han usado el azúcar (sacarosa) como el endulzante de preferencia para sus formulaciones. Cualquier otra posibilidad de edulcorantes, ya sean sintéticos o naturales, no era considerada por su alto costo o diferencias en las características organolépticas aportadas. Posteriormente el desarrollo de una gran variedad de edulcorantes artificiales propicio que estos comenzaran a usarse en una amplia gama de productos tales como bebidas refrescantes, helados y productos de repostería, productos lácteos y alimentos para regímenes especiales infantiles y para adultos.

Además se tiene el objetivo de fomentar una promoción de la salud, con una gran serie de estudios, políticas e intervenciones que se proponen como una de las metas nutricionales para la población mundial, el control del consumo excesivo de los edulcorantes artificiales, de sacarosa y el incremento del consumo de hidratos de carbono complejos, edulcorantes naturales y de fibra, con el fin de alcanzar y mantener una alimentación saludable.¹

En el ámbito científico, los edulcorantes son nombrados como de primera y segunda generación. La primera generación la conforman la sacarina, el **Cliclamato y Aspartame**. La sacarina fue el primer edulcorante

• ¹ Jimenez H. María Elena. Estudio Bibliográfico de los Edulcorantes de Alta Potencia y su Metabolismo[Tesis]. México D.F. Ciudad Universitaria. Facultad de Química. 2008.

sintetizado (1879), pero debido a que ésta presentaba un resabio amargo, se buscó desarrollar una nueva sustancia que además de ser baja en calorías, tuviera un mejor sabor. Fue entonces que en 1951 se aprobó el ciclamato para el uso en alimentos. El siguiente edulcorante aprobado fue el Aspartame en 1981.¹ Como ejemplos de edulcorantes de segunda generación tenemos: el Acesulfame K, la Sacralosa, el Alitame o el Neotame. Todas estas sustancias son una clave importante en el desarrollo de alimentos bajos en calorías. Otros autores han propuesto una clasificación en función de su aporte energético (cantidad de calorías por gramo), o bien, de acuerdo a su origen (naturales o sintéticos).²

NATURALES

- Sacarosa (Azúcar Refinada)
- Disacáridos (maltosa, lactosa,...)
- Monosacáridos (glucosa, fructosa, ...)
- Polioles (sorbitol, manitol,...)
- Proteínas (taumatina, moleína, maraculina,...)
- Glucósidos (NHDC, Esteviósidos,...)

ARTIFICIALES (INTENSOS)

- Sacarina
- Ciclamato
- Aspartame
- Acesulfame k
- Sucralosa
- Alitame
- Oxinas terpénicas

• ¹ Mattes. D. Richard; Popkin. M. Barry. Nonnutritive Sweetener Consumption in Humans: Effects on Appetite and Food Intake and their Putative Mechanisms. American Journal of Clinical Nutrition. 89. 2009. 1-14pp.

• ² Jimenez H. María Elena. Estudio Bibliográfico de los Edulcorantes de Alta Potencia y su Metabolismo[Tesis]. México D.F. Ciudad Universitaria. Facultad de Química. 2008.

3.2 Edulcorantes Naturales y su Metabolismo.

3.2.1 Edulcorantes Naturales.

Los azúcares son carbohidratos, estos son compuestos orgánicos muy abundantes en la naturaleza. Se encuentran en todos los organismos y son indispensables para la vida. Los carbohidratos casi puros son: el algodón, la celulosa de la madera, el almidón y el azúcar de los alimentos. Algunos de estos hidratos forman parte del recubrimiento de las células vivas, se encuentran en el ADN y otros más, como la gentamicina, son medicamentos invaluable.

El término carbohidrato o hidrato de carbono se debe a su composición elemental $(CH_2O)_n$, es decir, que contienen carbono, hidrógeno y oxígeno en esta proporción.¹

Los carbohidratos en nuestra alimentación se consideran muy importantes, incluso aquellos que no son digeribles como la fibra, que se considera necesaria para mantener una buena digestión y ayuda a mantener una alimentación equilibrada.

Los carbohidratos aportan a los alimentos toda una serie de características como: edulcorantes, gelificantes, colorantes, espesantes, estabilizadores y precursores de compuestos como aroma; además, proporcionan texturas deseables y palatabilidad agradable.

Los edulcorantes naturales comúnmente utilizados en la industria de alimentos son: sacarosa, fructuosa, glucosa y los jarbes de glucosa y fructosa. Otro grupo importante lo forman los polioles que no difieren mucho en su estructura de los azúcares, ya que se obtienen por reducción del azúcar. A pesar de ser un grupo muy numeroso, se utilizan

• ¹ Resendiz M. Neftali. Edulcorantes Naturales: La Stevia Rebaudiana, sus Características y Aplicaciones[Tesis]. México D.F. Ciudad Universitaria. Facultad de Química; 2012.

relativamente muy poco. Los más relevantes son: sorbitol, jarabe de sorbitol, manitol, isomalt, jarabe de malitol, lactitol y xilitol.¹

3.2.2. Metabolismo Edulcorantes Naturales.

A pesar de su gran abundancia en el mundo biológico, los carbohidratos tienen una limitante: deben hidrolizarse a monosacáridos para utilizarse en el metabolismo y ser transportados al torrente sanguíneo desde el intestino delgado.²

La sacarosa, al entrar en el intestino delgado, es hidrolizada por la enzima invertasa en la pared intestinal. De los productos de la hidrólisis, la D-glucosa es absorbida rápidamente, mientras que la absorción de D-fructosa libre se lleva a cabo más lentamente. Parte de esta D-fructosa es convertida en D-glucosa en el propio intestino, pero el 85% de ella se convierte en glucosa o se metaboliza directamente sólo después de alcanzar al hígado por la vía de la circulación de la vena porta.

La lactosa se hidroliza por medio de la enzima lactasa, que se encuentra en el intestino delgado, a D-glucosa y D-galactosa y ambas son transportadas activamente a la circulación sanguínea. Cuando la síntesis de lactasa es deficiente, ocasiona que la lactosa pase intacta al intestino grueso donde es atacada por la flora bacteriana intestinal y convertida en ácido láctico, acético y otros productos que retienen agua.

De la gran variedad de polisacáridos del mundo biológico, el hombre sólo digiere el almidón y ciertos dextranos. El almidón comienza a hidrolizarse en la boca, donde está sujeto a la acción de la α -amilasa de la saliva, que se une a las moléculas de almidón para liberar un fragmento de seis

-
- ¹ Mattes. D. Richard; Popkin. M. Barry. Nonnutritive Sweetener Consumption in Humans: Effects on Appetite and Food Intake and their Putative Mechanisms. American Journal of Clinical Nutrition. 89. 2009. 1-14pp.
 - ² Resendiz M. Neftali. Edulcorantes Naturales: La Stevia Rebaudiana, sus Características y Aplicaciones[Tesis]. México D.F. Ciudad Universitaria. Facultad de Química; 2012.

unidades de glucosa. Estos fragmentos, malto-oligosacáridos también se hidrolizan y producen principalmente maltosa, maltotriosa y maltotetraosa.¹ Hasta este momento no se ha liberado ninguna unidad de D-glucosa y la enzima prácticamente ha concluido su misión durante la masticación, donde no hay tiempo suficiente para que pueda producirse glucosa. Sin embargo, la verdadera hidrólisis tiene lugar en el intestino delgado, cuando el bolo alimenticio llega al duodeno en donde se excreta α y β amilasa. La β -amilasa ataca al almidón y los fragmentos resultantes de la acción de la α -amilasa, liberando unidades de maltosa a partir de los extremos no reductores de las cadenas. La maltosa es hidrolizada a su vez a D-glucosa por la enzima maltasa, que es secretada a la luz del intestino por las células epiteliales de la pared. La D-glucosa producida es transportada activamente de la luz intestinal al torrente sanguíneo porta.

Los hidratos de carbono digeribles proporcionan 4Kcal/g, energía equivalente a la proporcionada por un gramo de proteína e inferior a las 9 Kcal/g de las grasas.²

3.3 Edulcorantes Intensos

El origen de los edulcorantes intensos (compuestos que presentan un poder edulcorante superior al de la sacarosa) se remonta al descubrimiento casual de la sacarina en 1879. Esta sustancia edulcorante fue rápidamente recomendada para las personas diabéticas como sustituto del azúcar. Sin embargo, la sacarina no resultó ser tan eficaz como se esperaba para la industria de los alimentos, ya que se encontró que impartía un resabio metálico y, además, se le cuestionó desde el

-
- ¹ Jimenez H. María Elena. Estudio Bibliográfico de los Edulcorantes de Alta Potencia y su Metabolismo[Tesis]. México D.F. Ciudad Universitaria. Facultad de Química. 2008.
 - ² Jimenez H. María Elena. Estudio Bibliográfico de los Edulcorantes de Alta Potencia y su Metabolismo[Tesis]. México D.F. Ciudad Universitaria. Facultad de Química. 2008.

punto de vista de salud pública debido a su posible toxicidad observada en ratones y sus implicaciones secundarias. La República Federal Alemana lo retira de su estatus GRAS (Generally Recognized as Safe). Misma acción que realizaría la FDA (Food and Drug Administration) de los EU en 1970.¹

Estas decisiones llevaron a nuevas discusiones sobre la inocuidad de estas sustancias y paralelamente estimularon la búsqueda de nuevos edulcorantes intensos. Para ese entonces ya existía un importante sector de la población que consumía alimentos bajos en azúcares, o bien, que no contenían azúcar. Actualmente, el aumento de peso y las enfermedades cardiovasculares se han convertido en preocupaciones cada vez más frecuentes en gran parte de la población mundial.

Las problemáticas de salud planteadas y la insistencia de los consumidores sobre la inocuidad de alimentos durante las últimas décadas han propiciado la elaboración de reglamentaciones y nuevas revisiones en el empleo de edulcorantes intensos. Dicha labor fue encomendada a científicos y personal con el conocimiento adecuado del metabolismo y de los efectos bioquímicos de los edulcorantes para constituir las bases para la evaluación de su inocuidad y recomendar su empleo, o bien, rechazarlo.²

Los estudios bioquímicos de los edulcorantes son proyectos a largo plazo que requieren una investigación fundamental, es por esto que todas las personas y organismos relacionados con la inocuidad de los edulcorantes deben estar informados sobre las investigaciones

• ¹ Mattes. D. Richard; Popkin. M. Barry. Nonnutritive Sweetener Consumption in Humans: Effects on Appetite and Food Intake and their Putative Mechanisms. American Journal of Clinical Nutrition. 89. 2009. 1-14pp.

• ^{2 2} Jimenez H. María Elena. Estudio Bibliográfico de los Edulcorantes de Alta Potencia y su Metabolismo[Tesis]. México D.F. Ciudad Universitaria. Facultad de Química. 2008.

toxicológicas, metabólicas y fisicoquímicas de estas sustancias y de los posibles metabolitos que puedan generarse.

La presente revisión se circunscribe a los edulcorantes no calóricos importantes en la industria alimentaria, teniendo preferencia por la Stevia la cual es el único edulcorante no calórico 100% natural y su uso es viable para su producción masiva. La mayoría de estos han sido descubiertos accidentalmente y es normal que una vez descubierto un nuevo edulcorante se suela sintetizar derivados análogos dentro de la misma familia de moléculas que puedan conducir a nuevos edulcorantes.

Cuando se descubre un nuevo edulcorante se espera principalmente que tenga las siguientes características:¹

- Alta intensidad del dulzor.
- Nulo aporte de calorías
- Ausencia de funciones tecnológicas (esto depende de la interacción con otras sustancias para su industrialización)
- Apropiaada para uso en pacientes diabéticos.
- No cariogénico
- Carencia de retrogustos (amargo, metálico o bien persistencia y retardo del dulzor)
- Económicos²

• ¹ Jimenez H. María Elena. Estudio Bibliográfico de los Edulcorantes de Alta Potencia y su Metabolismo[Tesis]. México D.F. Ciudad Universitaria. Facultad de Química. 2008.

• ² Fitch Cindy; Keirn. S. Kathryn. Position of the Academy of Nutrition and Detetics: Use of Nutritive and Nonnutritive Sweeteners. Journal Academy of Nutrition and Dietetics.112. 2012. 739-758.

3.4 Edulcorantes Intensos Artificiales

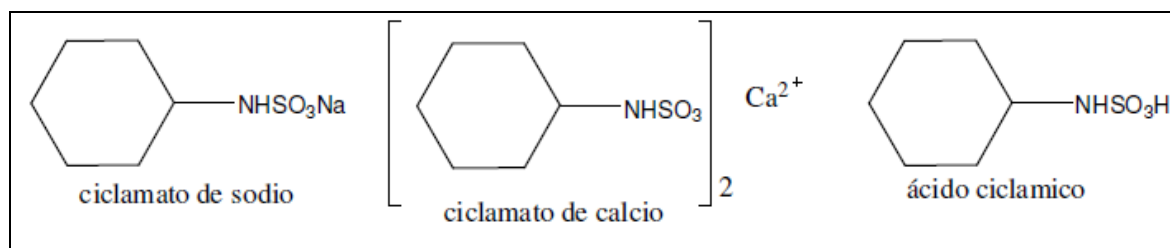
3.4.1 Ciclamato

El ciclamato se sintetizó por primera vez en 1937 por Michael Sveda, un estudiante de postgrado de la Universidad de Illinois, Chicago, quien descubrió su sabor dulce de forma accidental cuando investigaba las propiedades antipiréticas de los derivados del ácido sulfámico. Los ciclamatos fueron patentados por la compañía Dupont en 1940 y los laboratorios Abbott los introdujeron al mercado en 1950.

[...]Los ciclamatos están comprendidos en el grupo de compuestos que integran el ácido ciclámico, el ciclamato de sodio y el ciclamato de calcio, los cuales son electrolitos fuertes (en solución son altamente ionizables, tienen un carácter neutro y presentan una capacidad buffer baja). Los ciclamatos de sodio y de calcio se presentan como cristales o polvos blancos. La fórmula y el peso molecular para el ciclamato de sodio son $C_6H_{12}NO_3SNa$ y 201.22, respectivamente mientras que para el calcio son de $C_{12}H_{24}CaN_2O_6S_2 \cdot 2H_2O$ Y 396.54.¹

2

Figura 1. Estructura química del Ciclamato.



Fuente: Jiménez Elena. 2008. Estudio Bibliográfico de los Edulcorantes de Alta Potencia y su Metabolismo [Tesis] – Imagen.

- ¹ Jimenez H. María Elena. Estudio Bibliográfico de los Edulcorantes de Alta Potencia y su Metabolismo[Tesis]. México D.F. Ciudad Universitaria. Facultad de Química. 2008.
- ² Roberts. W. Michael; Wright. Timothy. Nonnutritive, Low Caloric Substitutes for Food Sugars: Clinical Implications for Addressing the Incidence of Dental Caries and Overweight/Obesity. International Journal of Dentistry. 2012. 1155-1163pp.

Los ciclamatos son sintetizados mediante la sulfonación de la ciclohexilamina por sustitución con varios compuestos químicos seguidos por una neutralización con hidróxidos. Un gramo de ciclamato de sodio es soluble en 5ml de agua o en 25 ml de propilenglicol; 1g de ciclamato de calcio es soluble en 4 ml de agua o en 1.5 ml de propilenglicol, pero no son solubles en disolventes no polares. Son estables a bajas o altas temperaturas, en un amplio rango de pH, en presencia de luz, oxígeno y en todas las aplicaciones de alimentos.¹

Los ciclamatos no son higroscópicos, esto impide el crecimiento de moho o de bacterias, aparecen en la lista de los edulcorantes no cariogénicos y no proporcionan calorías.

Los ciclamatos tienen efectos sinérgicos con la sacarina a razón de 10:1, evitando de esta forma los problemas de sabores no deseados asociados a cada uno de estos productos por separado. Esta combinación fue la primera en su tipo y fue muy usada en los años sesentas en diversos productos alimenticios. Se observó que en bajas concentraciones pueden enmascarar la acidez natural de los frutos cítricos. En otras combinaciones, como lo son ciclamato-Aspartame o ciclamato-aspartame-sacarina, se busca siempre que éstas sean estables y que el producto final tenga un buen sabor. Estas combinaciones se han aplicado en refrescos de dieta, tabletas, postres fríos bajos en calorías, aderezos, mermeladas, jaleas, gelatinas, gomas de mascar y en polvos para preparar bebidas. Del mismo modo son sinérgicos en combinación con la sacarosa.²

-
- ¹ Fitch Cindy; Keirn. S. Kathryn. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics: Use of Nutritive and Nonnutritive Sweeteners. Journal Academy of Nutrition and Dietetics. 112. 2012. 739-758.
 - ² Jimenez H. María Elena. Estudio Bibliográfico de los Edulcorantes de Alta Potencia y su Metabolismo[Tesis]. México D.F. Ciudad Universitaria. Facultad de Química. 2008.

3.4.2 Aspartame

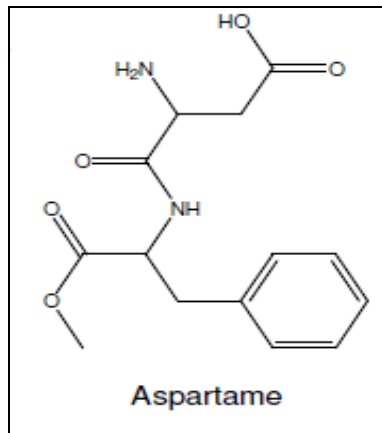
Después del ciclamato, tuvieron que pasar tres décadas para que se descubriera, por accidente, el aspartame. En 1965, el químico James Schlatter de la Searle and Company trabajaba en la búsqueda de fármacos para el tratamiento de la úlcera gástrica sintetizando el tetrapéptido terminal de la gastrina (hormona que promueve la secreción de jugos gástrico). James, al agitar la mezcla del matraz que contenía el compuesto, salpicó accidentalmente un poco de éste en sus dedos y al humedecerse el dedo para darle vuelta a una hoja de papel, notó un sabor dulce.¹

[...]El aspartame está formado por dos aminoácidos: el ácido aspártico y la fenilalanina, conocidos como ester metílico del L- aspartil-Lfenilalanina. Se puede obtener por síntesis química, aunque este método tenga desventajas como: bajos rendimientos, la presencia de isómeros del aspartame y su costo más elevado. Sin embargo, los métodos actuales de obtención están basados en la biotecnología, por medio de síntesis enzimática, lo que ha originado una disminución en su precio.

El aspartame tiene un peso molecular de 294 g/mol y su fórmula condensada es $C_{14}H_{18}N_2O_5$. Es un polvo blanco cristalino, inodoro, con un punto de fusión de 246-247 C, con un poder edulcorante 120-220 veces más dulce con respecto a la sacarosa. Presenta un leve resabio amargo cuando se usa en altas concentraciones, sin embargo, se usa en muy bajas concentraciones y, por lo tanto, se considera que no deja resabio alguno.

• ¹ Jimenez H. María Elena. Estudio Bibliográfico de los Edulcorantes de Alta Potencia y su Metabolismo[Tesis]. México D.F. Ciudad Universitaria. Facultad de Química. 2008.

Figura 2. Estructura química del Aspartame.



Fuente: Jiménez Elena. 2008. Estudio Bibliográfico de los Edulcorantes de Alta Potencia y su Metabolismo [Tesis] – Imagen.

Se utiliza en bebidas carbonatadas, productos en polvo para bebidas, yogurt, caramelos y productos de confitería. Su estabilidad es excelente en aplicaciones para productos secos (en tabletas, pastillas, polvos para preparar bebidas). Soporta los procesos de pasteurización (como los usados en productos lácteos y jugos), procesos asépticos y otros en los cuales las condiciones de temperatura alta se lleven a cabo por corto tiempo. En la actualidad, se estima que el aspartame es usado en aproximadamente 6000 diferentes productos en todo el mundo. Las mezclas de aspartame con otros edulcorantes como el acesulfame, el ciclamato, la sacarina, la glucosa y la sacarosa, son sinérgicas y tienen la ventaja de reducir los costos de producción. También es considerado como no cariogénico.

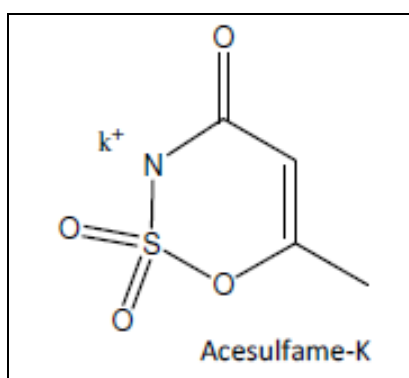
El aspartame está disponible en forma líquida, granulada, encapsulada y en polvo, a fin de ampliar su uso en alimentos y bebidas. La forma encapsulada ha hecho que el aspartame tenga mayor estabilidad térmica, con lo que ha empezado a utilizarse en algunos productos horneados.

De acuerdo al régimen calórico, el sapartame contribuye con el mismo aporte calórico que el de una proteína (4kcal/g) pero el nivel de uso tan bajo hace que éste sea básicamente no calórico.¹²

3.4.3 Acesulfame k

[...]Este edulcorante fue descubierto accidentalmente en 1967 en los laboratorios Hoechst A.G, en Frankfurt, Alemania, por los Drs. Karl Clauss y Harold Jensen quienes realizaban estudios de síntesis de un nuevo anillo heterocíclico a partir del butilo y flurosulfonil isoclanato. El acesulfame-k tiene un peso molecular de 201.2g/mol, y su fórmula condensada es $C_4H_4KNO_4S$. Se descompone alrededor de 235C, a temperaturas prolongada se induce la polimerización. Es un polvo blanco cristalino. A temperatura ambiente se puede disolver hasta 270 g/L a 20C y aumenta hasta 1kg/L a 100C. Es muy estable en polvo, logrando mantenerse durante años, incluso expuesto a la luz.³

Figura 3. Estructura química del Acesulfame de potasio.



Fuente: Jiménez Elena. 2008. Estudio Bibliográfico de los Edulcorantes de Alta Potencia y su Metabolismo [Tesis] – Imagen.

- ¹ Brow, J. Rebeca; Rother, I. Kristina. Non-Nutritive Sweeteners and Their Role in the Gastrointestinal Tract. J. Clin. Endocrinol Metab. 97. 2597-2065pp. 2012.
- ² Mattes. D. Richard; Popkin. M. Barry. Nonnutritive Sweetener Consumption in Humans: Effects on Appetite and Food Intake and their Putative Mechanisms. American Journal of Clinical Nutrition. 89. 2009. 1-14pp.
- ³ Jimenez H. María Elena. Estudio Bibliográfico de los Edulcorantes de Alta Potencia y su Metabolismo[Tesis]. México D.F. Ciudad Universitaria. Facultad de Química. 2008.

su poder edulcorante se ha estimado en unas 200 veces más dulce al de la sacarosa, cuando se le compara con una concentración equivalente del 3 % y, al igual que ocurre con todos los edulcorantes de alta intensidad, depende de la concentración de sacarosa con la que se esté comparando, pues la intensidad puede decrecer a valores de 100-130, en concentraciones de sacarosa superiores del 6%.¹

Es usado como edulcorante en un amplio número de productos alimenticios. Se utiliza en los alimentos bajos en calorías y en azúcares, alimentos para diabéticos, productos de higiene bucal, farmacéuticos y alimento para animales. Debido a que presenta buena estabilidad y solubilidad, es utilizado particularmente en bebidas y refrescos. Las bebidas que contienen este edulcorante pueden pasteurizarse o se les puede aplicar el proceso de ultra pasteurizado, también puede utilizarse en productos horneados.

En combinaciones con otros edulcorantes como: los polioles y edulcorantes de alto poder, se sinergia el potencial de dulzura y de esta forma se reduce el regusto amargo. Su valor calórico es cero.²³

-
- ¹ Roberts. W. Michael; Wright. Timothy. Nonnutritive, Low Caloric Substitutes for Food Sugars: Clinical Implications for Addressing the Incidence of Dental Caries and Overweight/Obesity. *International Journal of Dentistry*. 2012. 1155-1163pp.
 - ² Fitch Cindy; Keirn. S. Kathryn. Position of the Academy of Nutrition and Detetics: Use of Nutritive and Nonnutritive Sweeteners. *Journal Academy of Nutrition and Dietetics*.112. 2012. 739-758.
 - ³ Jimenez H. María Elena. Estudio Bibliográfico de los Edulcorantes de Alta Potencia y su Metabolismo[Tesis]. México D.F. Ciudad Universitaria. Facultad de Química. 2008.

3.5 Edulcorantes Intensos Naturales.

3.5.1 Taumatina.

Figura 4. Fruto *Thaumatococcus daniellii* del que se extrae la taumatina.



Fuente: Jiménez Elena. 2008. Estudio Bibliográfico de los Edulcorantes de Alta Potencia y su Metabolismo [Tesis] – Imagen.

La taumatina es un grupo de proteínas que se extraen del fruto *Thaumatococcus daniellii*, una planta del occidente de África, denominada “Katemfe”, examinada por W.F.Danielli en 1839. Su poder edulcorante es conocido desde hace siglos por los nativos africanos, que la han utilizado para endulzar diferentes alimentos.

En datos más recientes se han dado a conocer cinco taumatinas: I, II, III a y b, todas ellas son arreglos proteicos obtenidas por Van Der Wel y Loeve en 1972 y Van Der Wel en 1974, de las cuales las más importantes son la I y II.

Cuando se extraen y purifican en forma de polvo, el color es crema y es inodoro. Poseen un poder edulcorante similar. Cuando la taumatina se deshidrata por aspersion o por congelación rápida y se almacena a una temperatura de 18-27 C en un ambiente seco, ésta permanece estable indefinidamente.

El poder edulcorante de la taumatina, a temperatura ambiente, es de los más intensos y equivale a 2000 a 2500 veces al de la sacarosa, referido a un 10% de ésta; aunque a una concentración equivalente de 6% de sacarosa se le ha estimado de 1600 a 2700 veces. Sin embargo, su umbral de percepción dulce es relativamente bajo y se observa en cierto regusto a regaliz en altas concentraciones.¹

Su principal uso de la taumatina es como un potenciador del dulzor, para lo cual se utilizan pequeñas cantidades (ppm). Sin embargo, en cantidades mayores es utilizado como edulcorante, por ej: en gomas de mascar se usa en niveles de 50-150 ppm del peso de producto para enaltecer el sabor y mantener la duración de la percepción del mismo. De igual forma, si es espolvoreada de 15 a 30 ppm del peso del producto, tiene un impacto directo en lo que concierne al sabor, calidad y duración de percepción. En cantidades bajas de aplicación de alrededor de 5x10⁻⁵ %, una amplia serie de sabores son intensificados y percibidos con un realce de mayor duración. En un producto líquido, el aroma y la percepción de ciertos sabores son enaltecidos como se adiciona de forma directa, o bien, si se utiliza con agentes espesantes o gelificantes. Los japoneses la emplean para mejorar el aroma del café, enaltecendo el sabor tostado y la retención del sabor por más tiempo. La aplicación de 50-150ppm en el café instantáneo produce un sabor más realzado y menos amargo. En la industria farmacéutica se utiliza a bajos niveles para enmascarar el sabor desagradable que poseen cierta variedad de ingredientes usados. En los últimos años se han recomendado que se considere para ser usado en otros productos que se encuentran en el mercado como son los alimentos para animales o en productos para mascotas.²

• ¹ Fitch Cindy; Keirn. S. Kathryn. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics: Use of Nutritive and Nonnutritive Sweeteners. Journal Academy of Nutrition and Dietetics. 112. 2012. 739-758.

• ² Resendiz M. Neftali. Edulcorantes Naturales: La Stevia Rebaudiana, sus Características y Aplicaciones[Tesis]. México D.F. Ciudad Universitaria. Facultad de Química; 2012.

La Unión Europea constituye el principal mercado y alcanza aproximadamente un 40% de las ventas. El segundo lugar lo ocupa Japón con un 30%, donde se utiliza principalmente en alimentación humana. En el mercado de los edulcorantes es conocida por el nombre de Talin.

La taumatina contribuye con el mismo aporte calórico que el de una proteína (4kcal/g), pero el nivel de uso tan bajo hace que éste sea básicamente no calórico.

La taumatina es digerida como cualquier otra proteína; está compuesta de aminoácidos comúnmente encontrados en otros alimentos y no tiene cadenas secundarias de aminoácidos poco comunes, ni enlaces péptidos o grupos terminales atípicos.¹²

3.5.1 *Estevia*



Figura 5. Hojas de la *Estevia Rebaudiana* de donde se extraen el *Esteviósido* y *Rebaudiósido A* compuestos principales de la *estevia* comercial.

Fuente: Jiménez Elena. 2008. Estudio Bibliográfico de los Edulcorantes de Alta Potencia y su Metabolismo [Tesis] – Imagen.

-
- ¹ Resendiz M. Neftali. *Edulcorantes Naturales: La Stevia Rebaudiana, sus Características y Aplicaciones*[Tesis]. México D.F. Ciudad Universitaria. Facultad de Química; 2012.
 - ² Fitch Cindy; Keirn. S. Kathryn. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics: Use of Nutritive and Nonnutritive Sweeteners. *Journal Academy of Nutrition and Dietetics*.112. 2012. 739-758.

Desde tiempos precolombinos los indios guaraníes la llamaron “Kaa-hee” que significa “hierba dulce” y la utilizaban para endulzar sus comidas y bebidas. Es nativa del valle de la cordillera de Amambay, en la frontera de Brasil y Paraguay. Esta planta fue reportada en 1887 y clasificada en 1899 por el botánico suizo M.S. Bertoni (1857-1929), momento a partir del cual recibió el nombre científico de *Stevia rebaudiana* Bertoni. Es una variedad de crisantemo, de un género integrado por alrededor de 300 especies y pertenece a la tribu Eupatorieae de la familia Asteraceae (de los girasoles). La planta puede llegar a tener una altura de 80cm, una vez que ha completado su crecimiento. Pero las primeras investigaciones para identificar los componentes químicos empezaron a principios del siglo XX. El primer trabajo fue el de los investigadores franceses Bridel y Lavielle, quienes aislaron su principio activo denominado “esteviósido” en 1931. Todos estos son compuestos dulces en los niveles de concentración del esteviósido y otros glucósidos dipertenos que se encuentran en las hojas secas de la *S. rebaudiana*.¹

En 1952, un equipo de investigadores americanos dirigidos por los Drs. Hewit y Fletcher Jr determinaron la estructura química del esteviósido; el que resultó ser un glucósido diterpénico con un aglicón denominado esteviol esto fue reportado por Mosey y Nes, 1955.

Durante la década de 1970, investigadores japoneses de las Universidades de Hiroshima y Hokkaido identificaron otros compuestos edulcorantes en las hojas de estevia: los rebaudiósidos A,B,C,D Y E, los glucósidos A y B y otros de menor importancia, el rebaudiósido A es el que presenta el mayor grado de dulzor.

• ¹ Resendiz M. Neftali. Edulcorantes Naturales: La Stevia Rebaudiana, sus Características y Aplicaciones[Tesis]. México D.F. Ciudad Universitaria. Facultad de Química; 2012.

3.5.2 Dulzura de los compuestos análogos al Esteviósido

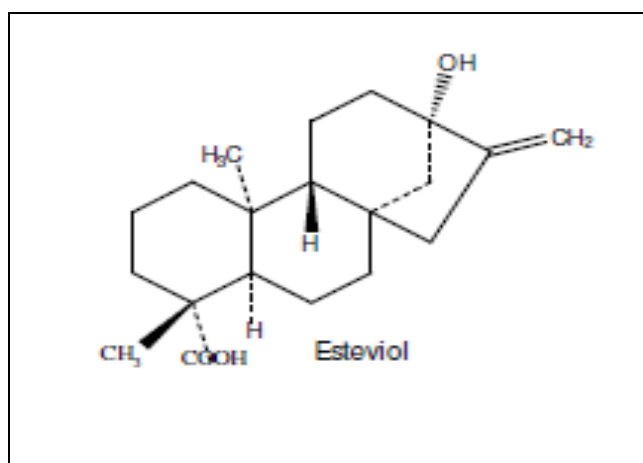
Figura 6. Tabla del poder edulcorante de los compuestos del estevia comparados con la sacarosa.

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
Esteviolbiónido	100-125

Fuente: Jiménez Elena. 2008. Estudio Bibliográfico de los Edulcorantes de Alta Potencia y su Metabolismo [Tesis] – Tabla.

De esta manera, puede verse que el producto industrial extraído de la estevia es en realidad una combinación de varios glucósidos, cuyas cantidades varían en función del clima y del terreno, pero el esteviósido es el principal y más abundante componente. Su fórmula condensada es $C_{38}H_{60}O_{18}$ 49,108.¹

Figura 7. Estructura química del Esteviol. Principal componente de la estevia.



Fuente. Roberts. W. Michael. 2012. *Nonnutritive, Low Caloric Substitutes for Food Sugars: Clinical Implications for Addressing the Incidence of Dental Caries and Overweight/Obesity* Imagen.

- ¹ Goyal. K.; Goyal Samsher. Stevia (Stevia rebaudiana) a Bio-Sweetener: a review. International Journal of Food Sciences and Nutrition. 61. 2012. 1-10pp.

La estevia en su forma natural es de 10 a 15 veces más dulce que la sacarosa, la mayoría de los autores coinciden en que el esteviósido es 300 veces más dulce que la sacarosa y el rebaudiósido A es hasta 400 veces más. Posee características extraordinarias para potencia la dulzura en diferentes formulaciones de alimentos, pero depende de cata tipo de alimento.

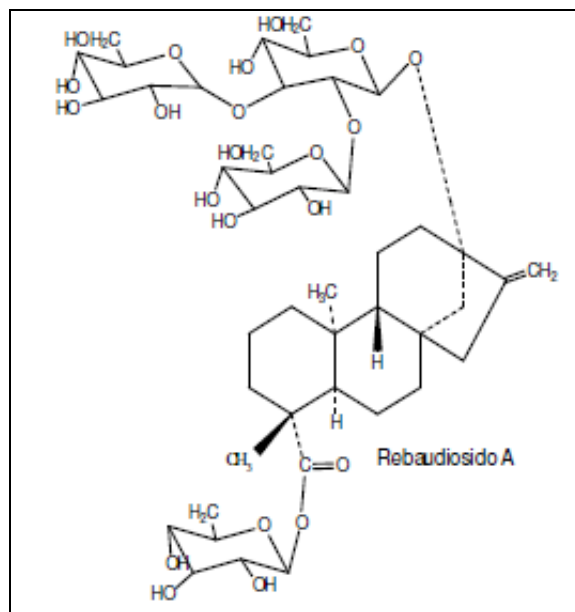


Figura 8. Estructura química de la molécula Rebaudiósido A.

Fuente. Resendiz M. Neftali.2012. Edulcorantes Naturales: La Stevia Rebaudiana, sus Características y Aplicaciones[Tesis]- Imagen

La estevia se ha convertido en la mayor fuente de edulcorantes intensos naturales para el creciente mercado de comida natural en el futuro. Además la estevia puede ser útil en cualquier persona, existen ciertos grupos más beneficiados por su remarcable potencial edulcorante. Estos incluyen a pacientes diabéticos, aquellos que quieren regular su ingesta calórica y niños.¹

-
- ¹Goyal. K.; Goyal Samsher. Stevia (Stevia rebaudiana) a Bio-Sweetener: a review. International Journal of Food Sciences and Nutrition. 61. 2012. 1-10pp.

Ventajas.

- Sus extractos reducen los niveles de colesterol y triglicéridos.
- Tiene efecto hipoglucemiante.
- Se han reportado casos de tolerancia a la glucosa después del uso continuo del estevia.
- Regula la tensión arterial.
- Anti bacterial
- Antimicótico
- Antiinflamatorio
- Antiviral
- Hipoglucemiante.
- Propiedades vasodilatadoras.
- Tiene ventajas sobre los edulcorantes artificiales por que los extractos de estevia son estables a altas temperaturas y con pH3-9.
- Los extractos han sido utilizados como edulcorantes en países como China, Japón, Corea, Israel, Brasil y Paraguay.
- Estevia no presenta daños neuronales o renales como otros edulcorantes artificiales.¹²³

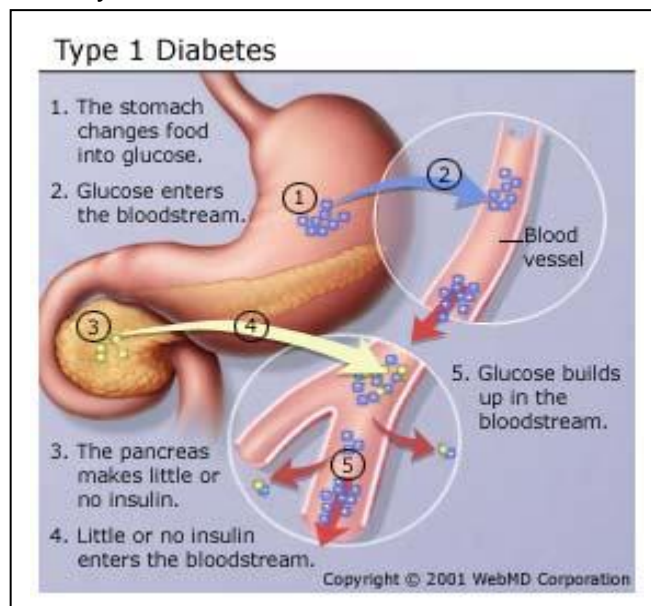
-
- ¹ Resendiz M. Neftali. Edulcorantes Naturales: La Stevia Rebaudiana, sus Características y Aplicaciones[Tesis]. México D.F. Ciudad Universitaria. Facultad de Química; 2012.
 - ² Goyal. K.; Goyal Samsheer. Stevia (Stevia rebaudiana) a Bio-Sweetener: a review. International Journal of Food Sciences and Nutrition. 61. 2012. 1-10pp.
 - ³ Jimenez H. María Elena. Estudio Bibliográfico de los Edulcorantes de Alta Potencia y su Metabolismo[Tesis]. México D.F. Ciudad Universitaria. Facultad de Química. 2008.

4. GENERALIDADES DIABETES MELLITUS TIPO I O DMID

4.1 Diabetes Mellitus

[...]La diabetes mellitus es un síndrome metabólico, crónico, común caracterizado por hiperglucemia síntoma cardinal. Las distintas formas de diabetes son clasificadas de acuerdo a si son causadas por una deficiencia en la secreción de insulina debida al daño de las células β (Diabetes Mellitus tipo I, DM tipo I) y aquellas que son consecuencia de resistencia a la insulina a nivel de músculo esquelético, hígado y tejido adiposo, con varios grados de disfunción de células β (DM tipo II). La DM tipo I es el desorden endócrino-metabólico más común en la niñez y adolescencia, con consecuencias importantes para el desarrollo físico y emocional.¹

Figura 9. Esquema que muestra la interacción entre la ingesta de glucosa y la insulina.



Fuente. Imagen tomada de <http://www.blogmedicinageneral.com.ar>

- ¹ Laura Nabors, Phillip Neal Ritchey, Bevin Van Wassenhove and Jennifer Bartz (2011). Type I Diabetes in Children and Adolescents, Type 1 Diabetes - Complications, Pathogenesis, and Alternative Treatments, Prof. Chih-Pin Liu (Ed.), ISBN: 978-953-307-756-7, InTech, Available from: <http://www.intechopen.com/books/type-1-diabetes-complications-pathogenesis-and-alternative-treatments/type-i-diabetes-in-children-and-adolescents>.

Individuos con DM tipo I confrontan alteraciones serias en su estilo de vida que incluyen un requerimiento diario de insulina exógena, la necesidad de monitorear sus propios niveles de glucosa, y de poner atención del ingreso por la dieta. La morbi-mortalidad proviene de descontrol metabólicos agudos y de complicaciones a largo plazo (generalmente en la adultez) que afecta a pequeños y grandes vasos resultando en retinopatía, nefropatía, neuropatía, enfermedad cardíaca isquémica y obstrucción arterial con gangrena de las extremidades. Las manifestaciones clínicas agudas son debidas a cetoacidosis hipoinsulinémica-hiperglucémica. Los mecanismos autoinmunes son factores en la génesis de la DM tipo I.¹

La Diabetes Mellitus tipo I, formalmente llamada diabetes mellitus insulino-dependiente (DMID), caracterizada por niveles bajos o ausentes de insulina endógena y dependencia a insulina exógena para prevenir el desarrollo de cetoacidosis, una complicación aguda de la DMID. La historia natural incluye 4 distintas etapas:

1. Autoinmunidad preclínica a las células β con defecto progresivo de la secreción de insulina.
2. Inicio de diabetes clínica
3. Remisión transitoria
4. Diabetes establecida asociada con complicaciones agudas y crónicas, decremento de la expectativa de vida.²

El inicio ocurre predominantemente en la niñez, con una edad media de presentación de 7 a 15 años, pero puede presentarse a cualquier edad.

• ¹ Oliver G. Montserrat. Funcionamiento Familiar y Control Glucémico en Población Pediátrica con Diabetes Mellitus Tipo I [Tesis]. México D.F. Hospital Psiquiátrico Fray Bernardino Álvarez .2010.

• ² Laura Nabors, Phillip Neal Ritchey, Bevin Van Wassenhove and Jennifer Bartz (2011). Type I Diabetes in Children and Adolescents, Type 1 Diabetes - Complications, Pathogenesis, and Alternative Treatments, Prof.Chih-Pin Liu (Ed.), ISBN: 978-953-307-756-7, InTech, Available from: <http://www.intechopen.com/books/type-1-diabetes-complications-pathogenesis-and-alternative-treatments/type-i-diabetes-in-children-and-adolescents>.

La DMID está caracterizada por la destrucción autoinmune de isletas pancreáticas de células β .

Tanto factores genéticos como ambientales contribuyen a la patogénesis. La susceptibilidad a la DMID está genéticamente controlada por alelos del complejo mayor de histocompatibilidad clase II. También está asociada con anticuerpos contra el citoplasma celular de las isletas, insulina, anticuerpos contra el ácido glutámico decarboxilasa e ICA512. La DMID está asociada a otras enfermedades autoinmunes como el hipertiroidismo, la enfermedad celiaca, esclerosis múltiple y enfermedad de Addison.¹

4.2 Epidemiología.

La incidencia de DM tipo I está incrementándose rápidamente en regiones específicas y muestra la tendencia a presentarse más tempranamente. La DM tipo I representa el 10% de todos los tipos de diabetes. Es una de las enfermedades más comunes y severas en la infancia; 40% de los individuos con DM tipo I tienen menos de 20 años.

La tasa de incremento es mayor en niños más jóvenes; las tasa de incremento en la incidencia de DM tipo I en función a la edad de inicio son 6.3%, 3.1% y 2.4% en grupos etáreos de niños de 0-4 años, 5-9 años y 10-14 años respectivamente. Niñas y niños son igualmente afectados, no hay relación aparente con el estado socioeconómico. Los picos de presentación ocurren en dos grupos etáreos: de los 5-7 años y en la pubertad. Un número creciente de casos se están presentando entre el año y los dos de edad. El primer pico puede corresponder al tiempo en que se incrementa la exposición a agentes infecciosos coincidiendo con el inicio de la escuela; el segundo pico puede corresponder al crecimiento acelerado puberal inducido por esteroides gonadales y al incremento en

• ¹ Oliver G. Montserrat. Funcionamiento Familiar y Control Glucémico en Población Pediátrica con Diabetes Mellitus Tipo I [Tesis]. México D.F. Hospital Psiquiátrico Fray Bernardino Álvarez. 2010.

la secreción de la hormona del crecimiento (la cual antagoniza a la insulina). Estas posibles relaciones causa-efecto aún están por probarse.

El estrés psicosocial, medido como la tensión en la familia, se ha demostrado que está involucrado en la inducción o progresión de la diabetes relacionada con la autoinmunidad en niños durante el primer año de vida independientemente de la historia familia de diabetes. Esto es que el estrés psicosocial en la familia puede afectar negativamente debido a una conexión a los niveles hormonales y señales neuronales que influyen la sensibilidad a la insulina y los requerimientos de insulina y el sistema inmune.¹

Figura 10. Control de la hemoglobina glucosilada. Responsabilidad Familiar con el paciente diabético.



Fuente. Internet imagen tomada en www.medicinajoven.com

Se estima que en el año 2000 existían en el mundo 151 millones de personas con DM, y para 2025 podrían ser 300 millones con un incremento de la prevalencia de 4% al 5.4%. Este incremento se observa

-
- ¹ Oliver G. Montserrat. Funcionamiento Familiar y Control Glucémico en Población Pediátrica con Diabetes Mellitus Tipo I [Tesis]. México D.F. Hospital Psiquiátrico Fray Bernardino Álvarez .2010.

tanto en países desarrollados y en vías de desarrollo, sin embargo, el incremento de hasta un 170%. India, China, Canadá y Estados Unidos, son los países con cifras de prevalencia más altas en el mundo. En EU se estima que serán 48.3 millones de personas con DM en el 2050, con un incremento en la prevalencia de 5.62% al 12%, siendo mayor en mujeres respecto a los hombres. La incidencia en EU desde 1990 a 2004 ha mostrado un incremento del 2.3% por año para la diabetes mellitus tipo I. Hecho similar con la DM II por el incremento de la obesidad infantil; en general la diabetes mellitus en un periodo de 12 años mostro un incremento de 38% de hospitalizaciones por esta causa.¹

4.3 Manifestaciones Clínicas.

Inicialmente, cuando las reservas de insulina son limitadas, la hiperglucemia ocurre ocasionalmente. Cuando los niveles séricos de glucosa incrementan por encima del umbral renal, poliuria o nicturia inician. Con la pérdida gradual de células β , la hiperglucemia crónica causa diuresis más persistente, frecuentemente con enuresis nocturna y la polidipsia se hace evidente. Se pierden calorías por la orina lo que conlleva a la hiperfagia.

Cuando se alcanzan niveles extremadamente bajos de insulina, los cetoácidos se acumulan. En este punto, el niño rápidamente se deteriora. Los cetoácidos producen molestia abdominal, náusea y vómito. Se acelera la deshidratación pero la poliuria persiste. La cetoacidosis lleva a las respiraciones de Kussmaul, aliento afrutado, disminución de la función neurocognitiva y posible coma. Aproximadamente 20 a 40% de los niños con diabetes de nuevo inicio progresan a cetoacidosis antes del diagnóstico.²

-
- ¹ Gale A. M. Edwin. Perspectives in Diabetes The Rise of Childhood Type 1 Diabetes in the 20th Century. Diabetes. 2002. 51.
 - ² Orbak Recep, Simsek Sera, Orbak Serrin, Kavrut Fahri. The Influence of Type-1 Diabetes Mellitus on Dentition and Oral Health in Children and Adolescents. Yonsei Med. 2008. 49(3): pp357- 365.

Figura 11. Niña con Cetoácidos. Manifestaciones clínicas.



Fuente. Imagen tomada de diabetesinfantil2.wordpress.com

Las mayores complicaciones en la diabetes mellitus afectan a los órganos y tejidos ricos en vasos capilares, como los riñones, la retina y nervios. Estas complicaciones secundarias se deben al desarrollo de las microangiopatías. Estos pequeños cambios en los vasos pueden ser observados en los tejidos de la cavidad oral. La enfermedad periodontal ha sido reconocida como la sexta principal complicación en la diabetes. Todas estas consecuencias a largo plazo se han estudiado ampliamente en los años recientes, esto ha permitido mejorar los tratamientos preventivos y crear una terapia más efectiva, para poder proporcionar una mejor calidad de vida a los pacientes.¹

-
- ¹Lalla Evanthia, Cheng Bin, Lal Shantanu, Tucker Sid. Periodontal Changes in Children and Adolescents with Diabetes. Diabetes Care. 2006. 29: pp.295-299.

5. LA INFLUENCIA DE LA DIABETES MELLITUS TIPO I EN LA DENTICIÓN Y SALUD ORAL EN NIÑOS Y ADOLESCENTES.

Los niños con DMI durante su crecimiento y desarrollo hasta la adolescencia presentan diferentes problemas, en un inicio el impacto a su estilo de vida, el cual se tiene que modificar para poder tener un control glucémico ideal, el círculo familiar cambia totalmente para darle apoyo al miembro que padece una enfermedad crónica degenerativa, esto afecta al paciente de una forma psicológica y física.

Aunado a estas problemáticas están las repercusiones propias en cavidad oral, centrándonos en la dentición, su erupción y desarrollo hasta que esta se encuentra en oclusión, los problemas periodontales y asociados a la ingesta de carbohidratos.¹

La enfermedad periodontal es una infección bacteriana de los tejidos circundantes y de soporte del diente. La Gingivitis como inflamación de los tejidos blandos puede progresar a periodontitis, cuando existe una pérdida del tejido conectivo y el hueso alveolar que puede eventualmente llevar a la pérdida dental. En 1997 un reporte del comité experto en diagnóstico y clasificación de Diabetes Mellitus, refirió que la enfermedad periodontal es una condición patológica común en los pacientes diabéticos.²

Esta asociación entre diabetes y enfermedad periodontal ha sido reconocida y estudiada en la literatura odontológica por varias décadas. Múltiples estudios han demostrado la prevalencia, severidad y

• ¹ Orbak Recep, Simsek Sera, Orbak Serrin, Kavrut Fahri. The Influence of Type-1 Diabetes Mellitus on Dentition and Oral Health in Children and Adolescents. *Yonsei Med.* 2008. 49(3): pp357- 365.

• ² Lalla Evanthia, Cheng Bin, Lal Shantanu, Tucker Sid. Periodontal Changes in Children and Adolescents with Diabetes. *Diabetes Care.* 2006. 29: pp.295-299.

progresión de la enfermedad periodontal la cual esta significativamente incrementada en pacientes con Diabetes Mellitus. Además, estudios han mostrado casos severos de enfermedad periodontal en pacientes diabéticos con un control metabólico pobre y otras complicaciones ligadas al paciente diabético. Los cuales muestran que en comunidades principalmente hispanas no se cuenta con un buen apego al control glicemico, son personas de nivel bajo socio-económico, que visitan pocas veces al odontólogo ya que no refieren dolor durante la evolución enfermedad periodontal.

Figura 12. Márgenes gingivales sangrantes, signo de enfermedad periodontal.



Fuente. Foto tomada de internet de saludbucal2012.blogspot.com

La Diabetes Mellitus puede afectar a la erupción dental, debido a sus complicaciones periodontales.¹

La erupción dental es un movimiento gradual de los dientes de su posición formativa en la cripta ósea, a través del hueso alveolar hasta que están posicionados en una oclusión funcional dentro de la cavidad oral. Aun que existen varias teorías sobre la erupción no existe una explicación específica responsable de la erupción. Existen

-
- ¹ Lalla Evanthia, Cheng Bin, Lal Shantanu, Tucker Sid. Periodontal Changes in Children and Adolescents with Diabetes. Diabetes Care. 2006. 29: pp.295-299.

diversos factores que alteran este proceso desde receptores moleculares asociados, la actividad osteoclástica, el desarrollo de las raíces, la nutrición e influencias hormonales propias del crecimiento y desarrollo infantil, todas estas están implicadas.¹

La alteración en el desarrollo dental puede contribuir a encadenar complicaciones tales como; mal oclusiones, apiñamiento dental, mala higiene, enfermedad periodontal y caries. Un paciente que presenta DMID y que tiene un control pobre sobre su glucemia presenta una mayor susceptibilidad a la inflamación (gingivitis) ya que sus vasos capilares están muy frágiles y pueden fácilmente extravasarse causando sangrado gingival.²

Cuando un órgano dentario está en proceso eruptivo el primer signo es la inflamación, la cual es producida por una presión constante sobre los tejidos circundantes, en un paciente sano los tejidos presentan cierta resistencia, esta le brinda el tiempo necesario al órgano dentario para poder colocarse en su posición ideal y seguir su cronología eruptiva, la cual es muy específica y en la cual puede observar un retroceso o aceleración; En un paciente Insulino dependiente se observa una aceleración en la erupción dental con un pico mayor entre 10 y 14 años, debido al deterioro tisular resultado de una hiperglucemia no controlada ya que a esta edad el niño pasa a la pubertad y existe un aumento de hormonas, el manejo del paciente se vuelve más complicado. Se ha reportado Xerostomía y lesiones mucogingivales

-
- ¹ Shantanu Lal, Bin Cheng, Selma Kaplan, Barney Softness, Ellen Greenberg, Robin S. Accelerated Tooth Eruption in Children With Diabetes Mellitus. *Pediatrics*. 2008; 121.
 - ² G. Bjelakovic, I. Stojanovic, T. Jevtovic-Stoimenov, Lj.Saranac, B. Bjelakovic, D. Pavlovic, G. Kocic and B.G. Bjelakovic (2011). Hypoglycemia as a Pathological Result in Medical Praxis, Type 1 Diabetes Complications, Prof. David Wagner (Ed.), ISBN: 978-953-307-788-8, InTech, Available from: <http://www.intechopen.com/books/type-1-diabetes-complications/hypoglycemia-as-a-pathological-result-inmedical-praxis>

asociadas a los malos manejos en los niveles de hemoglobina glucosilada.¹

Figura 13. Maloclusion en dentición Mixta.



-
- ¹ Orbak Recep, Simsek Sera, Orbak Serrin, Kavrut Fahri. The Influence of Type-1 Diabetes Mellitus on Dentition and Oral Health in Children and Adolescents. Yonsei Med. 2008. 49(3): pp357- 365.

6. LA NUTRICIÓN EN EL CONTROL DEL PACIENTE DIABETICO.

Se han encontrado diversos factores nutricionales que influyen en el desarrollo de la diabetes tipo I. Por ejemplo se ha probado que la ingesta diaria de vegetales durante el embarazo reduce el riesgo a que el producto desarrolle DMI. Otro señala que la ingesta alta de hierro (vía fórmula infantil o suplementos) en los primeros cuatro meses de vida fue asociada con un alto riesgo en el desarrollo de DMI. Aunque, otros estudios encontraron que pocos alimentos pueden intervenir en el desarrollo de la DMI durante el embarazo, algunos como la mantequilla, la margarina baja en grasa, bayas y cantidades considerables de café pero, la mayoría de los alimentos no mostraron interacción.¹

6.1 Manejo nutricional.

Una óptima nutrición acompañada de una buena insulino-terapia en pacientes con Diabetes Mellitus tipo I, es un requisito para un crecimiento y desarrollo normal, que se irá adecuando a la transición puberal, permitiendo al paciente desarrollarse en actividades cognitivas, deportivas y de convivencia. Además previene episodios hiperglucémicos o hipoglucémicos y las complicaciones que de estos derivan, incluyendo la nefropatía.²

-
- ¹ Olabiyi Folorunso and Oluwafemi Oguntibeju (2013). The Role of Nutrition in the Management of Diabetes Mellitus, Diabetes Mellitus - Insights and Perspectives, Prof. Oluwafemi Oguntibeju (Ed.), ISBN: 978-953-51-0939-6, InTech, DOI: 10.5772/48782. Available from: <http://www.intechopen.com/books/diabetes-mellitus-insights-and-perspectives/the-role-of-nutrition-in-the-management-of-diabetes-mellitus>
 - ² Snežana Marković- Jovanovic (2013). Nutritional Management in Type 1 Diabetes Mellitus, Type 1 Diabetes, Dr. Alan Escher (Ed.), ISBN: 978-953-51-1017-0, InTech, DOI: 10.5772/52465. Available from: <http://www.intechopen.com/books/type-1-diabetes/nutritional-management-in-type-1-diabetes-mellitus>

Las recomendaciones en la dieta para los niños y adolescentes con diabetes están basadas en una alimentación sana la cual pueda ser asimilada por cualquier niño y por lo tanto por toda la familia. Las modificaciones nutrimentales deben ser adaptados a las tradiciones familiares, culturales y étnicas además de las necesidades psicosociales de cada individuo. Igualmente el régimen de insulina debe ser incluido en los hábitos y estilo de vida del individuo con diabetes mellitus.

En la actualidad se utiliza el modelo de Terapia Medica Nutricional que tiene como objetivos.

- Mantener normal los niveles de glucosa en sangre.
- Mantener un óptico control de los niveles de lípidos en sangre.
- Alcanzar y mantener una presión arterial estable.
- Prevenir complicaciones nutricionales relacionadas como la falta de vitaminas.
- Promover la ingesta de Kilocalorías necesarias dependiendo del peso corporal.
- Obtener una optima nutrición para maximizar la salud de nuestro paciente durante el embarazo, lactancia, crecimiento y desarrollo.¹²

Aunque cada caso debe ser personalizado existen recomendaciones que pueden servir para cada paciente con Diabetes Mellitus, la asociación Americana de Diabetes recomienda las siguientes.

-
- ¹ Oliver G. Montserrat. Funcionamiento Familiar y Control Glucémico en Población Pediátrica con Diabetes Mellitus Tipo I [Tesis]. México D.F. Hospital Psiquiátrico Fray Bernardino Álvarez .2010.
 - ² Olabiyi Folorunso and Oluwafemi Oguntibeju (2013). The Role of Nutrition in the Management of Diabetes Mellitus, Diabetes Mellitus - Insights and Perspectives, Prof. Oluwafemi Oguntibeju (Ed.), ISBN: 978-953-51-0939-6, InTech, DOI: 10.5772/48782. Available from:

1. Integrar y sincronizar el tiempo de acción de la insulina en cada paciente con cada ingesta de alimentos, la cual debe ser simultánea esto para ayudar a minimizar los picos de glucosa en sangre.
2. Reducir la ingesta de grasas saturadas ya que se se ha demostrado que los pacientes diabéticos son propensos a tener enfermedades coronarias, la restricción dietaria puede reducir el riesgo.
3. Mantener la ingesta de sal en lo mínimo ya que el consumo alto está relacionado al desarrollo de hipertensión. Sin embargo la ingesta de nutrientes esenciales debe ser adecuada al desarrollo del paciente.
4. Ejercicio el cual debe ser planificado con el uso de insulina para no afectar la concentración de glucosa en sangre mientras se esta realizando el ejercicio. El ejercicio moderado puede incrementar la necesidad de glucosa de 2-3mg/Kg/min.¹²

Se debe tener un control de la ingesta calórica diaria según la edad.

- 1000Kcal+100 Kcal/por año (para 0-12 años)
- 1500-2000 Kcal +100 Kcal /por año (para mujeres 12-15 años)
- 2000- 2500 Kcal+200 Kcal/por año (para hombres 12-15 años)

De las cuales 43%-47% son calorías aportadas por carbohidratos, 36%-37% aportadas por las grasas insaturadas 14% grasas saturadas y 7% grasas poli insaturadas.

Se recomienda que la ingesta total de azúcar refinada sea de 130 g / día.³

-
- ¹ Snežana Marković- Jovanovic (2013). Nutritional Management in Type 1 Diabetes Mellitus, Type 1 Diabetes, Dr. Alan Escher (Ed.), ISBN: 978-953-51-1017-0, InTech, DOI: 10.5772/52465. Available from: <http://www.intechopen.com/books/type-1-diabetes/nutritional-management-in-type-1-diabetes-mellitus>
 - ²Şenay Çetinkaya (2012). Nutrition in Healthy Children, Contemporary Pediatrics, Dr. Öner Özdemir (Ed.), ISBN: 978-953-51-0154-3, InTech, Available from: <http://www.intechopen.com/books/contemporarypediatrics/nutrition-in-healthy-children>
 - ³ Şenay Çetinkaya (2012). Nutrition in Healthy Children, Contemporary Pediatrics, Dr. Öner Özdemir (Ed.), ISBN: 978-953-51-0154-3, InTech, Available from: <http://www.intechopen.com/books/contemporarypediatrics/nutrition-in-healthy-children>

7. USOS EDULCORANTES NO CALORICOS.

Los edulcorantes no calóricos se han utilizado como aditivos en la comida desde ya más de 60 años, estos han ido evolucionando para poder brindarnos una mejor percepción del sabor dulce.

Utilizados en su gran mayoría por personas que quieren mantener un control glucémico ideal sin sacrificar el sabor dulce.

Aun que en esta revisión se tocan los edulcorantes sintéticos, sus generalidades, ventajas, desventajas y sus usos en el mercado, concluimos que están presentes en casi todos los alimentos procesados y no marcan un cambio en el consumo de carbohidratos, al contrario, la mayoría están combinados con sacarosa y otros edulcorantes creando una adicción al dulzor en los alimentos y bebidas.

Creando un problema por el consumo excesivo de edulcorantes sintéticos, ya que su metabolismo y excreción generan subproductos que pueden afectar al individuo de una manera tal que pueda ser irreversible como algunos tipos de cáncer, sin olvidar el sobre peso y las complicaciones que conlleva.

En esta revisión se pretende dar una nueva opción poco conocida en el mercado mexicano, presentando las ventajas que representa El Estevia como el único edulcorante de alta potencia totalmente natural aún en su forma refinada.

Los extractos de glucósido de esteviol tienen muchas aplicaciones como edulcorantes en la elaboración de bebidas a base de fruta y leches, postres, yogurt y golosinas, además es un buen sustituto para el azúcar de mesa.¹

El primer uso es como endulzante que mejora la palatabilidad en alimentos y bebidas. A diferencia del aspartame, la estevia es muy

• ¹ Resendiz M. Neftali. Edulcorantes Naturales: La Stevia Rebaudiana, sus Características y Aplicaciones[Tesis]. México D.F. Ciudad Universitaria. Facultad de Química; 2012.

estable a altas temperaturas de hasta 200 C, es estable al medio ácido y no fermentable, lo que permite que se situé en el mercado de pasteles y galletas.

Figura 14. Svetia. Edulcorante a base de Estevia.



Fuente. Imagen tomada de internet de www.altonivel.com.mx

Se ha producido estevia para utilizarla en alimentos como cereales, helados, tés herbales, pasta de dientes, en productos refrescantes para la boca, goma de mascar esto por tener la ventaja de proteger los órganos dentarios de las bacterias al no constituir ningún aporte calórico.

La funcionalidad y estabilidad de la estevia, han permitido que esta se incluya en las formulaciones de bebidas no alcohólicas, refrescos de cola etc¹.

Es un edulcorante muy aceptado ya que dura aproximadamente 26 semanas en almacenamiento, en diversas combinaciones es estable hasta por 52 semanas aproximadamente, en la goma de mascar hasta 27 semanas sigue siendo un producto funcional.²

-
- ¹ Jimenez H. María Elena. Estudio Bibliográfico de los Edulcorantes de Alta Potencia y su Metabolismo[Tesis]. México D.F. Ciudad Universitaria. Facultad de Química. 2008.
 - ² Puri, M, Sharma, D; Tiwari, A.K. Downstream processing of stevioside and it's potential applications, Biotechnology Advances, 2011, 29,pp. 781-791.

Hasta 1970, la hierba dulce era producida en Argentina y Paraguay comprobaron los beneficios de esta planta y la ausencia de efectos desfavorables para la salud y hoy en día la estevia se utiliza en varios países. Los principales productores son Japón, China, Taiwán, Tailandia, Corea, Brasil, Malasia y Paraguay.

La demanda actual de la Estevia se encuentra en el creciente aumento, del uso de edulcorantes sin calorías y de origen natural, lo que permite a los productores la obtención de cultivos más productivos e incrementará el rendimiento de obtención de glucósidos.¹

Hoy en día la Estevia es comercialmente cultivada en Paraguay, Brasil, México, Canadá, Hawaii, California, Israel, Ucrania y Rusia. En México, la Estevia ha comenzado a comercializarse con el nombre de la marca PureVia, es un endulzante sin calorías que ayuda a llevar el estilo de vida saludable que se desea actualmente por que es 100% natural. Elaborado con extracto puro de la hoja de Stevia rebaudiana.

La PureVia es en su mayoría un concentrado de Rebaudiósido A, y a diferencia de los demás productos hechos de la planta de Stevia, tiene un menor efecto amargo y endulza hasta 300 veces más que la sacarosa. Actualmente, existe una bebida endulzada por PureVia llamada G2 de la línea de Gatorade².

Todos los ingredientes dentro de este producto son naturales, no tiene conservadores y tampoco están modificados químicamente como los endulzantes artificiales. PureVia no altera los niveles de azúcar en la sangre por lo que puede ser consumido por personas que padecen diabetes mellitus o enfermedades que desencadenadas por problemas

• ¹ Genus, J.M.C. Stevioside, Elsevier Ltd, 2003, 64, pp. 913-921

• ² Resendiz M. Neftali. Edulcorantes Naturales: La Stevia Rebaudiana, sus Características y Aplicaciones[Tesis]. México D.F. Ciudad Universitaria. Facultad de Química; 2012.

de obesidad o sobre peso. Este producto está disponible en todas las tiendas de autoservicio, con un precio aproximado de \$45 pesos en presentación de 40 gramos (80 sobres).

La Estevia en dosis normales puede ser utilizada como endulzante sin ninguna restricción por personas comunes y por diabéticos. El disminuir la ingesta de sacarosa tiene un efecto benéfico en el balance del consumo de alimentos y para la salud humana.¹

Su importancia en el tratamiento de la diabetes se describe en el informe del instituto internacional de Diabetes, publicado en Helsinki, donde se informa que la diabetes afecta a unos 135 millones de personas en el mundo, una predicción para el año 2025 indica que la población que padezca esta enfermedad será aproximadamente de unos 300 millones de casos, es lo que la OMS ha citado. La diabetes, causa la muerte de 3 millones de personas por año, convirtiéndose en epidemia en algunos países donde es la causa principal de fallecimientos. El instituto señala que, el tratamiento por medicamentos, ha cambiado muy poco el panorama, desde el desarrollo de las inyecciones de insulina en 1921. Apuntan, en cambio, a modificar el estilo de vida de las personas, con un énfasis renovado en el ejercicio físico y la dieta saludable en donde el uso de la estevia tiene una influencia importante.

Los autores concluyeron que el Esteviósido es muy bien tolerado y un compuesto efectivo que puede ser considerado como una terapia alternativa o suplementaria para los pacientes con hipertensión. También se ha indicado que tiene actividad antibiótica, especialmente contra las bacterias que atacan las mucosas bucales. La acumulación de la placa dentobacteriana después de enjuagar con Esteviósido es 57.82% menor que cuando se enjuaga con sacarosa.

-
- ¹ Puri, M, Sharma, D; Tiwari, A.K. Downstream processing of stevioside and it's potential applications, *Biotechnology Advances*, 2011, 29,pp. 781-791.

Figura 15. Productos con Stevia..



En aplicaciones externas se utiliza la Estevia en forma líquida para el tratamiento de la piel con manchas y granos, para este fin se puede encontrar su uso en Europa.¹²

Recientemente se ha observado que el Esteviósido tiene propiedades contra la amnesia. Tratamientos previos con el Esteviósido han indicado que se disminuyen los niveles del estrés oxidativo en el cerebro y se invierten los déficits en el aprendizaje y memoria. Por ello concluyeron que el Esteviósido ejerce un efecto preservativo en la memoria en déficits

-
- ¹ Resendiz M. Neftali. Edulcorantes Naturales: La Stevia Rebaudiana, sus Características y Aplicaciones[Tesis]. México D.F. Ciudad Universitaria. Facultad de Química; 2012.
 - ² Jimenez H. María Elena. Estudio Bibliográfico de los Edulcorantes de Alta Potencia y su Metabolismo[Tesis]. México D.F. Ciudad Universitaria. Facultad de Química. 2008.

cognitivos en las ratas a través de sus múltiples acciones. Además de ser una opción verde al producirse enzimáticamente y ser una vía más para explotar la Estevia como una opción de edulcorante natural con futuro.¹²

-
- ¹ Puri, M, Sharma, D; Tiwari, A.K. Downstream processing of stevioside and it's potential applications, *Biotechnology Advances*, 2011, 29,pp. 781-791.
 - ² Genus, J.M.C. Stevioside, Elsevier Ltd, 2003, 64, pp. 913-921

8. CONCLUSIONES.

- El constante aumento de padecimientos adversos a la salud como la hipertensión arterial, la obesidad infantil y problemas relacionados con la Diabetes mellitus son detonantes para que actualmente se desarrollen sustitutos de azúcar y estos sean cada vez más utilizados.
- Después de conocer la información sobre los principales edulcorantes, sus características, ventajas, desventajas y otra información, se concluyó que la Estevia es el edulcorante natural que ofrece mayores beneficios a la salud de los consumidores.
- La Estevia no aporta calorías y además es natural, en conjunto estas características han incrementado el uso de la Estevia en una gran variedad de productos alimenticios por lo tanto se prevé que aumente notablemente su participación en el mercado y se confirma que actualmente también es el edulcorante natural más utilizado comercialmente.
- Si se desea solo disminuir la cantidad de calorías de la dieta y no eliminar totalmente el aporte calórico una buena opción es disminuir la cantidad de sacarosa y complementarlo con Estevia.
- La situación actual de la Estevia de considerarse completamente segura por la FDA como edulcorantes es el preámbulo para su explotación en diferentes aplicaciones, en este caso como un método preventivo para los diferentes problemas orales provocados por la Diabetes Mellitus en la población infantil y adolescente.

A cerca del metabolismo de los edulcorantes de alta intensidad revisados se encontró que:

- Ciclamato: se puede transformar en ciclohexilamina y, por esta causa, la FDA de los EU no lo tiene contemplado como aditivo de alimentos. Sin embargo, la Comunidad Europea y otros países, incluyendo a México, lo han aceptado.

- Aspartame: se metaboliza en ácido aspártico, fenilalanina, dicetopiperacina y metanol, los dos últimos son productos no deseables y las cantidades en las que se producen no son significativas. Se necesita consumir grandes cantidades de este edulcorante para que sea considerado nocivo para la salud.
- Acesulfame K: en los estudios realizados en animales de laboratorio, se encontró que se elimina sin cambio y que sus productos de descomposición (acetoacetamida y ácido-N-sulfónico acetamida) no causan ningún efecto en la salud ya que son igualmente eliminados sin cambios.
- Taumatina: las proteínas extraídas del fruto, las cuales son las responsables de otorgar el dulzor, son metabolizadas como cualquier otra proteína.
- Estevia: se ha observado que los azúcares contenidos en la molécula son metabolizados como cualquier otro azúcar. No obstante, no se ha encontrado que transformaciones sufre el esteviol, la molécula central de la estevia.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

- Barbosa B. Joana, Castelblanque B. Vanessa, Jimeno G. Francisco. La Importancia de la Dieta en la Prevención de la Caries. Fac. Ciencias de la Salud. Barcelona España. 2007. 181.
- Brow, J. Rebeca; Rother, I. Kristina. Non-Nutritive Sweeteners and Their Role in the Gastrointestinal Tract. .J. Clin. Endocrinol Metab. 97. 2597-2065pp. 2012.
- Fitch Cindy; Keirn. S. Kathryn. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics: Use of Nutritive and Nonnutritive Sweeteners. Journal Academy of Nutrition and Dietetics.112. 2012. 739-758.
- Fuentes, A.; Fresno, M.J.; Santander, H.; Valenzuela, S.; Gutiérrez, M.F.& Miralles, R. Sensopercepción gustativa: una revisión. Int. J. Odontostomat., 4 (2): 161-168, 2010.
- G. Bjelakovic, I. Stojanovic, T. Jevtovic-Stoimenov, Lj.Saranac, B. Bjelakovic, D. Pavlovic, G. Kocic and B.G. Bjelakovic (2011). Hypoglycemia as a Pathological Result in Medical Praxis, Type 1 Diabetes Complications, Prof. David Wagner (Ed.), ISBN: 978-953-307-788-8, InTech, Available from: <http://www.intechopen.com/books/type-1-diabetes-complications/hypoglycemia-as-a-pathological-result-in-medical-praxis>
- Gale A. M. Edwin. Perspectives in Diabetes The Rise of Childhood Type 1 Diabetes in the 20th Century. Diabetes. 2002. 51.
- Genus, J.M.C. Stevioside, Elsevier Ltd, 2003, 64, pp. 913-921
- Goyal. K.; Goyal Samsher. Stevia (Stevia rebaudiana) a Bio-Sweetener: a review. International Journal of Food Sciences and Nutrition. 61. 2012. 1-10pp.
- Jiang, P.; Cui, M.; Snyder, L., Liu Z.; Bernard L. Molecular Mechanism of Sweet Receptor Function. Rev. Chem. Senses. 30. 17-18 pp, 2005
- Jimenez H. María Elena. Estudio Bibliográfico de los Edulcorantes de Alta Potencia y su Metabolismo[Tesis]. México D.F. Ciudad Universitaria. Facultad de Química. 2008.

- Lalla Evanthia, Cheng Bin, Lal Shantanu, Tucker Sid. Periodontal Changes in Children and Adolescents with Diabetes. *Diabetes Care*. 2006. 29: pp.295-299.
- Laura Nabors, Phillip Neal Ritchey, Bevin Van Wassenhove and Jennifer Bartz (2011). Type I Diabetes in Children and Adolescents, Type 1 Diabetes - Complications, Pathogenesis, and Alternative Treatments, Prof. Chih-Pin Liu (Ed.), ISBN: 978-953-307-756-7, InTech, Available from: <http://www.intechopen.com/books/type-1-diabetes-complications-pathogenesis-and-alternative-treatments/type-i-diabetes-in-children-and-adolescents>.
- Loveren V. Cor, Broukal Zdenek, Oganessian Edgar. Functional Food/ Ingredients and Dental Caries. *Eur J Nutr* 2012; 51 (Suppl 2): pp15-25.
- Malecka-Tendera E. A Mazur. Childhood Obesity: a Pandemic of the Twenty-First Century. *International Journal of Obesity*. 2006.30.
- Mattes. D. Richard; Popkin. M. Barry. Nonnutritive Sweetener Consumption in Humans: Effects on Appetite and Food Intake and their Putative Mechanisms. *American Journal of Clinical Nutrition*. 89. 2009. 1-14pp.
- Olabiyi Folorunso and Oluwafemi Oguntibeju (2013). The Role of Nutrition in the Management of Diabetes Mellitus, Diabetes Mellitus - Insights and Perspectives, Prof. Oluwafemi Oguntibeju (Ed.), ISBN: 978-953-51-0939-6, InTech, DOI: 10.5772/48782. Available from: <http://www.intechopen.com/books/diabetes-mellitus-insights-and-perspectives/the-role-of-nutrition-in-the-management-of-diabetes-mellitus>
- Oliver G. Montserrat. Funcionamiento Familiar y Control Glucémico en Población Pediátrica con Diabetes Mellitus Tipo I [Tesis]. México D.F. Hospital Psiquiátrico Fray Bernardino Álvarez .2010.
- Orbak Recep, Simsek Sera, Orbak Serrin, Kavrut Fahri. The Influence of Type-1 Diabetes Mellitus on Dentition and Oral Health in Children and Adolescents. *Yonsei Med*. 2008. 49(3): pp357- 365.
- Puri, M, Sharma, D; Tiwari, A.K. Downstream processing of stevioside and it's potential applications, *Biotechnology Advances*, 2011, 29,pp. 781-791.
- R. M. Pandey and S. K. Upadhyay (2012). Food Additive, Food Additive, Prof. Yehia El-Samragy (Ed.), ISBN: 978-953-51-0067-6, InTech, DOI: 10.5772/34455. Available from: <http://www.intechopen.com/books/food-additive/food-additive>

- Resendiz M. Neftali. Edulcorantes Naturales: La Stevia Rebaudiana, sus Características y Aplicaciones[Tesis]. México D.F. Ciudad Universitaria. Facultad de Química; 2012.
- Roberts. W. Michael; Wright. Timothy. Nonnutritive, Low Caloric Substitutes for Food Sugars: Clinical Implications for Addressing the Incidence of Dental Caries and Overweight/Obesity. International Journal of Dentistry. 2012. 1155-1163pp.
- Şenay Çetinkaya (2012). Nutrition in Healthy Children, Contemporary Pediatrics, Dr. Öner Özdemir (Ed.), ISBN: 978-953-51-0154-3, InTech, Available from: <http://www.intechopen.com/books/contemporarypediatrics/nutrition-in-healthy-children>
- Shantanu Lal, Bin Cheng, Selma Kaplan, Barney Softness, Ellen Greenberg, Robin S. Accelerated Tooth Eruption in Children With Diabetes Mellitus. Pediatrics. 2008; 121.
- Snežana Marković- Jovanovic (2013). Nutritional Management in Type 1 Diabetes Mellitus, Type 1 Diabetes, Dr. Alan Escher (Ed.), ISBN: 978-953-51-1017-0, InTech, DOI: 10.5772/52465. Available from: <http://www.intechopen.com/books/type-1-diabetes/nutritional-management-in-type-1-diabetes-mellitus>