



Facultad de Veterinaria  
Universidad Zaragoza



# Trabajo Fin de Grado en Ciencia y Tecnología de los alimentos

Bebidas azucaradas y edulcoradas:  
alteraciones de la glucemia

Sugary and sweetened drinks:  
glycemic alterations

Autor/es

María Sanz Iso

Director/es

José Emilio Mesonero Gutiérrez

Facultad de Veterinaria

2022/2023

## ÍNDICE

1. RESUMEN / ABSTRACT .....	3
2. INTRODUCCIÓN .....	5
3. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS .....	7
4. METODOLOGÍA.....	8
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	11
5.1. Azúcares .....	11
5.2. Edulcorantes.....	13
5.2.1. Definición y clasificación .....	13
5.2.2. Jarabe de maíz con alto contenido en fructosa .....	15
5.3. Absorción .....	16
5.4 Alteraciones de la glucemia .....	19
5.5. Patologías relacionadas.....	21
5.5.1. Diabetes.....	21
5.5.3. Otras patologías .....	26
6. CONCLUSIONES / CONCLUSIONS .....	28
7. VALORACIÓN PERSONAL .....	30
8. BIBLIOGRAFÍA .....	31
9. ANEXOS .....	38

## **1. RESUMEN / ABSTRACT**

### **RESUMEN**

Los principales azúcares que existen en las bebidas azucaradas son glucosa, fructosa y sacarosa, siendo este último el más habitual en ellas. Cada uno de ellos posee un comportamiento distinto, en lo que respecta a su absorción y metabolización, pudiendo alterar diferentes funciones orgánicas y metabólicas generales del organismo. Por otro lado, se encuentran los edulcorantes permitidos en las bebidas edulcoradas (acesulfamo K, aspartamo, ciclamato, sacarina, sucralosa, glicósidos de esteviol, neotamo y advantamo) estos son acalóricos, artificiales e intensivos.

La absorción de estos aditivos también es distinta, por un lado, si el azúcar es sacarosa, esta, es hidrolizada por la enzima sacarasa y es absorbida como glucosa y fructosa. La absorción de la glucosa se produce por un mecanismo de transporte activo dependiente de sodio (SGLT1), mientras que la de la fructosa es absorbida mediante un mecanismo facilitado por una molécula transportadora GLUT5. En el caso de los edulcorantes, cada uno de ellos es metabolizado y absorbido de una forma distinta. A pesar de ello estas sustancias van a desarrollar alteraciones de la glucemia y probablemente diabetes mellitus de tipo II y otras alteraciones metabólicas. Teniendo en cuenta los datos a nivel mundial se puede concluir que se trata de un problema de ámbito global que se presenta debido al consumo de bebidas azucaradas y/o edulcoradas y su consiguiente alteración de la glucemia.

### **ABSTRACT**

The main sugars found in sugar-sweetened beverages are glucose, fructose and sucrose, being the latter the most common. Each of them has a different behaviour, as regards their absorption and metabolization, and it can alter different organic and general metabolic functions of the organism. On the other hand, there are the sweeteners permitted in sweetened beverages (acesulfame K aspartame, cyclamate, saccharin, sucralose, steviol glycosides, neotame and advantame), which are acaloric, artificial and intensive.

The absorption of these additives also differs from each other. If the sugar is sucrose, it is hydrolyzed by the enzyme sucrase and is absorbed as glucose and fructose. The absorption of glucose occurs by a sodium-dependent active transport mechanism (SGLT1), whereas fructose is absorbed by a mechanism facilitated by a GLUT5 transporter molecule. In the case of sweeteners, each is metabolized and absorbed in a different way. Nevertheless, these substances will develop glycaemic alterations and probably type II diabetes mellitus and other metabolic alterations. Taking into account the figures at a global scale, it can be concluded that

this is a worldwide problem which occurs due to the consumption of sweetened and/or sugar-sweetened beverages and its consequent blood glucose alteration.

## 2. INTRODUCCIÓN

El término “azúcar” o “azúcares” es normalmente utilizado para denominar los distintos monosacáridos y/o disacáridos que se caracterizan por poseer un sabor dulce, aunque por extensión, su uso hace referencia a prácticamente la totalidad de los hidratos de carbono (Gómez, Beltrán y García, 2013).

Del mismo modo, las bebidas azucaradas son aquellas que contienen edulcorantes calóricos añadidos como, entre otros, azúcar, miel, fructosa, sacarosa, jarabe de maíz, jarabe de arce, néctar o jarabe de agave y jarabe de arroz (LEY 5/2017, de 28 de marzo).

Sin embargo, la adición de los distintos edulcorantes a las bebidas, se encuentra recogida en el Reglamento (CE) nº 1333/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, sobre aditivos alimentarios. En él aparece la definición de edulcorantes: “sustancias que se emplean para dar un sabor dulce a los alimentos o en edulcorantes de mesa”. Por otro lado, los edulcorantes de mesa se definen como “preparados de edulcorantes permitidos, que pueden contener otros aditivos o ingredientes alimentarios y que están destinados a la venta al consumidor final como sustitutos del azúcar”.

Pese a que la ingesta de azúcar ha ido disminuyendo en los últimos años (Gómez, Beltrán y García, 2013) el consumo excesivo de azúcares se ha relacionado con un incremento en el consumo de bebidas azucaradas, siendo en Estados Unidos muy importante en la población más joven (niños y adolescentes). La ingesta de bebidas azucaradas en países desarrollados representa el 16% de las calorías consumidas al día (Araneda et al., 2015), llegando a aportar entre 220 y 400 calorías extra al día y aumentando en un 60% el riesgo de obesidad en niños, la probabilidad de padecer diabetes, obesidad en la edad adulta, hipertensión e incluso pudiendo llegar a producir la muerte como consecuencia de los procesos anteriores. Existen datos alarmantes respecto a este tema, siendo el consumo de bebidas azucaradas una causa de muerte, la cual se cobra la vida de 180000 personas al año en el mundo, es decir, una de cada 100 muertes. Además de las patologías mencionadas anteriormente (diabetes, obesidad e hipertensión), existen otras relacionadas con una elevada ingesta de azúcares, como, alteraciones hepáticas, desórdenes del comportamiento, hiperlipidemia, enfermedades cardiovasculares (ECV), hígado graso, algunos tipos de cáncer y caries dental, llegando incluso a favorecer el desarrollo de alteraciones psicológicas tales como la hiperactividad, el síndrome premenstrual y diferentes alteraciones de la conducta (Cabezas-Zabala, Hernández-Torres y Vargas-Zárate, 2016).

Según Gómez et al., 2010 las bebidas azucaradas pertenecen a una de las categorías de alimentos con más evidencia científica en su contra, llegando a crear la necesidad de implementar políticas públicas de impacto poblacional para así conseguir limitar su consumo a nivel individual. Asimismo, Gómez, Beltrán y García (2013) defienden que existe fundamento suficiente para diseñar ciertas estrategias en referencia a la salud pública promulgando una reducción del consumo de este tipo de bebidas. Es por ello que desde la Organización Mundial de la Salud (OMS) (2022) se están intentando combatir ciertos productos perjudiciales para la salud, entre los que se encuentran las bebidas azucaradas, con medidas como la introducción de nuevas leyes o impuestos, con el fin de frenar su consumo.

Este Trabajo de Fin de Grado (TFG) se centra en el efecto fisiológico y patológico que poseen los azúcares y edulcorantes añadidos en las bebidas azucaradas, sobre todo, teniendo en cuenta que, en los últimos años, numerosos organismos tales como la OMS o la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN), intentan concienciar a la población sobre el peligro al que se exponen al consumirlos, llegando a producir resultados metabólicos perjudiciales para el organismo.

### 3. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

Dada la importancia que está adquiriendo el tomar unos buenos hábitos para lograr un estilo de vida saludable, resulta vital la concienciación de la población sobre cómo ciertos aditivos que son agregados en bebidas, como son los azúcares y edulcorantes, pueden interferir en alcanzar dicha meta. De esta manera, se espera lograr que la población quede informada de los riesgos a los que puede estar expuesta si consume cierto tipo de bebidas, llegando a poder acarrear como consecuencia.

Por esta razón, se ha establecido como principal objetivo de este TFG realizar una revisión bibliográfica sobre cómo el consumo de estas bebidas que contienen unos determinados azúcares y/o edulcorantes y su absorción (si es que se produce), influye en la alteración de la glucemia y, puede llegar a provocar el desarrollo de diversas patologías. Para conseguirlo, se plantean los siguientes objetivos parciales:

- Clasificar los azúcares y edulcorantes que son utilizados en las bebidas.
- Estudiar el conocimiento actual de dichas bebidas.
- Estudiar el proceso de absorción intestinal de los azúcares mediante los transportadores que intervienen en dicho proceso.
- Estudiar los márgenes de consumo de los azúcares.
- Valorar las implicaciones metabólicas que conducen a una alteración de las concentraciones de glucosa en sangre.
- Concienciar sobre los problemas derivados del abuso de este tipo de bebidas.
- Analizar las patologías metabólicas derivadas de las alteraciones de la glucemia.

#### 4. METODOLOGÍA

Para la realización de este trabajo de revisión bibliográfica, se han seguido una serie de pautas recomendadas en el curso online de “Guía de herramientas y pautas para un buen TFG: Ciencia y Tecnología de los Alimentos 2022-23”, realizado por la Biblioteca de la Facultad de Veterinaria de la Universidad de Zaragoza.

Teniendo en cuenta la extensa bibliografía existente sobre el tema y su ámbito relacionado con la salud, en un primer momento se utilizó motor de búsqueda Google Scholar para investigar, realizando una aproximación sobre la temática de forma más general y permitiendo así la elaboración de un primer índice delimitando el contenido del trabajo. No obstante, la búsqueda de información se ha centrado principalmente en el buscador PubMed, que permite consultar principalmente los contenidos de la base de datos MEDLINE. Además de, utilizar otras bases de datos con el fin de ampliar los contenidos del trabajo, tales como Scopus.

En cuanto a los artículos y tesis referenciados a lo largo del trabajo, se ha utilizado como criterio de selección el año de publicación, seleccionando trabajos realizados a partir del año 2007 hasta el día de hoy, intentando así que la información fuera lo más actualizada posible. Para ello, como palabras clave y términos, utilizados por separado o conjuntamente, para realizar la búsqueda han sido: “glucosa”, “glucosa”, “fructosa”, “fructose”, “sugar-sweetened beverages”, “artificially sweetened beverages”, “glycaemic alterations”, “obesity” y “diabetes”.

##### **Fuentes bibliográficas consultadas**

En la búsqueda de información como fuentes bibliográficas han sido consultadas las siguientes:

- *Google Scholar*: es un motor de búsqueda web de acceso libre creado en 2004 y especializado en la búsqueda de contenido y bibliografía científico-académica. Incluye artículos, revistas, tesis, etc.
- *PubMed*: es un motor de búsqueda de acceso libre y gratuito, que contiene más de 33 millones de citas y resúmenes de literatura de investigación en ciencias biomédicas y biológicas. Fue diseñado por el National Center for Biotechnology Information (NCBI) y da acceso a bases de datos bibliográficas, además de permitir consultar los contenidos de la base de datos MEDLINE, una base de datos de bibliografía médica muy amplia producida por la Biblioteca Nacional de Medicina (NML) de los Estados Unidos. También hay otras bases, aunque puede que no tan destacadas, como son PreMedline o Genbak.
- *Scopus*: es una base de datos que contiene resúmenes, referencias bibliográficas y citas de artículos de revistas científicas de campos de la ciencia, la tecnología, la medicina, las



ciencias sociales y las artes y humanidades. Fue creada por la editorial Elsevier en 2004 y cada año se revisan todas las revistas que se incluyen en la base de datos verificando su calidad en base a cuatro tipos de medidas numéricas de calidad para cada título.

- *ScienceDirect*: es un portal sobre ciencia y tecnología perteneciente a la empresa Elsevier. Permite la búsqueda y recuperación de artículos de revistas y libros de la propia editorial, que comprende un total de más de 2500 revistas y 40000 títulos de libros. Su contenido combina publicaciones científicas, técnicas y de salud con una funcionalidad intuitiva e inteligente.

### **Estrategias de búsqueda y criterios de selección**

La búsqueda bibliográfica fue realizada siguiendo la siguiente estructura:

1. Realiza una búsqueda inicial: primero de todo es necesario conocer qué y cuánto se ha escrito sobre el tema elegido de investigación. Para ello, se realizó una búsqueda general utilizando *Google Scholar* como motor de búsqueda para la obtención de los términos fundamentales para tener un primer punto de partida.
2. Búsqueda sistemática: una vez planificada la estrategia de búsqueda, haber seleccionado los términos a utilizar y las herramientas de búsqueda, se procede a hacer una búsqueda de forma ordenada en distintos buscadores y bases de datos como *PubMed*, *Scopus* y *ScienceDirect*, que permitieron conseguir numerosos artículos.
3. Búsqueda inversa: para ello se utilizaron las citas y bibliografía de algunos de los artículos utilizados en el trabajo para completar la información y ser más preciso en ella.

### **Criterios de inclusión y exclusión**

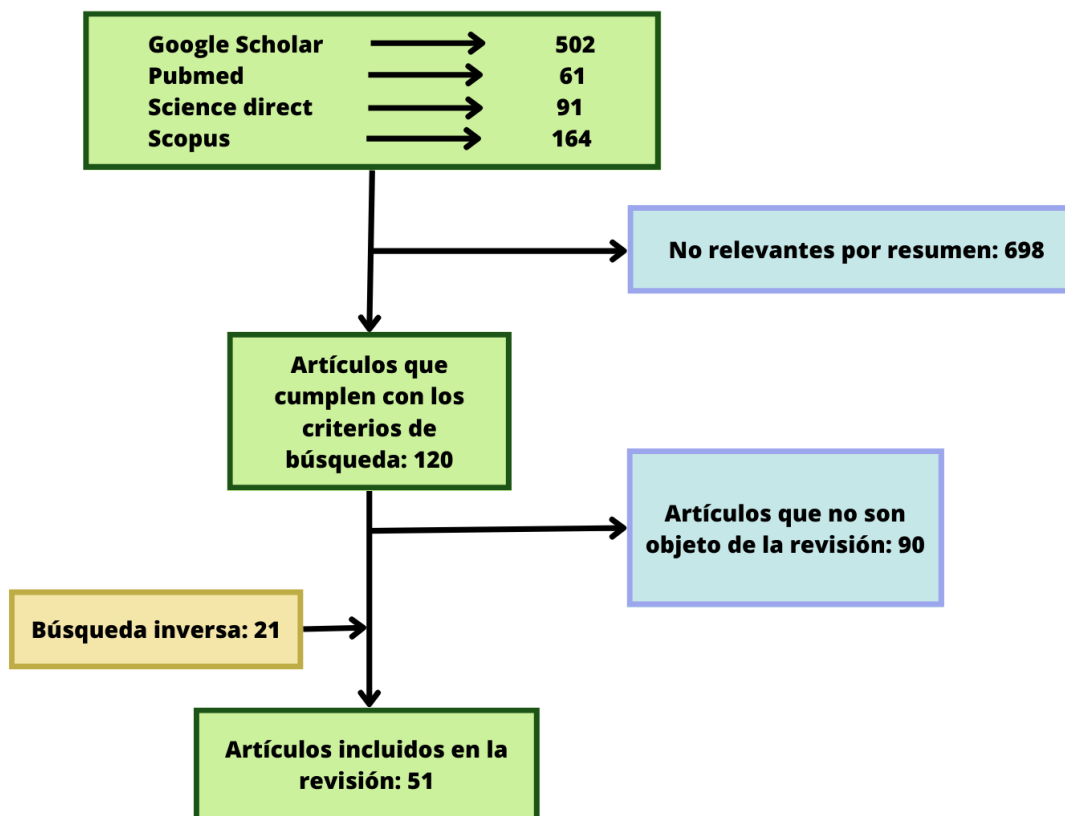
Una vez seleccionados los artículos, se realizó una lectura del título y resumen para determinar si la información se adaptaba al objetivo del trabajo. Fueron excluidos aquellos que no guardaban relación directa con el tema.

### **Estrategias de búsqueda**

La búsqueda avanzada es capaz de relacionar los términos con el uso de conectores booleanos, permitiendo afinar todavía más la búsqueda e indicando el campo en el que debe aparecer la palabra (título, resumen, etc.). Igualmente, se permite filtrar los resultados por fecha de publicación (últimos 16 años), idioma y especie de estudio del artículo. Aunque no se usaron exactamente los mismos términos de búsqueda en todas las bases de datos, si no que se fueron modificando obteniendo así mejores resultados. Así pues, las ecuaciones de búsqueda utilizadas fueron:

- Scopus: "Sugar and artificially sweetened beverages glyceimic": 164
- Google Scholar: "Bebidas azucaradas y edulcoradas alteraciones glucemia": 502
- Pubmed: "Sweetened and artificially beverages": 61
- Science direct: "Sweetened and artificially beverages glycaemic" 91

**Diagrama de flujo del proceso de obtención de resultados**



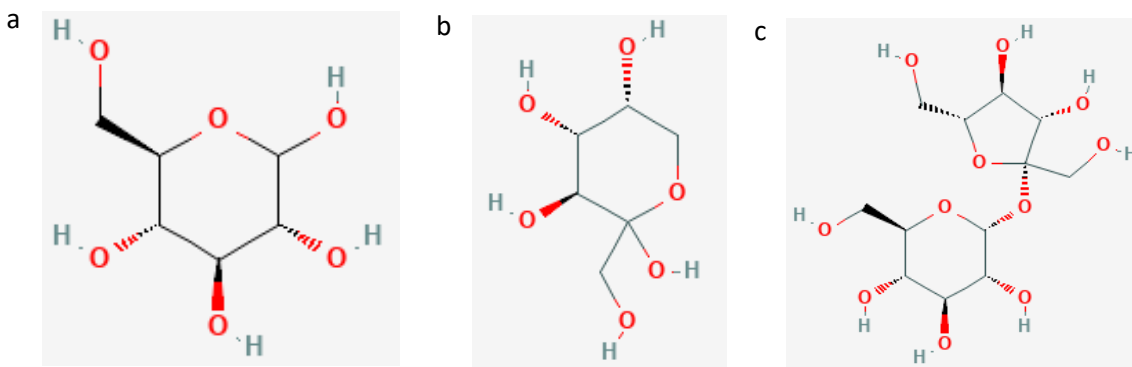
**Figura 1.** Esquema acerca de la estrategia de búsqueda realizada para la obtención de las fuentes bibliográficas en las que está basado este TFG.

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para abordar el tema de bebidas azucaradas y edulcoradas y las alteraciones de la glucemia, y poder comprender sus efectos a nivel fisiológico, en primer lugar, se va a describir estos dos grupos de aditivos en las bebidas, como base para posteriormente describir la forma en que estos son absorbidos, o no, y las diversas alteraciones que producen en la glucosa, con su probable patología asociada.

### 5.1. Azúcares

La principal función de los azúcares en el ámbito alimentario es ser utilizados como endulzante, como ocurre con las bebidas azucaradas. El consumo de azúcares de una forma equilibrada favorece el aporte rápido de glucosa al cerebro y al músculo, siendo un glúcido imprescindible para el desarrollo de las funciones cognitivas y de la actividad física (Gil-Campos, M., San José González, M.A. y Díaz Martín, J.J., 2015). A la vista de esto y haciendo referencia a la legislación mencionada anteriormente, que alude a las bebidas azucaradas, en la mayoría de ocasiones el azúcar más común que se encuentra en ellas es la sacarosa, conocido más comúnmente como “azúcar de mesa” (Figura 2c), disacárido formado por la unión de una molécula de glucosa (Figura 2a) y otra de fructosa (Figura 2b) mediante un enlace glucosídico, aunque también hay bebidas con glucosa y/o fructosa solamente.



**Figura 2.** Estructura química azúcares presentes en las bebidas azucaradas. (a) Estructura química de la glucosa ( $C_6H_{12}O_6$ ). (b) Estructura química de la fructosa ( $C_6H_{12}O_6$ ). (c) Estructura química de la sacarosa ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ) (National Center for Biotechnology Information, 2023).

Según la vigente legislación, el Reglamento 1924/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo de 20 de diciembre de 2006 relativo a las declaraciones nutricionales y de propiedades saludables en los alimentos incluye el contenido de azúcares en los productos que encontramos con envase con clasificaciones tales como:

- “Bajo contenido de azúcar”: no más de 5 g de azúcar por 100g en el caso de los sólidos o 2,5g de azúcares por 100 ml en el caso de los líquidos.
- “Sin azúcar”: no más de 0,5 g de azúcar por 100 g o 100 ml.
- “Sin azúcares añadidos”: si no se ha añadido al producto ningún monosacárido ni disacárido, ni ningún alimento utilizado por sus propiedades edulcorantes. Si los azúcares están naturalmente presentes en los alimentos, en el etiquetado deberá figurar asimismo la siguiente indicación: «CONTIENE AZÚCARES NATURALMENTE PRESENTES».
- “Contenido reducido de azúcar”: si la reducción del contenido es de, como mínimo, el 30 %, como mínimo en comparación con un producto similar.
- “Light/lite (ligero)”: mismas condiciones que las establecidas para el término «contenido reducido»; asimismo, la declaración deberá estar acompañada por una indicación de la característica o características que hacen que el alimento sea «light» o «lite» (ligero).

La Consulta Mixta de Expertos OMS/FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) define la expresión «azúcares libres» como: «todos los monosacáridos y disacáridos añadidos a los alimentos por el fabricante, el cocinero o el consumidor, más los azúcares naturalmente presentes en la miel, los jarabes y los jugos de frutas» (OMS, 2015). A este respecto, el mismo informe establece que una ingesta elevada de azúcares libres resulta preocupante debido a su fuerte relación con la mala calidad de la dieta, la obesidad y el riesgo de contraer enfermedades no transmisibles. Contribuyendo estos componentes a la densidad calórica general de la dieta y pudiendo llegar a provocar un equilibrio calórico positivo. Tal y como explican en el informe, cada vez resulta más preocupante que la ingesta de azúcares libres (sobre todo en forma de bebidas azucaradas), aumente la ingesta calórica general y, por ende, llegue a disminuir la ingesta de otros alimentos que poseen calorías más adecuadas desde el punto de vista nutricional.

Un año más tarde, en un comunicado de prensa de la OMS (2016) esta recomendaba que, si se ingieren azúcares libres, el valor que aporten sea inferior al 10% de las necesidades energéticas totales; llegando a observarse mejoras si se reducen a menos del 5%. Equivaliendo esta proporción a “una medida inferior a un vaso de 250 ml de bebida azucarada al día” o a la ingesta de menos de seis cucharaditas al día de azúcar en mujeres (25 g) y menos de nueve cucharaditas diarias en el caso del hombre (37 g) en base a los datos aportados por la Asociación Americana del Corazón (AHA) (Gil-Campos, M., San José González, M.A. y Díaz Martín, J.J., 2015).

Como consecuencia de esta recomendación, otros organismos internacionales como la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) (2022) en un informe científico sobre el

nivel máximo de ingesta tolerable de azúcares en la dieta, afirmaban que, para una dieta nutricionalmente adecuada, el consumo de azúcares añadidos y libres debía ser lo más bajo posible.

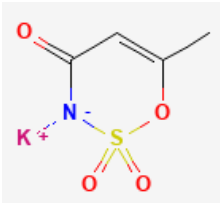
## 5.2. Edulcorantes

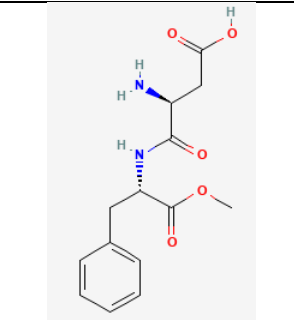
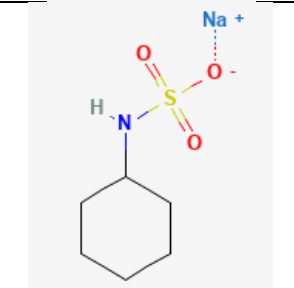
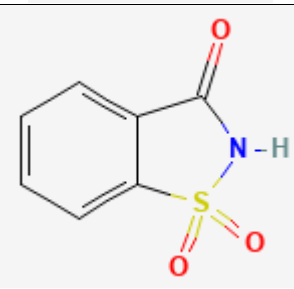
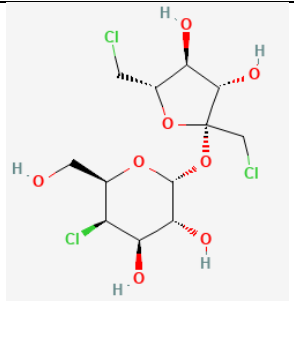
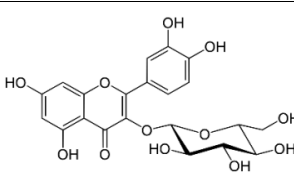
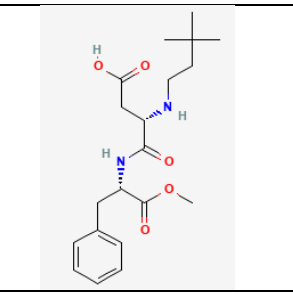
### 5.2.1. Definición y clasificación

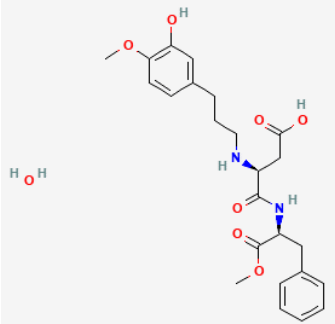
Tomando como referencia la legislación, el Reglamento (CE) No 1333/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo de 16 de diciembre de 2008 sobre aditivos alimentarios define los edulcorantes como sustancias que se emplean para dar un sabor dulce a los alimentos o en edulcorantes de mesa” y expone que el uso de polialcoholes (eritritol, isomaltol, lactitol, maltitol, maltitol, sorbitol y xilitol) generalmente en bebidas no están permitidos debido a su potencial laxante.

Se trata de unos aditivos alimentarios capaces de imitar el efecto dulce del azúcar y que, normalmente, aportan menos calorías y energía. Estos edulcorantes se pueden clasificar como calóricos o acalóricos en función de su contenido calórico, o bien según su estructura química u origen.

Los edulcorantes que pueden ser utilizados en las bebidas son los recogidos en la Tabla 1. Todos ellos son edulcorantes no calóricos, artificiales e intensivos, dado que su poder edulcorante está varias veces por encima del de la sacarosa, siendo el que tiene mayor poder el advantamo (20000-40000) y el que menos el ciclamato (50-100). Además, se caracterizan por poseer un sabor dulce sin calorías, con una estructura y destino metabólico, características técnicas, perfil de sabor y dosis máxima exclusiva, siendo esta última de 600 mg/L en el caso del aspartamo, como edulcorante con mayor dosis permitida, y de 6 mg/L en el caso del advantamo, edulcorante con menor dosis máxima permitida (Cavagnari, 2019; Zúñiga, 2022).

EDULCORANTE	DOSIS MÁXIMA (mg/L)	ESTRUCTURA QUÍMICA	VALOR DEL PODER ENDULZANTE RELATIVO A LA SACAROSA
Acesulfamo K (E 950)	350		200

<p>Aspartamo (E 951)</p>	<p>600</p>	 <p>The structure shows a benzyl group attached to a chiral carbon, which is also bonded to a methyl ester group and an aspartic acid side chain.</p>	<p>150-200</p>
<p>Ciclamato (E 952)</p>	<p>250</p>	 <p>The structure features a cyclohexane ring attached to a nitrogen atom, which is also bonded to a hydrogen atom and a sulfamate group (SO<sub>2</sub>Na).</p>	<p>50-100</p>
<p>Sacarina (E 954)</p>	<p>80</p>	 <p>The structure is a benzene ring fused to a five-membered imidazole ring, with a sulfonamide group (-SO<sub>2</sub>NH<sub>2</sub>) attached to the imidazole ring.</p>	<p>300-400</p>
<p>Sucralosa (E 955)</p>	<p>300</p>	 <p>The structure shows a disaccharide unit (sucrose) where the hydroxyl groups at C2, C3, and C6 of the fructose ring and C4 of the glucose ring are replaced by chlorine atoms.</p>	<p>600</p>
<p>Glicósidos de esteviol (E 960)</p>	<p>80</p>	 <p>The structure consists of a steviol aglycone core linked via an ester bond to a glucose molecule in its cyclic pyranose form.</p>	<p>350-400</p>
<p>Neotamo (E 961)</p>	<p>20</p>	 <p>The structure is similar to aspartame but includes a tert-butyl group attached to the nitrogen atom of the aspartic acid side chain.</p>	<p>7000-13000</p>

Advantamo (E 969)	6		20000-40000
----------------------	---	--	-------------

**Tabla 1:** Listado de edulcorantes que se pueden adicionar en bebidas y su dosis máxima permitida (García-Almeida, Casado y García, 2013; Gil, 2015; Magnuson et al., 2016; National Center for Biotechnology Information; Reglamento (CE) nº 1333/2008).

Algunos estudios realizados recientemente en modelos de intervención a corto plazo, demuestran que la sustitución de azúcares por edulcorantes artificiales, sobre todo en bebidas, puede resultar útil para disminuir el consumo de energía, el peso corporal, el riesgo de diabetes tipo II (DM2) y ECV. Sin embargo, aunque pueda parecer contradictorio, en ocasiones la sustitución de un azúcar, como la sacarosa, por un edulcorante puede implicar un aumento en el aporte de energía, ya que no es únicamente el dulzor lo que se quiere sustituir, sino que también es necesario el aporte del cuerpo del alimento u otras características tecnológicas aportadas por la sacarosa y que con un edulcorante no se pueden obtener. Asimismo, al sustituir este es necesaria la adición de otro tipo de nutrientes, como son las grasas, que provocarán un incremento en el aporte calórico (García-Almeida, Casado y García, 2013).

### 5.2.2. Jarabe de maíz con alto contenido en fructosa

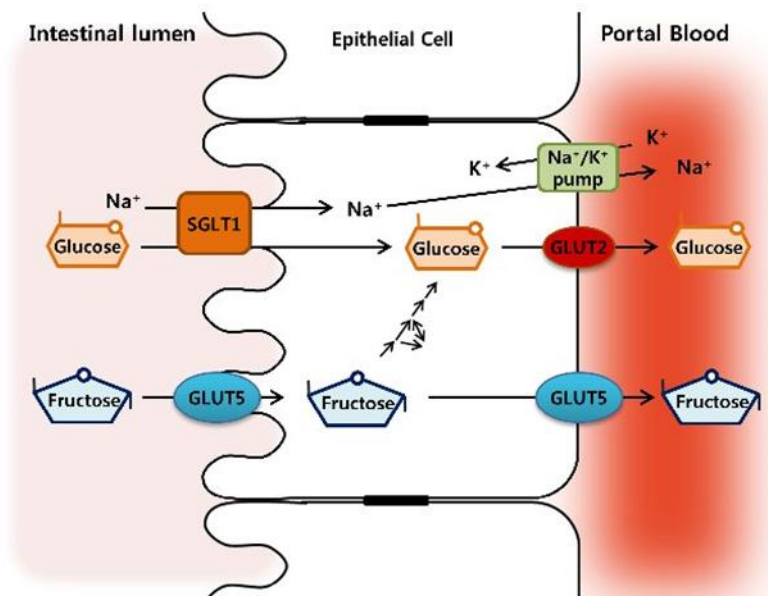
El jarabe de maíz de alta fructosa (JMAF) se trata de un edulcorante que se obtiene de la hidrólisis del almidón de maíz. El JMAF más frecuentemente usado para la elaboración de bebidas azucaradas es el JMAF-55, constituido por 55% de fructosa, 41% de glucosa y 4% de otros azúcares, presentando una relación fructosa:glucosa de 1,34. Este puede ser utilizado de forma individual o conjunta junto a otros en bebidas azucaradas (Olmedo et al., 2020).

A día de hoy se ha observado que el consumo de bebidas que presentan JMAF llegan a contener del 10 al 25% del total de calorías diarias requeridas produciendo aumentos lineales en los triglicéridos posprandiales, desencadenando de esta manera una posible relación dosis-respuesta entre la ingesta de fructosa y el aumento de triglicéridos (TG) (Malik y Hu, 2022).

### 5.3. Absorción

Las bebidas, a diferencia de los alimentos sólidos, se caracterizan por su rápida llegada al intestino, dado que no hay que masticarlas, produciendo a su vez una rápida absorción gastrointestinal y escasa o nula sensación de saciedad por la falta de distensión estomacal, lo cual aumenta la probabilidad de que se consuman más de dos bebidas al día. De esta manera y tomando como ejemplo una lata de bebida de cola, que posee unos 35 gramos de azúcar, con tan solo dos latas se sobrepasa la ingesta diaria de azúcares. En base a lo cual, se concluye que las personas aumentan su ingesta calórica diaria por un aumento en el consumo de calorías adicionales procedentes de las bebidas azucaradas (Aroca, 2018; Rivera et al., 2008).

Al ingerir una bebida con sacarosa, esta es hidrolizada a glucosa y fructosa en el intestino delgado gracias a la enzima sacarasa. Como podemos observar en la Figura 3, la absorción de estos dos monosacáridos es realizada por diferentes tipos de proteínas transportadoras. Por un lado, la glucosa es transportada al interior celular gracias al transportador SGLT1, un cotransportador de sodio y glucosa, que necesita de la actividad de la ATPasa Na/K localizada en la membrana basolateral de la célula para asegurar un gradiente positivo del sodio que es el que permite transportar a la glucosa, incluso en contra de gradiente de concentración, es decir, que transporta glucosa, aunque haya concentraciones muy pequeñas en la luz intestinal. Por otro lado, la fructosa es transportada al interior celular gracias a la proteína transportadora GLUT5, un transportador de difusión facilitada que lo que hace es traspasar la fructosa desde la luz intestinal hasta el interior del enterocito, siempre que exista un gradiente de concentración para la fructosa positivo (Lee y Cha, 2008).

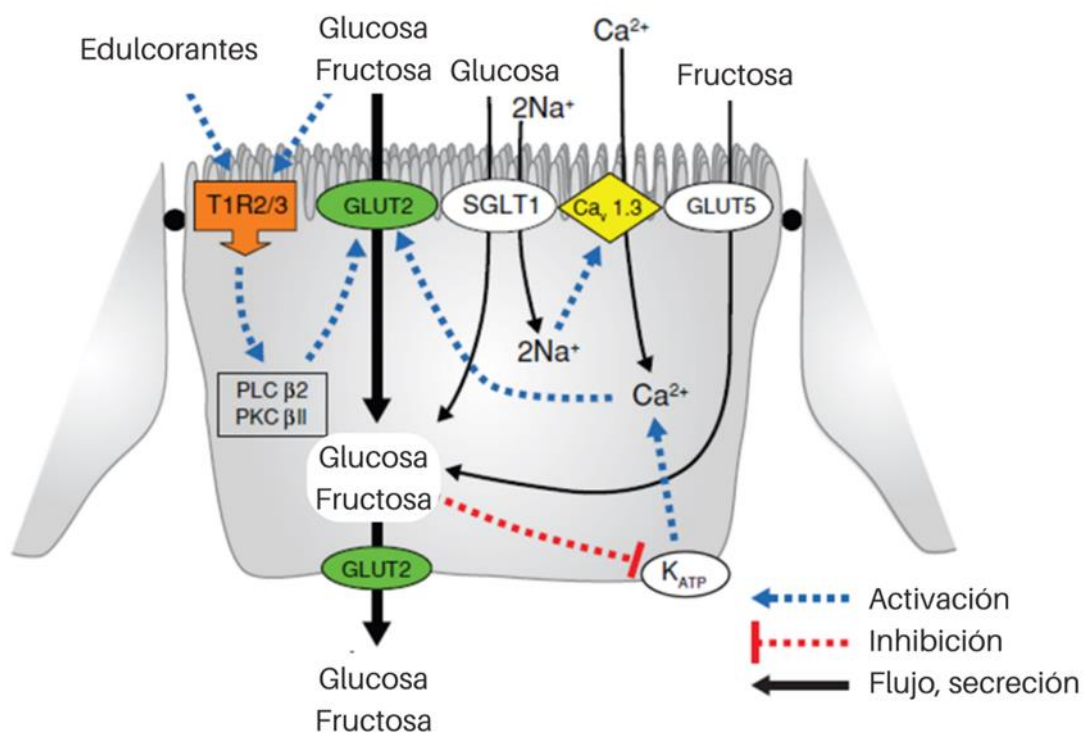


**Figura 3.** Esquema general de los mecanismos de absorción de glucosa y fructosa en el intestino (Lee y Cha, 2008).



Una vez en el interior celular, la glucosa y la fructosa son sacados del enterocito hacia el espacio extracelular por otro transportador de difusión facilitada, denominado GLUT2, aunque también GLUT5 puede participar en este proceso ayudando a la absorción de fructosa.

Sin embargo, se ha demostrado que este mecanismo general descrito puede verse alterado y se completa con la translocación de GLUT2 desde la membrana basolateral hasta la membrana apical de los enterocitos (Kellett et al., 2008). En la Figura 3 se detalla cómo se produce la inserción apical de GLUT2 en los enterocitos yeyunales tras la ingesta de bebidas ricas en azúcares, donde gracias al funcionamiento del transportador SGLT1 se induce la despolarización de la membrana apical, que provoca una entrada de calcio a través de los canales  $Ca_v1.3$ , que a su vez provoca la reorganización del citoesqueleto y, como consecuencia, permite un flujo de proteínas de la membrana de la célula a través de la red terminal en los dos sentidos desde la membrana basolateral a la apical y viceversa.



**Figura 4.** Regulación de GLUT2 apical en enterocitos por calcio y receptores gustativos (Modificado de Kellett et al., 2008).

Asimismo, altas concentraciones de azúcares, tanto glucosa y fructosa, como de otros edulcorantes, provocan en la membrana apical la activación de los receptores gustativos de sabor dulce T1R2 y T1R3 (Figura 4). Estos receptores inducen la activación de la PLC β2 (fosfolipasa β2) que a partir de fosfolípidos de la membrana celular genera diacilglicerol, el cual

completa la activación como la PKC  $\beta$ II (proteína quinasa C  $\beta$ II) como formas inactivas en el citosol, pero bajo estimulación gustativa, estas se dirigirán rápidamente a su membrana diana, donde la PLC  $\beta$ 2 genera diacilglicerol, completando así la activación de PKC  $\beta$ II que también facilita la inserción apical de GLUT2. Esta traslocación de GLUT2 a la membrana apical facilitará enormemente la absorción de glucosa en el intestino, sobre todo cuando existan grandes cantidades de este azúcar en la luz intestinal.

Sin embargo, este no es el caso de la fructosa, que no es transportada por SGLT1, si no por el mecanismo facilitado por la proteína transportadora GLUT5. A pesar de ello, puede verse favorecida cuando se ingieren alimentos o bebidas con contenidos altos de glucosa y fructosa al mismo tiempo.

Por otro lado, al consumir bebidas que contengan edulcorantes artificiales, como es el caso de la sucralosa, y bajas concentraciones de glucosa, tal y como hemos comentado anteriormente también se produce la activación de los receptores de sabor dulce T1R2 y T1R3, facilitando la inserción GLUT2 a la membrana apical, y favoreciendo de esta manera la absorción de glucosa en escasos minutos. Al hilo de esto, se ha llegado a plantear que el consumo de estos dos tipos de aditivos (azúcares y edulcorantes) en la misma bebida podría llegar a provocar una respuesta neuronal, supeditado ello a una mayor velocidad en la absorción de estos azúcares, provocando a su vez el aumento de la secreción de péptidos que se encuentran asociados al glucagón o la insulina (Gil-Campos, M., San José González, M.A. y Díaz Martín, J.J., 2015).

En las situaciones donde las bebidas contengan únicamente edulcorantes no calóricos (ENC), la absorción de cada uno de ellos se realiza de manera distinta para cada uno de ellos:

- El acesulfamo K: se absorbe prácticamente en su totalidad en el intestino delgado gracias a las microvellosidades para llegar a la circulación sistémica y distribuirse en sangre a los tejidos de todo el cuerpo. Este no se metaboliza (Bueno-Hernández et al., 2019).
- El aspartamo: se metaboliza en el tracto gastrointestinal gracias a la acción de esterasas y peptidasas en tres componentes: los dos aminoácidos que lo forman (ácido aspártico y fenilalanina) y metanol, siendo estos tres compuestos finalmente absorbidos (Magnuson, 2007).
- La sacarina: se absorbe en el intestino delgado aproximadamente del 85 al 95%, se une reversiblemente a proteínas del plasma y se distribuye a todos los órganos, la porción no absorbible es eliminada en la orina sin metabolizarse y por materia fecal. No se metaboliza (Bueno-Hernández et al., 2019).

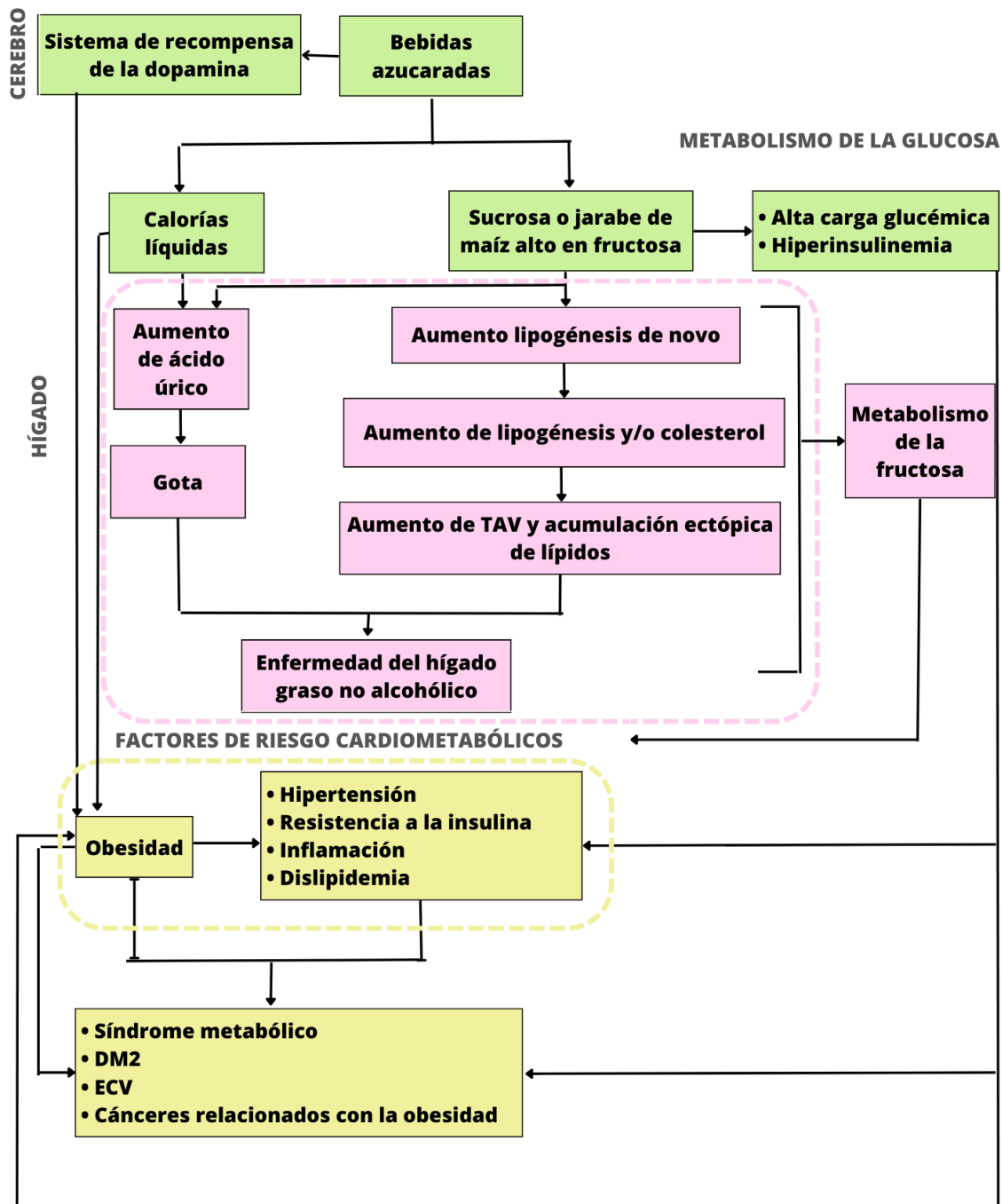
- Los glucósidos de esteviol o «stevia»: solamente es absorbido el metabolito esteviol procedente de los distintos glicósidos de esteviol (Cavagnari, 2019) y es metabolizada en el hígado a glucorónido de esteviol, para ser eliminado mediante la orina (Salvador-Reyes, Sotelo-Herrera y Paucar-Menacho, 2014).
- El ciclamato: es absorbido aproximadamente el 40% a nivel intestinal y se elimina en la orina sin ser metabolizado y en la porción no absorbida el 30% es metabolizado por la microbiota hasta ciclohexilamina, ciclohexanol y ciclohexanona (Bueno-Hernández et al., 2019).
- Sucralosa: posee una absorción intestinal muy baja (menor al 5%) y es eliminada sin ser alterada por medio de las heces, por lo que no se metaboliza (Villagrán et al., 2020).
- Neotamo: aproximadamente la mitad de la dosis que es ingerida no se absorbe y es excretada a través de las heces, siendo de la mitad que se ha absorbido excretada a través de la orina como neotamo desesterificado. No es metabolizado a fenilalanina, resultando seguro para las personas que padecen fenilcetonuria (García-Almeida, Casado y García, 2013).
- Advantamo: es metabolizado rápido y en pequeñas cantidades, y excretado por vía renal (6,2%) y en heces (89%) (Zúñiga, 2022).

En relación con todo lo indicado anteriormente, nuevas investigaciones sobre el modo en que la nutrición controla la absorción de azúcar incluyen la forma en que los azúcares simples y los carbohidratos complejos regulan el posicionamiento apical de GLUT2. Estas investigaciones, incluyen también el hecho de que las dietas ricas en azúcar o grasas conducen a una resistencia de la insulina, que presenta receptores en los enterocitos, y provoca una permanencia de GLUT2 en la membrana apical, lo cual favorece una mayor absorción de azúcares calóricos (glucosa y fructosa), y también la constatación de que los edulcorantes artificiales estimulan la absorción de azúcar por la activación de los receptores del gusto, los cuales presentan una afinidad cien veces mayor que si se compara con los azúcares naturales.

#### **5.4 Alteraciones de la glucemia**

Según Vidal et al., (2019) las alteraciones glucémicas son producidas por un desequilibrio en los niveles de glucosa en el organismo, debido al incremento de la concentración de glucosa en plasma, cuya consecuencia es el desarrollo de trastornos metabólicos en pacientes. Este tipo de alteraciones metabólicas pueden llegar a desencadenar patologías crónicas no transmisibles, como la diabetes mellitus tipo 1 (DM1) y (DM2), enfermedades renales crónicas, pudiendo estar ligadas a numerosos factores de riesgo, y provocando a posteriori complicaciones médicas. Por todo ello es importante analizar correctamente las alteraciones glucémicas, los factores de

riesgo asociados, las posibles consecuencias y el tratamiento a seguir para prever la relación que pueden tener estos con el síndrome metabólico.



**Figura 5.** Mecanismos biológicos producidos por la ingesta de bebidas azucaradas y patologías desarrolladas (Modificado de Malik y Hu, 2022).

La Figura 5 muestra un esquema de los mecanismos biológicos que asocia el consumo de bebidas azucaradas con la aparición de la obesidad, factores de riesgo cardiometabólico intermedios, entre los que se encuentran la enfermedad del hígado graso no alcohólico, la hipertensión, la

resistencia a la insulina, la inflamación y la dislipidemia, junto con enfermedades crónicas relacionadas, tales como el síndrome metabólico, la DM2, las ECV y el cáncer. La obesidad y, por ende, multitud de enfermedades a las que esta se encuentra asociada son derivadas de varios mecanismos biológicos como una reducción compensatoria incompleta en respuesta a las calorías líquidas que son proporcionadas por la ingesta de bebidas azucaradas; hiperinsulinemia inducida debida a una absorción rápida de glucosa y la activación potencial del sistema de recompensa dopaminérgico en el cerebro (Malik y Hu, 2022).

Además, en Estados Unidos algunas de estas bebidas contienen carbohidratos rápidamente absorbibles, tales como la sacarosa o el JMAF, un ingrediente clave en algunas bebidas azucaradas. Aunque el JMAF no es actualmente un ingrediente clave en las bebidas edulcoradas con azúcar, desde 2017 en el Reino Unido y la Unión Europea los cambios de política en cuanto al azúcar pueden influenciar la incorporación del JMAF en el futuro. Este tipo de carbohidratos pueden conducir a la producción de ácido úrico (que se relaciona con la aparición de gota) y lipogénesis de novo, aumentando a su vez la acumulación de TAV y el cúmulo ectópico de lípidos, pudiendo desencadenar el desarrollo de la enfermedad del hígado graso (Malik y Hu, 2022; Greenwood et al., 2014).

Como medida para contrarrestar las alteraciones de la glucemia observadas con la ingestión de bebidas azucaradas, un estudio ha demostrado que la adición de proteínas vegetales, procedentes de guisantes y arroz reducían la alteración glucémica, y las procedentes de avena y guisantes provocaban la liberación de insulina. Asimismo, al aumentar el contenido de proteína en este tipo de bebidas, también se aumentó la sensación de saciedad y el deseo de querer comer (Tan et al., 2017).

## **5.5. Patologías relacionadas**

Recientes estudios demuestran la relación que existe entre el consumo de bebidas azucaradas o edulcoradas con el aumento en patologías de distintos tipos debido a una alteración de la glucemia.

### **5.5.1. Diabetes**

En los últimos años, tal y como describe la OMS (2023), la cifra de personas afectadas por diabetes aumentó de 108 millones en 1980 hasta los 422 millones en 2014 y, entre 2000 y 2019, creció en un 3% la tasa de mortalidad normalizada por diabetes, siendo estos datos extremadamente alarmantes. Aunque existen numerosos factores que pueden desencadenar la

aparición de diabetes, como son la alteración del metabolismo de la glucosa, la disminución del número de receptores de insulina, la malabsorción intestinal, la insuficiencia hepática para sintetizar glucógeno o alteraciones sobre las hormonas reguladoras, la diabetes se produce principalmente por un aumento anormalmente elevado de la glucemia, denominado hiperglucemia (>250 mg/dl de glucosa en sangre), que cuando se prolonga en el tiempo se relaciona con complicaciones micro y macrovasculares. La hipoglucemia, por el contrario, es producida cuando los niveles de glucosa en sangre descienden por debajo de los normales, tomando como referencia el valor de 70 mg/dl según la Asociación Estadounidense de Diabetes (ADA) (Villalba, Aragonés y Carcavilla, 2011).

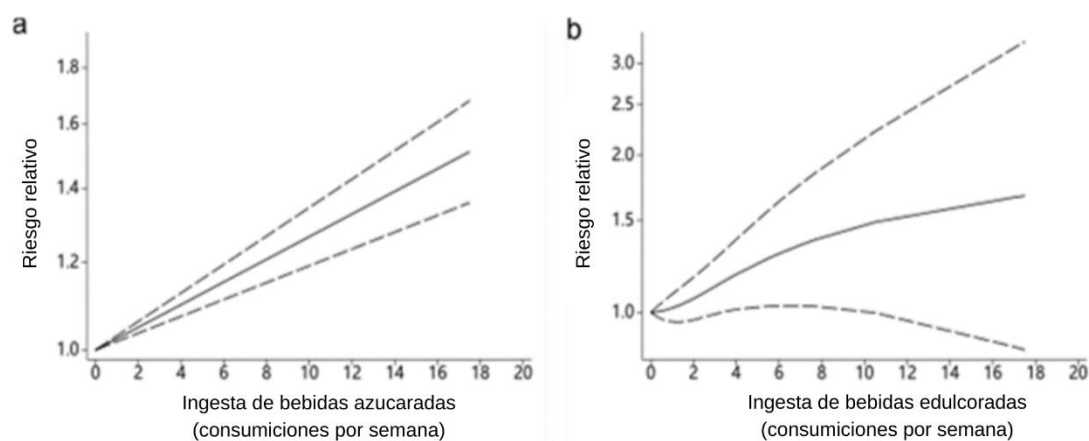
Por definición, la diabetes se trata del trastorno más común relacionado con la glucosa provocada por la incapacidad total o relativa del páncreas de crear insulina, impidiendo que la glucosa entre a las células y aumentando de forma peligrosa sus niveles en sangre (Medicina & Laboratorio, 2016). Teniendo esto en cuenta, la ADA, en base a unos criterios definidos y revisados periódicamente, se establece la determinación de niveles de glucosa en sangre (glucemia). Siguiendo sus directrices, prácticamente todos los casos de diabetes, como enfermedad crónica, se clasifican en:

- DM1 o insulino dependiente: se trata de una enfermedad de etiología autoinmune, que se caracteriza por alterar el metabolismo de los hidratos de carbono y lípidos, siendo muy común en niños y adultos menores de 35 años. Esta enfermedad es consecuencia de la destrucción de células beta pancreáticas en pacientes que presentan una predisposición, provocando una nula producción de insulina y, por ende, hiperglucemia, que rápidamente derivará en una cetoacidosis y muerte, a no ser que sea tratado con insulina (Salazar, Sandí, y Mejía, 2020). Por esta razón, las personas con esta patología deben ser tratadas con la administración exógena de insulina, ya que su organismo es incapaz de mantener la glucemia en niveles adecuados y la normalidad metabólica. Es muy común en niños y en menores de 35 años.
- DM2: las personas que la padecen no son capaces de producir insulina en la cantidad necesaria, o bien, sus células no tienen la capacidad para utilizarla correctamente por alteración de sus receptores, recibiendo el nombre de resistencia a la insulina. Esto provoca que la glucosa presente en el plasma sanguíneo no entre correctamente en las células para ser almacenado y utilizado como fuente de energía. Es común en mayores de 35 años, siendo además, este tipo relacionado con un elevado porcentaje en la obesidad.

No solo hay estos dos tipos de diabetes, sino que también existe la prediabetes, es decir, niveles de glucemia elevados, pero no tanto como para considerarse diabetes. Otro tipo es la gestacional, que sucede en algunas mujeres durante el embarazo y desaparece normalmente tras el parto; además de la diabetes ligada a defectos genéticos del páncreas o la insulina.

Un artículo publicado por la revista científica *British Journal of Nutrition* (2014) recogía seis estudios prospectivos, incluyendo 22000 casos de DM2, cerca de unos 28000 participantes. Según dichos estudios, los resultados demostraron una asociación positiva entre el consumo de bebidas azucaradas y bebidas edulcoradas con el incremento en la incidencia de la DM2. Aunque en ambos casos se observa una relación con la aparición de DM2, la incidencia era mayor en el caso de las bebidas azucaradas, con un riesgo relativo de 1,20 por el consumo de 330ml/día y en el caso de las edulcoradas era de 1,13.

Un posterior estudio volvía a comparar la asociación entre DM2 y el consumo de estos dos tipos de bebidas, confirmando que su consumo aumenta el riesgo de desarrollar DM2. Como se observa en la Figura 6, ambos grupos muestran una tendencia similar, aunque a bajos consumos de bebidas semanales (2-6) el riesgo es mayor por el consumo de bebidas edulcoradas. Además, según la desviación que muestra el estudio, este efecto sería mayor en función de las diferencias individuales, indicando que, para algunos individuos, el consumo de bebidas edulcoradas duplicaría de riesgo de desarrollar DM2 poniendo en duda la tesis del anterior estudio.



**Figura 6.** Relación dosis-respuesta entre el consumo de bebidas azucaradas y bebidas edulcoradas y el riesgo de DM2. (a) Relación dosis-respuesta entre bebidas azucaradas y DM2. (b) Relación dosis-respuesta entre bebidas edulcoradas y DM2 (Modificado de Meng et al., 2021).

A lo anteriormente expuesto cabe añadir que, en el caso de los edulcorantes, el efecto producido sobre la energía diaria total, así como en las respuestas en la glucosa y la insulina sobre la

glucemia es mínimo (Tey et al., 2017). Es por ello que se ha planteado una idea para explicar la asociación existente entre el consumo de edulcorantes no calóricos y las alteraciones de la glucemia (Manzur-Jattin et al., 2020). Esta se basa en la “causalidad inversa”, que mantiene que los individuos que presentan factores de riesgo de desarrollar diabetes o con diabetes diagnosticada tienden a consumir edulcorantes acalóricos en bebidas edulcoradas para así intentar disminuir su consumo de azúcar y, por tanto, reducir la cantidad de calorías en sus dietas, a diferencia, del resto de la población que no padece esta patología ni obesidad. Esta hipótesis implicaría que padecer diabetes o tener predisposición a desarrollarla podría ser la causa de consumir edulcorantes acalóricos, y no su consecuencia (Aldrate-Velasco et al., 2017).

### **5.5.2. Sobrepeso y obesidad**

La OMS define el sobrepeso y la obesidad como “una acumulación anormal o excesiva de grasa que puede ser perjudicial para la salud”. En el caso de los adultos se define el sobrepeso al tener un índice de masa corporal (IMC) igual o superior a 25 y la obesidad con un IMC igual o superior a 30. Asimismo, la OMS, 2015 afirma que el aumento global del número de personas que padecen obesidad es debido al consumo de azúcares libres, incluyendo las bebidas azucaradas.

Por lo que se refiere a las bebidas edulcoradas, estas provocan un aumento de peso mediante una desregulación sobre el control del apetito provocado por el desajuste entre el intenso dulzor al consumirlas y la falta de energía que consumen, ya que el aporte de dulzor en el paladar es mucho mayor que el de la sacarosa (Pereira, 2014).

Se trata, pues, de un problema de salud pública que afecta a multitud de países del mundo, llegando a alcanzar proporciones epidémicas. Los expertos aseguran que, si no se invierte esta tendencia, este tipo de enfermedades, catalogadas como no transmisibles, podrían ser causa de un 73% de las muertes. Además, esta enfermedad lleva asociada otras patologías, debido al incremento del IMC, aumentando de esta manera la probabilidad de DM2, ECV, trastornos motores y algunos tipos de cánceres” (Aroca, 2018).

Al hilo de lo anterior, un artículo de la revista *Pediatrics* revela que el consumo de este tipo de bebidas está ligada a un mayor riesgo de sobrepeso u obesidad. A día de hoy, según Guijarro de Armas et al., (2010), somos conocedores de que la resistencia a la insulina sirve de nexo entre la obesidad y el resto de enfermedades metabólicas, y por ende, puede llevar aparejado el desarrollo de complicaciones cardiovasculares. De hecho, un estudio que tenía por objeto establecer una posible asociación entre el consumo de bebidas azucaradas y la predisposición genética con respecto a la obesidad para verificar si los antecedentes familiares podían influir en el desarrollo de esta patología, mostró que los sujetos que tenían antecedentes genéticos



relacionados con la obesidad y que ingerían más bebidas azucaradas presentaban una mayor predisposición a padecer esta patología (Qi et al., 2013). Siguiendo en el marco de las bebidas azucaradas, cabe señalar que la fructosa resulta ser el monosacárido que está llamando más la atención debido a los efectos negativos producidos en lo que respecta a ganancia de peso y trastornos metabólicos. Este monosacárido presenta un comportamiento distinto al de la glucosa, como consecuencia de una menor actividad de la lipoprotein-lipasa (LPL) al tener una respuesta baja de insulina postprandial y sensibilidad a la insulina, conservando unos niveles altos de TG y aumentando el tejido adiposo visceral (TAV), también denominada adiposidad o adiposidad localizada. Sin embargo, el tejido adiposo subcutáneo (TAS) resulta más sensible a los efectos producidos por la insulina en la activación de la LPL, pudiendo las respuestas diferenciales de LPL favorecer un mayor cúmulo de grasa en el TAS en aquellas personas que consumen bebidas ricas en glucosa (Silva y Durán, 2014; Rippe y Angelopoulos, 2016).

En base a la Encuesta Nacional de Salud de 2017 (Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social, 2018) los grupos socioeconómicos más vulnerables consumen menos frutas y verduras y más refrescos azucarados, siendo el exceso de peso de 2 a 3 superior. El sobrepeso, al igual que la obesidad, resulta más común en hombres, manteniéndose en todos los grupos de edad, llegando a alcanzarse el máximo de consumo diario de refrescos con azúcar a las edades de 15-24 años en ambos sexos, siendo en hombres mayor (22,9%) que en mujeres (13,8%). Dentro de los grupos poblacionales, uno de los que más preocupa con respecto al desarrollo de esta patología son los adolescentes, ya que tal y como afirman Smith et al., (2006) el 27% de los estudiantes universitarios presentan alteraciones metabólicas, asociando el exceso de aporte calórico a la ingesta de bebidas azucaradas. Los azúcares añadidos, tales como los de este tipo de bebidas suponen el 20% de la ingesta energética total en este grupo poblacional y la mayoría son consumidos en el hogar, por lo que la labor de los adultos, en este caso, resulta imprescindible para concienciar a los jóvenes sobre las graves consecuencias que tiene un consumo excesivo de estos. Aunque al final del estudio más del 70% de los universitarios revelaban que habían adoptado cambios o pensaban adoptarlos en un futuro cercano con respecto a disminuir el consumo de estas bebidas, por lo que un programa de prevención centrado en la disminución de bebidas azucaradas en relación al aumento de peso podría resultar interesante para los jóvenes estudiantes.

Las bebidas azucaradas pertenecen a una de las categorías de alimentos que acumulan más evidencia científica en su contra, lo cual plantea la limitación de su consumo con políticas públicas de impacto poblacional (Gómez et al., 2010). Así, en el año 2011 el ministro de Salud de Irlanda propuso un impuesto del 10% como medida para frenar la obesidad infantil (Briggs et

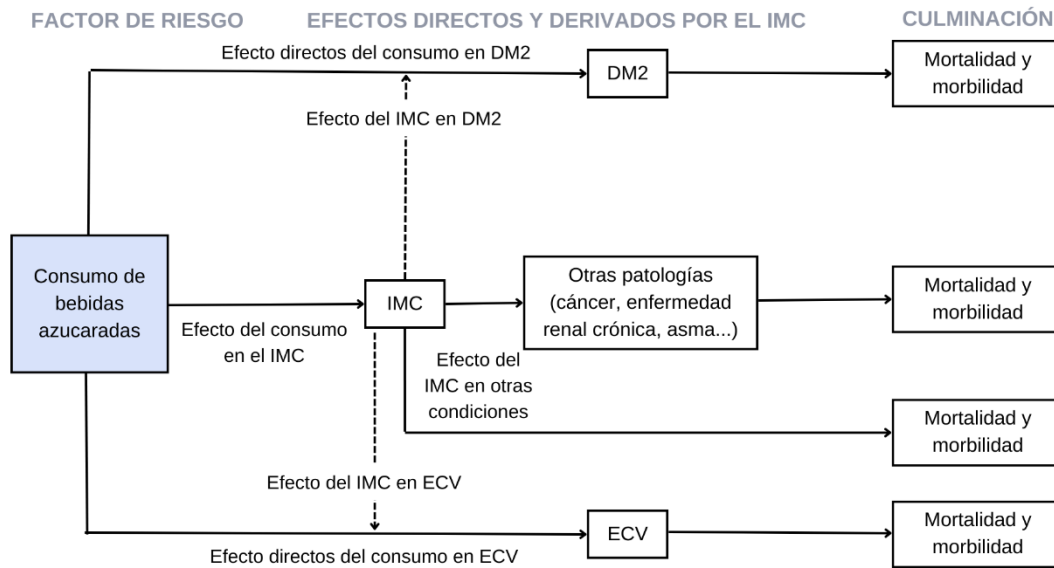
al., 2013). Diez años más tarde (2021) el Gobierno de España decidió subir el IVA a las bebidas azucaradas y edulcoradas del 10 al 21%. Esta medida hizo que el consumo medio descendiera 11 litros por hogar al año, demostrándose que la población con menor nivel adquisitivo fue la más afectada, y sin prácticamente afectar a los hogares de nivel económico medio y alto (Martínez, Martínez y Galindo, 2022).

Al verse sobrepasadas las cifras de peso entre la población adulta española y el consumo diario de azúcares añadidos, en base a las recomendaciones de la OMS y con el propósito de hacer concienciar y dar a conocer a los consumidores la importancia de disminuir el consumo de azúcar, la AESAN (2020) ha llevado a cabo, en el marco de la Estrategia NAOS (Nutrición, Actividad Física y Prevención de la Obesidad), la campaña “Azúcar, Te Dejo”. Con ella, se pretende sensibilizar a la población con respecto a la importancia de reducir el consumo de alimentos ricos en azúcares añadidos y sustituirlos por otros más saludables, contribuyendo al equilibrio nutricional y obteniendo una dieta menos calórica.

### **5.5.3. Otras patologías**

Se estima que se producen al año en torno a un total de 180000 muertes debido al consumo de bebidas azucaradas, ocurriendo el 5% de ellas en países con bajos ingresos anuales (Aroca, 2018). La Figura 7 muestra las relaciones directas por medio del efecto producido por un aumento en el IMC, el desarrollo de ECV, DM2 y otro tipo de patologías como cáncer, enfermedad renal crónica y asma, entre otras, la relación existente entre el consumo de estas y la mortalidad o morbilidad. Aunque pese a todas estas relaciones que se han determinado, todavía sigue siendo necesaria más investigación para lograr establecer un umbral entre estos efectos y la salud.

En el caso del desarrollo de ECV hay estudios que revelan que los azúcares presentes en las bebidas azucaradas pueden presentar el mismo nivel de aterogenicidad que los ácidos grasos saturados de la dieta, ya que la vía de la lipogénesis de novo conlleva la producción de ácidos grasos saturados, siendo esta vía de vital importancia debido a que los carbohidratos pueden favorecer el 50% de los ácidos grasos saturados en el triglicérido, en el caso de las lipoproteínas de muy baja densidad (Vos et al., 2017).



**Figura 7.** Efectos directos e indirectos (mediados en base a un aumento del IMC) por el consumo de bebidas azucaradas en el desarrollo de distintas patologías y finalmente en la mortalidad y morbilidad (Modificada de Rodríguez et al., 2023).

## **6. CONCLUSIONES / CONCLUSIONS**

### **CONCLUSIONES**

Los azúcares y edulcorantes son utilizados en las bebidas con el principal objetivo de aportarles dulzor. Sin embargo, entre ellos existen numerosas diferencias, siendo la principal que los azúcares son calóricos y los edulcorantes permitidos son acalóricos. Otra diferencia es su absorción, así los azúcares como glucosa y fructosa son absorbidos y metabolizados, mientras que algunos de los edulcorantes ni siquiera son absorbidos ni metabolizados.

Las bebidas azucaradas y edulcoradas, en mayor o en menor medida, provocan alteraciones de la glucemia y están relacionadas con patologías como la diabetes y la obesidad. Por esta razón, deben tomarse medidas para intentar disminuir las cantidades de azúcares y edulcorantes que se encuentran en este tipo de bebidas y su consumo anual por parte de la población, pues en caso contrario estas patologías irán aumentando. La prevención es fundamental, y por ello se han puesto en marcha campañas y estrategias de salud pública que fomentan una disminución en el consumo de bebidas azucaradas, incluyendo una menor carga impositiva, aunque no se han conseguido grandes avances en este sentido.

Respecto a las alteraciones de la glucemia y el desarrollo de diabetes, se ha observado un notable incremento de su incidencia a nivel mundial, siendo una de las causas principales de este elevado consumo de azúcares y/o edulcorantes. Esto es debido a que ambos tipos de sustancias alteran la absorción intestinal de glucosa por diferentes mecanismos, provocando aumentos de la glucemia, aunque el consumo de glucosa sea menor. A este respecto, es necesario realizar más estudios, sobre todo para los edulcorantes, sobre los procesos de absorción y metabolización que permitan corroborar sus efectos en estas patologías.

### **CONCLUSIONS**

Sugars and sweeteners are used in beverages with the main purpose of adding sweetness. However, there are many differences between them, being the main difference that sugars are caloric and permitted sweeteners are acaloric. Another difference is their absorption, whereas sugars such as glucose and fructose are absorbed and metabolised, some of the sweeteners are not even absorbed or metabolised.

Sugary and sweetened beverages, to a greater or lesser extent, cause blood glucose disturbances and are related to pathologies such as diabetes and obesity. For this reason, measures must be implemented to try to reduce the quantities of sugars and sweeteners that can be found in this type of drinks and their annual consumption by the population, otherwise

these pathologies will increase. Prevention is fundamental, and therefore public health campaigns and strategies have been launched to encourage a reduction in the consumption of sugar-sweetened beverages, including a lower tax burden, although no great progress has been made in this respect.

With regard to blood glucose disturbances and the development of diabetes, there has been a notable increase in its incidence worldwide, being the high consumption of sugars and/or sweeteners one of the main reasons for this rise. This is because both types of substances alter the intestinal absorption of glucose through different mechanisms, leading to an increase in blood glucose, even if the glucose consumption is lower. In this respect, further studies are still needed, especially as for sweeteners, on the absorption and metabolisation processes to corroborate their effects on these pathologies.

## **7. VALORACIÓN PERSONAL**

La realización de este Trabajo de Fin de Grado me ha permitido ampliar mis conocimientos en la búsqueda de información en lo que respecta al ámbito científico, así como seleccionar la información más relevante sobre el tema abordado. Además, al haber mucha bibliografía en inglés, me ha posibilitado ampliar mi vocabulario y mejorar mi destreza en dicho idioma.

Asimismo, esta labor de investigación me ha permitido ser mucho más crítica y aprender a interpretar datos, gráficas y esquemas para después de haber obtenido la idea principal y ser capaz de plasmarla en el trabajo con mis palabras. De hecho, al escoger este tema, y para realizar un estudio más exhaustivo, he fusionado varias ramas de la ciencia, como la bioquímica de los alimentos con el conocimiento de la salud a través de la fisiología. Además, he tomado conciencia del peligro al que estamos expuestos al consumir bebidas azucaradas y he analizado y contrastado las consecuencias que conlleva hacerlo.

En mi opinión, este trabajo sirve como colofón a estos cuatro años de periodo universitario y completa la formación recibida en el ámbito de la investigación y del conocimiento científico, permitiendo, al ser individual, adquirir una gran autonomía e independencia a la hora de realizarlo, así como una mejora en la utilización de las tecnologías informáticas y de la comunicación. Resultando estas una serie de competencias básicas a adquirir como preparación para mi futura vida laboral como tecnóloga de alimentos.

Por último, me gustaría hacer mención al hecho de que este trabajo me ha demostrado a mí misma la capacidad que poseo en el ámbito investigador y me ha servido para motivarme a ahondar más en este campo y ampliar conocimientos en otros temas que puedan surgir a lo largo de mi vida laboral.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

AESAN. (2020). “Campaña “#Azúcar,TeDejo””. Disponible en: [https://www.aesan.gob.es/AECOSAN/web/nutricion/campanyas/aecosan\\_campanya\\_17.htm](https://www.aesan.gob.es/AECOSAN/web/nutricion/campanyas/aecosan_campanya_17.htm) [Consultado 15-04-2023].

AESAN. EFSA. (2022). “La EFSA publica su informe científico final sobre el nivel máximo de ingesta tolerable de azúcares en la dieta”. Disponible en: [https://www.aesan.gob.es/AECOSAN/web/noticias\\_y\\_actualizaciones/noticias/2022/informe\\_azucar.htm](https://www.aesan.gob.es/AECOSAN/web/noticias_y_actualizaciones/noticias/2022/informe_azucar.htm) [Consultado 05-05-2023].

Aldrete-Velasco, J., López-García, R., Zúñiga-Guajardo, S., Riobó-Serván, P., Serra-Majem, L., Suverza-Fernández, A., Esquivel-Flores, M.G., Molina-Segui, F., Pedroza-Islas, R., Rascón-Hernández, M., Díaz-Madero, S., Tommasi-Pedraza, J., & Laviada-Molina, H. (2017). “Análisis de la evidencia disponible para el consumo de edulcorantes no calóricos. Documento de expertos”. *Medicina Interna de México*, 33(1), pp. 61-83. Disponible en: <https://www.scielo.org.mx/pdf/mim/v33n1/0186-4866-mim-33-01-00061.pdf> [Consultado 08-05-2023].

Araneda, J., Bustos, P., Cerecera, F. & Amigo, H. (2015). “Ingesta de bebidas azucaradas analcohólicas e índice de masa corporal en escolares chilenos”. *Salud pública de México*, 57(2), pp. 128-134. Disponible en: <https://www.scielo.org.mx/pdf/spm/v57n2/v57n2a7.pdf> [Consultado 16-04-2023].

Aroca Gamero, M.C. (2018). “La tributación de las bebidas azucaradas como medida para reducir la obesidad en España. Análisis y valoración de la eficacia a partir de su aplicación en otros países”. *Revista de Bioética y Derecho. Perspectivas Bioéticas*, 42, pp. 269-310. Disponible en: <https://scielo.isciii.es/pdf/bioetica/n42/1886-5887-bioetica-42-00269.pdf> [Consultado 12-03-2023].

Briggs, A.D., Mytton, O.T., Madden, D., O’Shea, D., Rayner, M. & Scarborough, P. (2013). “The potential impact on obesity of a 10% tax on sugar-sweetened beverages in Ireland, an effect assessment modelling study”. *BMC Public Health*, 13(1), pp. 1-9. DOI:10.1186/1471-2458-13-860

Bueno-Hernández, N. Vázquez-Frías, R., Abreu y Abreu, A.T., Almeda-Valdés, P., Barajas-Nava, L.A., Carmona-Sánchez, R.I. Chávez-Sáenz, J., Consuelo-Sánchez, A., Espinosa-Flores, A.J. Hernández-Rosiles, V., Hernández-Vez, G., Icaza-Chávez, M.E., Noble-Lugo, A., Romo-Romo, A., Ruiz-Margaín, A., Valdovinos-Díaz, M.A. & Zárata-Mondragón, F.E. (2019). “Revisión de la

evidencia científica y opinión técnica sobre el consumo de edulcorantes no calóricos en enfermedades gastrointestinales”. *Revista de Gastroenterología de México*, 84(4), pp. 492-510. DOI: 10.1016/j.rgmx.2019.08.001

Cabezas-Zabala, C.C., Hernández-Torres, B.C. & Vargas-Zárate, M. (2016). “Azúcares adicionados a los alimentos: efectos en la salud y regulación mundial. Revisión de la literatura”. *Revista de la Facultad de Medicina*, 64(2), pp. 319-329. DOI: 10.15446/revfacmed

Cavagnari, B.M. (2019). “Edulcorantes no calóricos: características específicas y evaluación de su seguridad”. *Archivos Argentinos de Pediatría*, 117(1), pp. e.1-e.2. DOI: 10.5546/aap.2019.e1

García-Almeida, J. M., Casado Fernández, M<sup>a</sup> & García Alemán, J. (2013). “Una visión global y actual de los edulcorantes. Aspectos de regulación”. *Nutrición Hospitalaria*. 28(Supl.4), pp. 17-31. Disponible en: <https://scielo.isciii.es/pdf/nh/v28s4/03articulo03.pdf> [Consultado 28-04-2023].

García-Flores, C.L., López-Espinoza, A., Martínez Moreno, A.G., Beltrán Miranda, C.P. & Zepeda-Salvador, A.P. (2018). “Estrategias para la disminución del consumo de bebidas endulzadas”. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*. 22(2), pp. 169-179. DOI: 10.14306/renhyd.22.2.426.

Gil-Campos, M., San José González, M.A. & Díaz Martín, J.J. (2015). “Uso de azúcares y edulcorantes en la alimentación del niño. Recomendaciones del Comité de Nutrición de la Asociación Española de Pediatría”. *Anales de pediatría*, 83(5), pp. 353.e1-353.e7. DOI: 10.1016/j.anpedi.2015.02.013

Ministerio de sanidad, consumo y bienestar social. (2018). “Encuesta Nacional de Salud. España 2017”. Disponible en: [https://www.sanidad.gob.es/estadEstudios/estadisticas/encuestaNacional/encuestaNac2017/ENSE2017\\_notatecnica.pdf](https://www.sanidad.gob.es/estadEstudios/estadisticas/encuestaNacional/encuestaNac2017/ENSE2017_notatecnica.pdf) [Consultado 05-03-2023].

Gómez, L., Beltrán, L.M. & García, J. (2013). “Azúcar y enfermedades cardiovasculares”. *Nutrición Hospitalaria*, 28(4), pp. 88-94. Disponible en: <https://scielo.isciii.es/pdf/nh/v28s4/11articulo11.pdf> [Consultado 12-03-2023].

Gómez, L., Jacoby, E., Ibarra, L., Lucumí, D., Hernandez, A., Parra, D., Florindo, A & Hallal, P. (2010). “Patrocinio de Programas de actividad física por parte de la industria de bebidas azucaradas: ¿salud pública o relaciones públicas?”. *Revista Saúde Pública*, 45(2), pp. 423-427. Disponible en:



<https://www.scielo.br/j/rsp/a/WZmjrsyYykTyDfP8hRpbYB/?format=pdf&lang=es> [Consultado 12-03-2023].

Greenwood, D.C., Threapleton, D.E., Evans, C.E.L., Cleghorn, C.L. Nykjaer, C., Woodhead, C. & Burley, V.J. (2014). "Association between sugar-sweetened and artificially sweetened soft drinks and type 2 diabetes: systematic review and dose – response meta-analysis of prospective studies". *The British journal of nutrition*, 112(5), pp. 725-734. DOI: 10.1017/S0007114514001329

Grimes, C. A., Riddell, L. J., Campbell, K. J., & Nowson, C. A. (2016). "Dietary salt intake, sugar-sweetened beverage consumption, and obesity risk". *Pediatrics*, 131(1), pp. 14–21. DOI: 10.1542/peds.2012-1628

Guijarro De Armas, M.G., Monereo Megias, S., Civantos Modino, S., Montano Martínez, J.M. Iglesias Bolaños, P. & Durán Martínez, M. (2010). "Prevalencia de alteraciones del metabolismo hidrocarbonado en una población infanto-juvenil con obesidad grave". *Endocrinología y Nutrición*, 57(10), pp. 467-471. DOI: 10.1016/j.endonu.2010.09.002

Kellett, G.L., Brot-Laroche, E., Mace, O.J. & Leturque, A. (2008). "Sugar absorption in the intestine: the role of GLUT2". *Annual review of nutrition*, 28, pp. 35–54. DOI: 10.1146/annurev.nutr.28.061807.155518

Laboratorio Clínico Hematológico. (2016). "ABC del Laboratorio: Glucosa/Glucose". *Medicina & Laboratorio*. 22(11-12), pp. 577-684. Disponible en: <https://docs.bvsalud.org/biblioref/2018/05/883397/abc-glucosa.pdf> [Consultado 05-04-2023].

Lee, H.J. & Cha J.Y. (2018) "Recent insights into the role of ChREBP in intestinal fructose absorption and metabolism". *BMB Reports*, 51(9), pp. 429-436. DOI: 10.5483/BMBRep.2018.51.9.197

Ley 5/2017, de 28 de marzo, de medidas fiscales, administrativas, financieras y del sector público y de creación y regulación de los impuestos sobre grandes establecimientos comerciales, sobre estancias en establecimientos turísticos, sobre elementos radiotóxicos, sobre bebidas azucaradas envasadas y sobre emisiones de dióxido de carbono. *Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya*, núm. 7340, de 30 de marzo de 2017.

Magnuson, B.A., Burdock, G.A., Doull, J., Kroes, R.M., Marsh, G.M., Pariza, M.W., Spencer, P.S., Waddell, W.J., Walker, R. & Williams, G.M. (2007). "Aspartame: A Safety Evaluation Based on Current Use Levels, Regulations, and Toxicological and Epidemiological Studies". *Critical reviews in toxicology*, 37(8), pp. 629–727. DOI: 10.1080/10408440701516184

Magnuson, B.A., Carakostas, M.C., Moore, N.H., Poulos, S.P. & Renwick, A.G. (2016). "Biological fate of low-calorie sweeteners". *Nutrition reviews*, 74(11), pp. 670–689. DOI: 10.1093/nutrit/nuw032

Malik, V. S., Li, Y., Pan, A., De Koning, L., Schernhammer, E., Willett, W. C. & Hu, F. B. (2019). "Long-Term Consumption of Sugar-Sweetened and Artificially Sweetened Beverages and Risk of Mortality in US Adults". *Circulation*, 139(18), pp. 2113–2125. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.118.037401

Malik, V.S. & Hu, F.B. (2022). "The role of sugar-sweetened beverages in the global epidemics of obesity and chronic diseases". *Nature reviews. Endocrinology*, 18(4). pp. 205–218. DOI: 10.1038/s41574-021-00627-6

Malik, V.S., Popkin, B.M., Bray, G.A., Després, J.P., Willett, W.C. & Hu, F.B. (2010). "Sugar-sweetened beverages and risk of metabolic syndrome and type 2 diabetes: a meta-analysis". *Diabetes care*, 33(11), pp. 2477–2483. DOI: 10.2337/dc10-1079

Manzur-Jattin, F., López-García, R., Zúñiga-Guajardo, S., Riobó-Serván, P., Serra-Majem, L., Suverza-Fernández, A., Esquivel-Flores, M.G., Molina-Segui, F., Pedroza-Islas, R., Rascón-hernández, M., Díaz-Madero, S., Tommasi-Pedraza, J. & Laviada-Molina, H. (2020). "Impacto del uso de edulcorantes no calóricos en la salud cardiometabólica". *Revista Colombiana de Cardiología*, 27(2), pp. 103-108. DOI: 10.1016/j.rccar.2019.11.003

Martínez Jorge, Á., Martínez Santos, J. & Galindo, J. (2022). "Los efectos del aumento del IVA en el consumo de las bebidas azucaradas en España". *Esade*, pp. 1-21. Disponible en: [file:///C:/Users/Mar%C3%ADa/Downloads/AFF ESP EsadeEcPol Brief33 Bebidasazucaradas\\_4.pdf](file:///C:/Users/Mar%C3%ADa/Downloads/AFF ESP EsadeEcPol Brief33 Bebidasazucaradas_4.pdf) [Consultado 05-03-2023].

Meng, Y., Li, S., Khan, J., Dai, Z., Li, C., Hu, X., Shen, Q. & Xue, Y. (2021). "Sugar- and Artificially Sweetened Beverages Consumption Linked to Type 2 Diabetes, Cardiovascular Diseases, and All-Cause Mortality: A Systematic Review and Dose-Response Meta-Analysis of Prospective Cohort Studies". *Nutrients*, 13(8), pp. 1-18. DOI: 10.3390/nu13082636

National Center for Biotechnology. Disponible en: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/> [Consultado 05-04-2023].

Olmedo, L., Henninga, M.F., Pappalardob, B., García, S.M. & Pellon-Maison, M. (2020). "Validación de un método enzimático-colorimétrico para la determinación de fructosa en

refrescos comerciales”. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*, 25(1), pp. 69-77. DOI: 10.14306/renhyd.25.1.1087

OMS. (2015). “Ingesta de azúcares para adultos y niños”. Disponible en: [https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/154587/WHO\\_NMH\\_NHD\\_15.2\\_spa.pdf](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/154587/WHO_NMH_NHD_15.2_spa.pdf) [Consultado 28-04-2023].

OMS. (2016). “La OMS recomienda aplicar medidas en todo el mundo para reducir el consumo de bebidas azucaradas y sus consecuencias para la salud”. Disponible en: <https://www.who.int/es/news/item/11-10-2016-who-urges-global-action-to-curtail-consumption-and-health-impacts-of-sugary-drinks#:~:text=La%20OMS%20recomienda%20que%2C%20si,de%20bebida%20azucarada%20a%20d%C3%ADa%20BB> [Consultado 26-04-2023].

OMS. (2022). “Alocución de apertura del Director General de la OMS en la rueda de prensa sobre la COVID-19 celebrada el 21 de diciembre de 2022”. Disponible en: <https://www.who.int/es/director-general/speeches/detail/who-director-general-s-opening-remarks-at-the-media-briefing--21-december-2022> [Consultado 26-04-2023].

OMS. (2023). “Diabetes”. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/diabetes> [Consultado 18-05-2023].

Pereira, M.A. (2014). “Sugar-Sweetened and Artificially-Sweetened Beverages in Relation to Obesity Risk”. *Advances in nutrition (Bethesda, Md.)*, 5(6), pp. 797–808. DOI: 10.3945/an.114.007062

Qi, Q., Chu, A.Y., Kang, J.H., Jensen, M.K., Curhan, G.C. & Pasquale, L.R. (2013). “Bebidas azucaradas y riesgo genético de obesidad”. *Revista Clínica Española*, 213(3), pp. 163-165. DOI: 10.1016/j.rce.2012.12.001

Reglamento (CE) nº 1333/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo de 16 de diciembre de 2008 sobre aditivos alimentarios. *Diario Oficial de la Unión Europea*, L 354, de 31 de diciembre de 2008.

Reglamento (CE) No 1924/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo de 20 de diciembre de 2006 relativo a las declaraciones nutricionales y de propiedades saludables en los alimentos. *Diario Oficial de la Unión Europea*, L 404, 30 de diciembre de 2006.

Rippe, J.M. & Angelopoulos, T.J. (2016). "Sugars, obesity, and cardiovascular disease: results from recent randomized control trials". *European Journal of Nutrition*, 55(2), pp. 45-53. DOI: 10.1007/s00394-016-1257-2

Rivera, J. A., Muñoz-Hernández, O., Rosas-Peralta, M., Aguilar-Salinas, C. A., Popkin, B. M., & Willett, W. C. (2008). "Consumo de bebidas para una vida saludable: recomendaciones para la población mexicana". *Salud pública de México*, 50(2), pp. 173-195. Disponible en: <https://www.scielo.org.mx/pdf/spm/v50n2/11.pdf> [Consultado 05-03-2023].

Rodríguez Cairoli, F., Guevara Vásquez, G., Bardach, A., Espinola, N., Perelli, L, Balan, D., Palacios, A., Augustovski, F., Pichón-Riviere, A. & Alcaraz, A. (2023). "Carga de enfermedad y económica atribuible al consumo de bebidas azucaradas en El Salvador". *Revista de Panamérica de Salud Pública*, 47(80), pp. 1-11. DOI:10.26633/RPSP.2023.80

Salazar Campos, N., Sandí Ovaes, N. & Mejía Arens, C. (2020). "Diabetes mellitus tipo I: retos para alcanzar un óptimo control glicémico". *Revista Médica Sinérgica*, 5(9), pp. e452. DOI: 10.31434/rms.v5i9.452

Salvador-Reyes, R., Sotelo-Herrera, M & Paucar-Menacho, L. (2014). "Estudio de la Stevia (Stevia rebaudiana Bertoni) como edulcorante natural y su uso en beneficio de la salud". *Scientia Agropecuaria*, 5(3), pp. 157-163. DOI: 10.17268/sci.agropecu.2014.03.06

Silva, P. & Durán, S. (2014). "Bebidas azucaradas, más que un simple refresco". *Revista Chilena de Nutrición*, 41(1), pp. 90-97. DOI: 10.4067/S0717-75182014000100013

Smith West, D., Donna Quimby, Z., Prewitt, T.E., Spatz, T., Nash, C., Mays, G. & Eddings, K. (2006). "Self-Reported Sugar-Sweetened Beverage Intake among College Students". *Obesity (Silver Spring, Md.)*, 14(10), pp. 1825–1831. DOI: 10.1038/oby.2006.210.

Tan, S. Y., Siow, P. C., Peh, E., & Henry, C. J. (2017). "Influence of rice, pea and oat proteins in attenuating glycemic response of sugar-sweetened beverages". *European journal of nutrition*, 57(8), pp. 2795–2803. DOI: 10.1007/s00394-017-1547-3

Tey, S.L., Salleh, N. B., Henry, J. & Forde, C. G. (2017). "Effects of aspartame-, monk fruit-, stevia- and sucrose-sweetened beverages on postprandial glucose, insulin and energy intake". *International journal of obesity*, 41(3), pp. 450–457. DOI: 10.1038/ijo.2016.225

Tojo Sierra, R. (2003). "Consumo de zumos de frutas y de bebidas refrescantes por niños y adolescentes en España. Implicaciones para la salud de su mal uso y abuso". *Anales de pediatría*, 58(6), pp. 584-593. DOI: 10.1016/S1695-4033(03)78126-0

Vidal Plúas, J.G., Cedeño Ávila, L.M., Mendoza Hidalgo, K.L. & Sabando Farías, B.A. (2019). “Alteraciones Glucémicas, Correlación con Síndrome Metabólico: Diagnóstico, Factores de Riesgo, Consecuencias y Tratamiento”. *Revista Científica Mundo de la Investigación y el Conocimiento*, 3(1), pp. 185-200. DOI: 10.26820/recimundo/

Villagrán, M., Lanuza, F., Díaz, F., Martínez-Sanguinetti, M.A., Petermann-Rocha, F., Troncoso-Pantoja, C., Leiva, A.M., Mardones, L. & Celis-Morales, C. (2020). “La amarga realidad de los edulcorantes no nutritivos: desde una perspectiva global al contexto chileno”. *Revista chilena de nutrición*, 47(1), pp. 125-134. DOI: 10.4067/S0717-75182020000100125

Villalba Castaño, C., Aragonés Gallego, Á. & Carcavilla Urquí, A. (2011). “Diabetes mellitus tipo 1”. *Formación Activa en Pediatría de atención primaria*, 4(3). Disponible en: [https://fapap.es/files/639-736-RUTA/FAPAP3\\_2011\\_04.pdf](https://fapap.es/files/639-736-RUTA/FAPAP3_2011_04.pdf) [Consultado 08-05-2023].

Vos, M. B., Kaar, J. L., Welsh, J. A., Van Horn, L. V., Feig, D. I., Anderson, C. A. M., Patel, M. J., Cruz Munos, J., Krebs, N. F., Xanthakos, S. A., Johnson, R. K., & American Heart Association Nutrition Committee of the Council on Lifestyle and Cardiometabolic Health; Council on Clinical Cardiology; Council on Cardiovascular Disease in the Young; Council on Cardiovascular and Stroke Nursing; Council on Epidemiology and Prevention; Council on Functional Genomics and Translational Biology; and Council on Hypertension. (2017). “Added Sugars and Cardiovascular Disease Risk in Children: A Scientific Statement From the American Heart Association”. *Circulation*, 135(19), pp. 1017-1034. DOI: 10.1161/CIR.0000000000000439

Zúñiga Puebla, K.E. (2022). “Estudio de la concentración, metabolismo y excreción de los edulcorantes utilizados en la industria alimentaria”. *Trabajo de titulación, modalidad Proyecto de Investigación previo a la obtención del Título de Química de Alimentos. Universidad Central del Ecuador*. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/26536> [Consultado 05-03-2023].

## 9. ANEXOS

### Abreviaturas

ADA - Asociación Estadounidense de Diabetes (American Diabetes Association)

AESAN – Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición

AHA - Asociación Estadounidense del Corazón (American Heart Association)

DM1 – Diabetes Mellitus tipo 1

DM2 – Diabetes Mellitus tipo 2

ECV – Enfermedades cardiovasculares

EFSA – Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (European Food Safety Authority)

ENC – Edulcorantes no calóricos

FAO - Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (Food and Agriculture Organization)

IMC – Índice de Masa Corporal

JMAF - Jarabe de maíz de alta fructosa

LPL – Lipoprotein lipasa

NAOS - Nutrición, Actividad Física y Prevención de la Obesidad (Nutrition, Physical Activity, Obesity Prevention)

OMS – Organización Mundial de la Salud

PLC  $\beta$ 2 - Fosfolipasa  $\beta$ 2

PKC  $\beta$ II - Proteína quinasa C  $\beta$ II

TAS - Tejido adiposo subcutáneo

TAV – Tejido adiposo visceral

TG – Triglicéridos