

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA



**UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA**



Escola Tècnica Superior
d'Enginyeria Agronòmica i del Medi Natural

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA Y DEL MEDIO
NATURAL**

*La Stevia (Rebaudiana) como edulcorante
acalórico. Propuesta de su adición a galletas*

TRABAJO FIN DE GRADO EN INGENIERÍA AGROALIMENTARIA Y DEL MEDIO RURAL

ALUMNA: LISETH ESTEFANÍA CHONATA OROZCO

TUTORA UPV: MARISA CASTELLÓ GÓMEZ

COTUTORA UPV: M^a DOLORES ORTOLÁ ORTOLÁ

Curso Académico: 2019/20

VALENCIA, Julio de 2020

La Stevia (Rebaudiana) como edulcorante acalórico. Propuesta de su adición a galletas

Resumen

Debido al interés que manifiesta la sociedad por mejorar el perfil nutricional de los productos que consume, la reformulación de éstos está teniendo un auge considerable en la industria alimentaria. Por otra parte, se está evaluando la adaptación del cultivo de stevia en la cuenca mediterránea española por su elevado rendimiento y buena adaptación al cambio climático además de por sus atributos nutricionales y medicinales. En este sentido, en este Trabajo de Final de Grado de Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural se ha realizado una recopilación de trabajos científicos en los que se avala el uso de la *Stevia Rebaudiana* para su incorporación en matrices alimentarias y su influencia en el valor nutricional de los productos formulados con la misma. Para ello, se han consultado diferentes bases de datos para extraer información científica del tema lo más actualizada posible. A su vez, se ha propuesto un plan de trabajo experimental para evaluar desde el punto de vista tecnológico y sensorial la incorporación de hojas secas de stevia en galletas.

Palabras clave: galletas, stevia, valor nutricional, aceptación sensorial

TFG alumna: Liseth Estefania Chonata Orozco

Tutora académica: María Luisa Castelló Gómez

Cotutora: María Dolores Ortolá Ortolá

València, julio de 2020

Stevia (Rebaudiana) as non-caloric sweetener. Proposal for its addition to cookies

Abstract

Due to the interest shown by society to improve the nutritional profile of the consumed products, their reformulation is having a considerable importance in the food industry. On the other hand, the adaptation of stevia in the Spanish Mediterranean basin is being evaluated for its high yield and good adaptation to climate change and for its nutritional and medicinal attributes. In this regard, in this Final Degree Project of Agri-Food Engineering and Rural Environment, a compilation of scientific works has been carried out which endorses the use of *Stevia rebaudiana* in the incorporation of food matrices and its influence on the nutritional value of products formulated with it. For this, different databases have been consulted to extract scientific information on the subject as up to date as possible. Likewise, an experimental work plan has been proposed to evaluate the incorporation of dry stevia leaves in cookies from a technological and sensorial point of view.

Key words: cookies, stevia, nutritional value, sensory acceptance.

TFG student: Liseth Estefania Chonata Orozco

Academic tutor: María Luisa Castelló Gómez

Cotutor: María Dolores Ortolá Ortolá

València, july 2020

La Stevia (Rebaudiana) com a edulcorant acalòric. Proposta de la seua adició a galetes

Resum

A causa de l'interés que manifesta la societat per millorar el perfil nutricional dels productes que consumeix, la reformulació d'aquests està tenint un auge considerable en la indústria alimentària. D'altra banda, s'està avaluant l'adaptació del cultiu de la stevia a la conca mediterrània espanyola pel seu elevat rendiment i la bona adaptació al canvi climàtic així com pels seus atributs nutricionals i medicinals. En aquest sentit, com a treball de Final de Grau d'Enginyeria Agroalimentària i del Medi Natural, s'ha realitzat una recopilació de treballs científics on es avala la incorporació de la *Stevia rebaudiana* en matrius alimentàries i la seua influència en el valor nutricional dels productes formulats amb la mateixa. Per a això, s'han consultat diferents bases de dades per extraure informació científica del tema el més actualitzada possible. Al mateix temps, s'ha proposat un pla de treball experimental per a avaluar des del punt de vista tecnològic i sensorial la incorporació de fulles seques de stevia en galetes.

Paraules clau: galetes, stevia, valor nutricional, acceptació sensorial

TFG alumna: Liseth Estefania Chonata Orozco

Tutora acadèmica: María Luisa Castelló Gómez

Cotutora: María Dolores Ortola Ortola

València, juliol de 2020

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. Antecedentes del estudio.....	1
2. Origen, expansión y comercialización de stevia	2
3. Cultivo de stevia.....	5
3.1. Descripción botánica	5
3.2 Variedades	6
3.3 Requerimientos Agronómicos	7
3.3.1 Labores de cultivo	8
4. La hoja de <i>Stevia rebaudiana</i>	8
4.1 Componentes de la hoja de stevia	8
4.2 Propiedades nutricionales	10
4.3 Propiedades medicinales.....	12
5. Inclusión de stevia en matrices alimentarias	14
5.1 Mermelada.....	18
5.2 Bebidas	19
5.3 Productos de bollería	21
5.4 Helados	23
5.5 Productos Lácteos	25
5.6 Chocolate	26
6. Propuesta de plan de trabajo de incorporación de hojas secas de stevia en galletas.....	28
6.1 Metodología.....	28
6.2 Evaluación fisicoquímica de las galletas.....	30
6.4 Análisis sensorial	31
7. Conclusión	32
8. Bibliografía.....	33

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Principales edulcorantes. (Adaptada de: Sánchez & Orozco 2014, Castelao 2019, Alonso 2010 y Milner et al., 2020).	2
Tabla 2: Condiciones climáticas para el cultivo de <i>Stevia rebaudiana</i> en España. (Fuentes: Barberá 2017; Carrascal, 2016 y Cruz, 2016).	7
Tabla 3: Labores para el cultivo de <i>Stevia rebaudiana</i> . (Fuentes: Britos et al., 2016; Barberá, 2017 y Villagran et al., 2009).	8
Tabla 4: Propiedades fisicoquímicas del Esteviósido y del Rebaudiósido A. (Fuentes: Hernández et al., 2017 y Sánchez, 2020).	9
Tabla 5: Composición nutricional de la hoja seca de stevia empleando distintos métodos de secado. (Fuentes: Gasmalla et al., 2014 y Marcinek & Krejpcio, 2015).	10
Tabla 6: Comparación del contenido de aminoácidos presentes en las hojas secas de stevia con huevos y carne blanca. (Fuentes: Janieri, 1987; Marcinek & Krejpcio, 2015 y Santa-Olalla & Antonio, 1994).	11
Tabla 7: Ácidos grasos de la hoja de stevia, aceite de oliva y leche de vaca. (Fuentes: Marcinek & Krejpcio, Gupta et al., 2013; García et al., 2014 y Villar, 2011).	11
Tabla 8: Comparación nutricional de hojas de stevia, panela granulada y miel. (Fuentes: Santamaría, 2012; Moreno, 2009 y Marcinek & Krejpcio, 2015).	12
Tabla 9: Formas de presentación de la stevia en el mercado. (Fuentes: Andrés, 2011; Villegas, 2011 y Prez, 2002).	16
Tabla 10: Formulaciones de las muestras.	29

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Origen de <i>Stevia rebaudiana</i>	2
Figura 2: Hectáreas de cultivo de los principales productores de stevia. (Adaptada de Panza, 2020).	3
Figura 3: Países productores de stevia y mercados. (Adaptada de Landázuri, 2009; Cruz, 2016 y Panza, 2020).	4
Figura 4: Hojas de <i>Stevia rebaudiana</i> . (Fuente: Mas, 2012).....	5
Figura 5: Flores de <i>Stevia rebaudiana</i> . (Fuente: MERCADO LIBRE, 2020).	6
Figura 6: Proceso de extracción de glucósidos de esteviol. (Fuente: Meienberg, 2015).....	15
Figura 7: Productos edulcorados con stevia en el mercado.....	17
Figura 8: Productos edulcorados con stevia en el mercado.....	17
Figura 9: Obtención de polvo de stevia.	29
Figura 10: Proceso de elaboración de galletas.	30

1. Antecedentes del estudio

Desde hace años, mantener una dieta saludable y equilibrada es un objetivo para la mayoría de la población, pues cada vez son más los casos de obesidad temprana que, junto al sedentarismo, provocan a largo plazo problemas de salud graves. Estos problemas de salud se asocian al elevado consumo de azúcares y grasas saturados, sobre todo en niños.

A día de hoy, existen programas educativos que fomentan una alimentación nutritiva y saludable incorporando en la dieta el consumo de frutas y verduras desde muy pequeños. En su más reciente informe sobre azúcares y salud, la Organización Mundial de la Salud (OMS), aconsejó limitar el consumo de azúcares libres a menos del 10% de la energía consumida, para prevenir la obesidad y patologías relacionadas (Basulto *et al.*, 2016). Por ello, existen diversos reglamentos que regulan el contenido de azúcar en determinados alimentos, hallándose vigente la Directiva 2006/125/CE, que regula la presencia de azúcares en productos infantiles, restringiendo el contenido de azúcar en productos elaborados a base de cereales y en alimentos para lactantes. Del mismo modo, el Reglamento (CE) nº1924/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, del 20 de diciembre de 2006, establece que se ha de considerar como alimentos con bajo contenido en azúcar a aquellos productos que no contengan más de 5 g de azúcar por 100 g de producto, en el caso de sólidos o 2,5 g por 100 mL en caso de líquidos. Por otra parte, como alimentos sin azúcar podrán ser considerados los productos que no contengan más del 0,5 g de azúcar por 100 g o 100 mL (Quiles, 2013).

Con todo esto, la demanda de productos saludables se ha disparado haciendo que muchas industrias busquen la forma de mejorar o innovar sus productos, reduciendo el contenido en azúcar y el aporte calórico, intentando al mismo tiempo que estos sigan siendo atractivos para el consumidor. Con ello, la búsqueda de edulcorantes que sustituyan a la sacarosa, que es el principal azúcar de la mayoría de los alimentos procesados, se encuentra en auge. Actualmente, el mercado dispone de edulcorantes artificiales y naturales, existiendo una gran controversia, debido a que diversos estudios demuestran que algunos edulcorantes artificiales, como es el caso del ciclamato, aspartamo o sorbitol son perjudiciales para la salud (Velasco, 2019). Pese a esto, todavía no se ha prohibido su uso, pues no hay suficientes estudios que corroboren su toxicidad. En este sentido, hay una tendencia hacia la “clean label” en la que se incluyan componentes fácilmente identificables por los consumidores y que tengan un carácter no artificial (Milner *et al.*, 2020). Por ello, se está mostrando mayor interés por el uso de edulcorantes que no acarreen problemas de salud, sean nutritivos y su síntesis no suponga un elevado coste económico, pudiendo ser el caso de los edulcorantes naturales. En la tabla 1 se recogen los principales edulcorantes de cada uno de estos grupos. Como se puede observar, el número de edulcorantes naturales acalóricos conocidos es muy reducido, pues de los que se conocen actualmente, la stevia es el edulcorante que mayor interés científico ha despertado en los últimos años.

Tabla 1: Principales edulcorantes. (Adaptada de: Sánchez & Orozco 2014, Castelao 2019, Alonso 2010 y Milner et al., 2020).

Calóricos	Naturales	Azúcares	<i>Sacarosa, glucosa, dextrosa, fructosa, lactosa, maltosa, galactosa y trehalosa, tagatosa, sucaramaltosa, isomaltulosa.</i>
		Edulcorantes naturales calóricos	<i>Miel, jarabe de arce, azúcar de palma o de coco y jarabe de sorgo</i>
	Artificiales	Azúcares modificados	<i>Caramelo, azúcar invertido, jarabe de maíz con elevada fructosa</i>
		Alcoholes del azúcar	<i>Xilitol, eritriol, Manitol, sorbitol, maltitol, isomaltosa, lactitol y glicerol</i>
Acalóricos	Naturales	Edulcorantes naturales acalóricos	<i>Luo Han Guo, Stevia, Taumatina, pentadina, monelina y brazeína</i>
	Artificiales	Edulcorantes artificiales	<i>Aspartamo, sacarina, acesulfame-k, sucralosa, neotamo, neohesperidina DC, alitamo, adventamo y Ciclamato</i>

Este estudio se centra en la *Stevia rebaudiana*, analizando los aspectos relacionados con su origen, su cultivo en España, su incorporación en matrices alimentarias y los beneficios nutricionales y terapéuticos que presenta. Además, se ha elaborado un plan de trabajo que permita determinar el efecto sobre las propiedades tecnológicas de la stevia como sustituto de la sacarosa en productos de bollería, como es el caso de las galletas, evaluando también si el producto sería aceptado sensorialmente por los consumidores.

2. Origen, expansión y comercialización de stevia

Su origen se centra en los pueblos guaraníes al sudeste de Paraguay (Figura 1), donde era conocida como Kaá he'é. Se dio a conocer fuera de Paraguay hacia 1887, cuando un botánico suizo, el Dr. Moisés Santiago Bertoni supo de la existencia de la especie y de sus propiedades edulcorantes. Bertoni se dio cuenta de los posibles beneficios de la planta, debido a que las tribus guaraníes utilizaban la stevia como edulcorante natural y con fines terapéuticos. En 1894 ya había adquirido algunas hojas, que describió y clasificó como "Stevia" integrante de la familia del girasol (*Asteraceae*), dándole su nombre científico (Meienberg, 2015). Por otra parte, *Stevia rebaudiana* Bertoni es denominada así en honor al químico Ovidio Rebaudi quien por primera vez analizó químicamente la planta, afirmando que su consumo era seguro. Además, aisló dos principios activos, uno dulce y uno amargo, a los que les atribuyó el nombre de esteviósido y rebaudiósido, demostrando que tienen un poder edulcorante de 200 o 300 veces superior al de la sacarosa, son estables al calor y no fermentan.



Figura 1: Origen de *Stevia rebaudiana*.

En 1955, los japoneses comenzaron a desarrollar cultivos de stevia, inicialmente en Paraguay, y alrededor de 1970, en el sur de Japón, desarrollando mejoras genéticas respecto al contenido de esteviósidos en hojas (Delgado, 2007). Una de las principales razones por las que este cultivo se expandió por el sur de Japón fue debida a que los edulcorantes artificiales estaban fuertemente regulados e incluso prohibidos (Prez, 2002). Además, se empezó a sospechar que edulcorantes como el ciclamato y la sacarina eran carcinógenos (Kohen, 2020). Entre los principales productores de stevia a nivel mundial se encuentran Sudamérica, Japón, China, Corea, Taiwán, Tailandia, Indonesia, Laos, Malasia y Filipinas (Landázuri, 2009). Todos estos territorios representan el 95% de la producción de stevia.

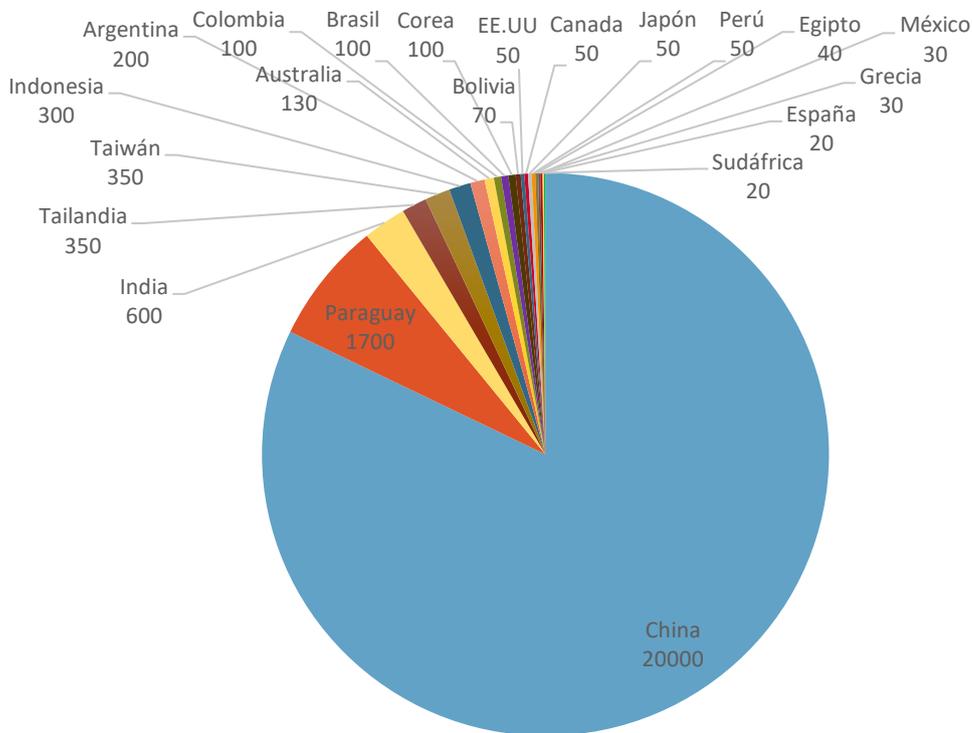
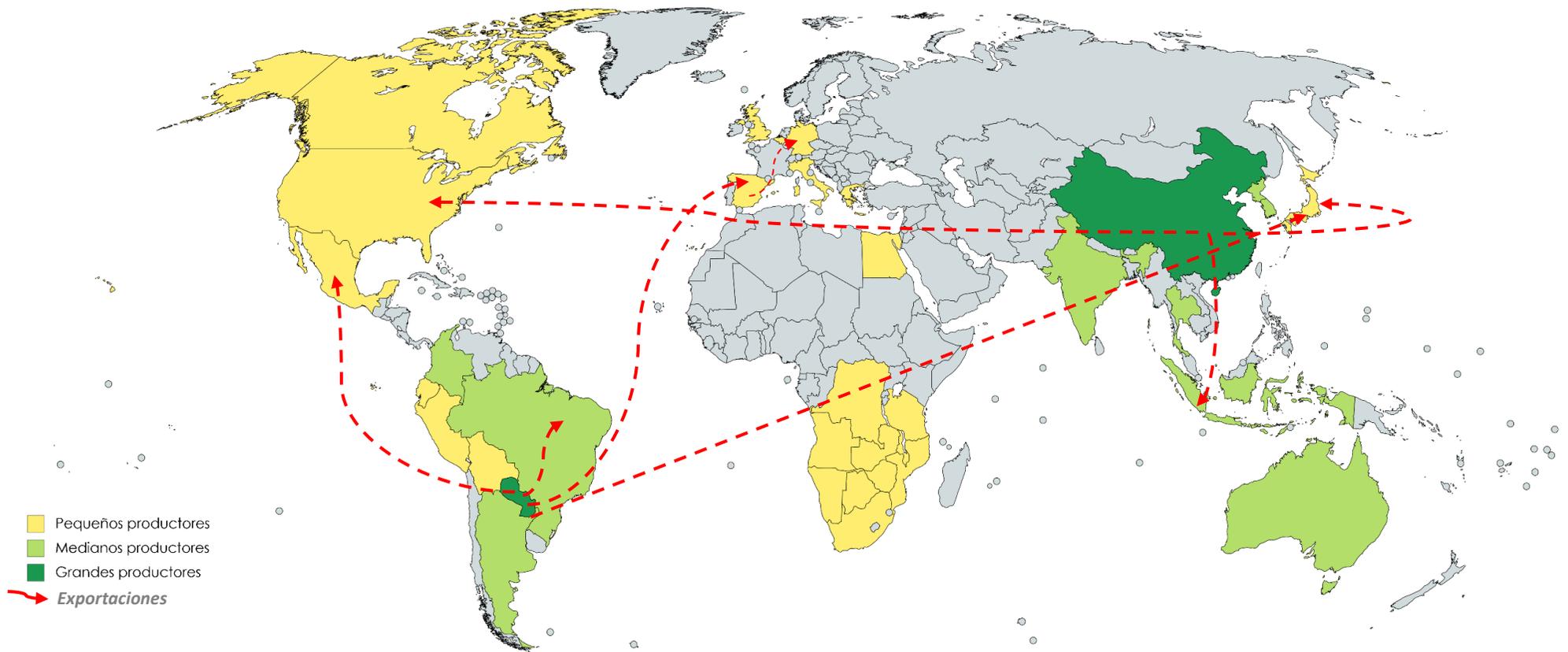


Figura 2: Hectáreas de cultivo de los principales productores de stevia. (Adaptada de Panza, 2020).

En la Figura 2, se muestran el porcentaje de hectáreas de cultivo de los principales productores de stevia y en la Figura 3, hacia qué países se destina su producción. Actualmente, el mayor productor de stevia es China, que comercializa el 50% de su producción en su mercado interno. El 40% de su producción es exportada a Japón y el 10% se comercializa en Corea, Indonesia y Estados Unidos. Paraguay es el segundo país productor de stevia con aproximadamente 700 hectáreas de cultivos comerciales (Delgado, 2007). La industria paraguaya de stevia está orientada solo a la producción de hojas secas que sirven como materia prima a industrias de países como Brasil, Japón, Estados Unidos, así como a la Unión Europea. La producción obtenida en otros países de América del Sur, está enfocada hacia Brasil, México y otros países latinoamericanos (Cruz, 2016).

El 16 de junio de 2017, la venta de stevia seca para infusión se legalizó en toda la Unión Europea, pudiendo encontrarse actualmente cultivada en países como Italia, Alemania, Bélgica, Reino Unido y España (BIOECOACTUAL, 2017). Hasta esta fecha, solo estaba permitido la comercialización de glucósidos de steviol extraídos de las hojas (Reglamento UE 1131/2011).

Las mejores hojas de stevia provienen de América del Sur (Paraguay, Brasil, Colombia, entre otros) y México. Estas hojas contienen alrededor de un 12 a 13% de esteviósidos. Las hojas de menor calidad, pero que mayor producción presentan provienen de China, presentando de un 5 a 6% de esteviósidos (Cruz, 2016).



Created with mapchart.net ©

Figura 2: Países productores de stevia y mercados. (Adaptada de Landázuri, 2009; Cruz, 2016 y Panza, 2020).

3. Cultivo de stevia

3.1. Descripción botánica

La *Stevia rebaudiana* Bertoni, es una especie del género *Stevia* perteneciente a la familia *Asteraceae*. La stevia es una planta arbustiva perenne que, en estado silvestre puede alcanzar una altura de entre 40 y 80 cm, pero cultivada puede llegar a alcanzar 1,5 metros (Prez, 2002). Actualmente, este género abarca un total de 150 especies, siendo la *Stevia rebaudiana* la que posee mayor poder edulcorante y la más usada como edulcorante natural.

▪ La raíz

La raíz es fibrosa y filiforme, pero de sistema aéreo transitorio, por lo que puede considerarse un cultivo perenne, siempre y cuando se hagan las prácticas adecuadas para mantener el sistema radicular y lograr de esta forma un rebrote tras cada cosecha (Jaramillo *et al.*, 2009). Este es el único órgano de la planta que no contiene esteviósidos.

▪ Tallo

Es una planta pubescente que puede llegar a producir hasta 20 tallos en 3 o 4 años. El contenido de esteviósidos en el tallo es menor al 3% del peso seco y principalmente se caracteriza por su contenido en antioxidantes, cinco veces más si se compara con el té verde (Britos *et al.*, 2016).

▪ Hojas

Sus hojas (Figura 3), tienen forma elíptica, oval o lanceolada presentando disposición opuesta en estadio juvenil y alterna cuando llegan a la madurez. Acumulan el mayor contenido de glucósidos, pudiendo oscilar desde un 2% a un 18% según la variedad o cultivares (Carrascal, 2016).



Figura 3: Hojas de Stevia rebaudiana.
(Fuente: Mas, 2012).

▪ Flores

Las flores (Figura 5), son hermafroditas, pequeñas y de color blanco. Su corola es tubular, pentalobulada en capítulos pequeños terminales o axilares, agrupados en panículas corimbosas (Cruz, 2016). Presenta autoincompatibilidad, por lo que la polinización es entomófila, es decir, la realizan insectos polinizadores como himenópteros, dípteros o lepidópteros. La floración en España suele ser hacia octubre, mientras que en Paraguay se amplía desde octubre a marzo.



Figura 1: Flores de Stevia rebaudiana.
(Fuente: MERCADO LIBRE, 2020).

▪ Fruto

El fruto que se forma es ligero y según sea fértil o estéril su coloración será oscura o clara, respectivamente (Cruz, 2016).

3.2 Variedades

Las variedades de *Stevia* que se cultivan actualmente presentan diferentes particularidades, siendo el contenido de glucósidos de esteviol la característica más importante por la que se realiza el cultivo de esta especie.

La *criolla* es una variedad rústica, mucho más resistente a la salinidad que el resto, parcialmente resistente a la sequía y con una producción de glucósidos del 12%. El rendimiento medio de las hojas está en unos 1200 kg por hectárea y año, obteniéndose 1 kg de extracto en polvo por cada 10 kg de hojas, siendo este un rendimiento menor al del resto de variedades (Barberá, 2017).

Por otro lado, la variedad *eirete*, desarrollada en Paraguay, es de tipo clonal con características muy superiores a la variedad *criolla* y cuya propagación se realiza únicamente por esquejes, pues de lo contrario se vería reducida la concentración de glucósidos y en un 29% el rendimiento de las hojas. Esta variedad contiene niveles más bajos de esteviósidos y más altos de rebaudiósidos, hasta un 10% frente al 3% de la *criolla*, con lo que tiene un dulzor menos amargo (Barberá, 2017). Además, su rendimiento en hojas en Paraguay sin riego complementario, con una densidad de 100.000 plantas por hectárea, se encuentra en 3.200-3.500 kg por hectárea y año (Carrascal, 2016). Cabe mencionar la existencia de cultivares japoneses como las variedades *morita I* y *morita II*, descubiertas por Toyosigue Morita, que contienen altos niveles de Rebaudiósido A, de gran pureza y que presentan mayores rendimientos de hoja seca y mejor contenido químico que las otras variedades (Martínez, 2015).

Actualmente, la variedad que se cultiva en España es la *criolla* dando buenos resultados en cuanto a producción sin presentar enfermedades, mientras que de la *eirete* y *morita* todavía no se ha experimentado su cultivo, ya que no se sabe hasta qué punto se pueden adaptar igual que la variedad *criolla*, ni cuál sería la producción real.

3.3 Requerimientos Agronómicos

La *Stevia rebaudiana* ha sido cultivada con éxito en una amplia gama de condiciones climatológicas, si bien prefiere un clima cálido y húmedo (Carrascal, 2016). La planta de stevia crece de forma silvestre y natural en países de Centroamérica y Sudamérica, encontrándose cultivada en Paraguay, Brasil, Argentina, Colombia, Perú, Chile y pequeños cultivos en Ecuador. En regiones donde predominan inviernos fríos, de heladas persistentes se cultiva como planta anual realizando la cosecha en otoño al iniciarse la floración, debido a que en esta época la planta presenta mayor contenido en glucósidos. Este es el caso de países como Estados Unidos, a excepción del sur de California, Nuevo México y Florida donde se puede cultivar como plurianual durante 5 o 6 años. El cultivo de la stevia en zonas de frío invernal no difiere del de muchas hortalizas, llegando incluso a cultivarse en Canadá y el norte de China (Carrascal, 2016).

En España, la stevia puede cultivarse en casi todas las regiones como cultivo anual en zonas de regadío y plurianual (5 a 6 años) en las Islas Canarias y en casi todas las zonas costeras cálidas de la península (costa mediterránea o la cornisa cantábrica), en terrenos ácidos y con abundantes lluvias (Barberá, 2017).

En la Tabla 2 se muestran las condiciones climáticas idóneas que requiere la planta de stevia para su desarrollo. Se ha de tener en cuenta que un exceso de lluvia durante la polinización puede afectar a la germinación y producción de semilla. No obstante, la stevia sobrevive a estrés por inundación cuando las lluvias son intensas en periodos cortos, lo que se explica debido a que las plantas C3 como la stevia, ante ambientes desfavorables donde la presión parcial de CO₂ disminuye críticamente por anegamiento, se aclimatan adoptando metabolismo C4 (Sánchez, 2017). Además, esta planta no tolera el encharcamiento ni la presencia de una elevada cantidad de materia orgánica, ya que de lo contrario podrían aparecer enfermedades fúngicas (*Pythium*, *Fusarium* y *Rhizoctonia*) y un crecimiento excesivo de malas hierbas. Por ello, se recomiendan para la stevia suelos con una textura areno-arcillosa con una proporción regular de humus y con un pH de 5,5-7,5 en terrenos no salinos.

Tabla 2: Condiciones climáticas para el cultivo de *Stevia rebaudiana* en España. (Fuentes: Barberá 2017; Carrascal, 2016 y Cruz, 2016).

Condiciones Climáticas	Valores
Temperaturas	24-30°C
Humedad Relativa	75-80% (aparición de enfermedades > 85%)
Altitud	0 a 600 msnm (concentración de esteviósidos disminuye >1200 msnm)
Precipitaciones	1400-1800 mm (riego 5 L/m ² en época de máximas necesidades)
Fotoperiodo	Días largos con una alta intensidad solar (T _{Máx} : 43°C). La producción depende de la cantidad de luz que reciba. Fotoperiodo crítico: 12 a 13 h según el ecotipo.

3.3.1 Labores de cultivo

En la Tabla 3 se muestra algunas de las labores de cultivo de *Stevia rebaudiana* que se realizan en España. Muchas de estas labores, son imprescindibles para obtener un rendimiento óptimo reduciendo costes económicos.

Tabla 3: Labores para el cultivo de Stevia rebaudiana. (Fuentes: Britos et al., 2016; Barberá, 2017 y Villagran et al., 2009).

PREPARACIÓN DEL TERRENO	Cultivo: en bancales o mesetas elevadas (30 a 40 cm de altura) de 120 cm de ancho con cuatro filas de plantas y separación de 20 a 30 cm. Desinfección del terreno: método físico (solarización), método químico (biocidas), método cultural (mulching).
RIEGO	Goteo o microaspersión (otros sistemas pueden ocasionar enfermedades por hongos). Se puede incorporar fertirrigación.
FERTILIZACIÓN	Fertilización no excesiva. Se realiza en función del resultado de análisis del suelo. En cultivo ecológico se realiza un escalonado previo a la plantación.
PROPAGACIÓN	Estacas, esquejes o semillas (menor calidad de hojas).
MALHERBOLOGÍA	Aplicar herbicidas antes de la pre-siembra. En cultivos ya plantados se ha de hacer de forma química (herbicidas postemergentes) o mecánica (manual).
SIEMBRA	Se recomienda una población de 100.000-120.000 plantas/ha (teniendo en cuenta las condiciones del suelo y condiciones climáticas). A principios de marzo.
COSECHA	Realizar el corte una semana antes de la floración (etapa de mayor concentración de glucósidos de esteviol). En época seca sin probabilidad de lluvias.
OTRAS CONSIDERACIONES	Mantener el material vegetal limpio para evitar la aparición de enfermedades. Se pueden hacer hasta 4 cortes para obtener el producto comercial, las hojas. El secado de hojas ha de hacerse sin exposición directa al sol y en periodos sin probabilidades de lluvia.

4. La hoja de *Stevia rebaudiana*

4.1 Componentes de la hoja de stevia

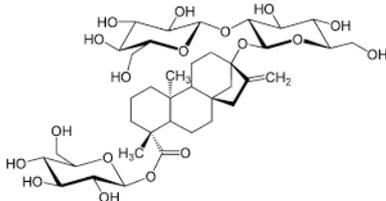
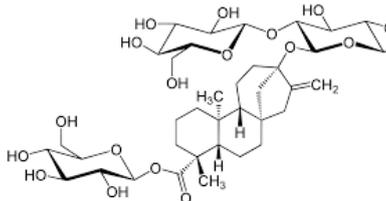
El órgano vegetativo de mayor interés de la planta de stevia es la hoja por su composición química, siendo sus componentes mayoritarios los que le otorgan propiedades como edulcorante. Sin embargo, la composición química completa de las especies de stevia aún no está disponible, aunque periódicamente se descubren nuevos constituyentes que van siendo estudiados y descritos en la literatura científica (Kohen, 2020).

Las hojas de stevia poseen un alto contenido de clorofila, 3 veces mayor al de otras plantas (Heitmann, 2011). Los compuestos que se conocen responsables del dulzor de la *Stevia rebaudiana* Bertoni son glucósidos de diterpeno, también conocidos como glucósidos de esteviol. Los glucósidos son moléculas compuestas por un carbohidrato (generalmente monosacárido como la glucosa) y un compuesto no carbohidrato. Entre estos se encuentra: el esteviósido, steviol, steviolbiosido, rebaudiósido A, B, C, D, E, F y dulcósido, siendo los esteviósidos los componentes mayoritarios (Vélez & Sierra, 2016).

Todos los componentes se encuentran principalmente en las hojas de la planta en distinta proporción, de forma que el esteviósido representa entre un 4-13% del peso de las mismas, siendo 250 a 300 veces más dulce que el azúcar, aunque con un sabor ligeramente amargo. El rebaudiósido A se encuentra en un 2-4% en peso seco presentando una capacidad edulcorante entre 350-450 veces más que el azúcar y sin regusto amargo. En menor cantidad, se pueden encontrar el rebaudiósido C (1-2%) y el dulcósido A (0,4-07%), junto con el steviolbiosido, el rubosósido y el rebaudiósido B, D, E y F (< 4%) (Sánchez *et al.*, 2020). La cantidad en la que están presentes va a depender de la variedad, de las condiciones climáticas, de la adaptación del cultivo y de las actividades agronómicas realizadas sobre la planta.

Los principales glucósidos de esteviol con mayor capacidad edulcorante son el esteviósido y el rebaudiósido A presentando propiedades fisicoquímicas que los hacen deseables para la elaboración de alimentos (Tabla 4 y Figura 4).

Tabla 4: Propiedades fisicoquímicas del Esteviósido y del Rebaudiósido A. (Fuentes: Hernández *et al.*, 2017 y Sánchez, 2020).

	Esteviósido	Rebaudiósido A
Fórmula molecular	$C_{38}H_{60}O_{18}$	$C_{44}H_{70}O_{23}$
		
Apariencia	Polvo blanco	Polvo blanco
Densidad (g/ cm³)	3,54	3,71
Masa molar (g/mol)	804,8	967,01
pH	3-9	3-9
Punto de fusión (°C)	196-198	242-244
Solubilidad en agua	0,13 % También soluble en metanol y etanol	0,80 % También soluble en metanol y etanol
Dulzor	300 veces más que la sacarosa	200 a 400 veces más que la sacarosa

Hay otros estudios en los que se ha evidenciado la presencia de compuestos secundarios biológicamente importantes como taninos, alcaloides, glucósidos cardiacos, saponinas, esteroides, triterpenos, compuestos reductores y antraquinonas. Estos compuestos, presentan valor medicinal, además de exhibir actividad fisiológica (Vidyanagar, 2006). El contenido de estos compuestos secundarios que presenta la hoja de stevia puede verse influenciado por el método de secado empleado. Periche *et al.*, (2016) realizó un ensayo sobre el efecto del secado en la composición de las hojas de stevia. Como resultado se determinó que todos los métodos de secado (liofilización,

secado a la sombra y secado por aire caliente a 180°C), influyen en la concentración de compuestos antioxidantes y volátiles de las hojas. De esta forma, se observó que el contenido de compuestos volátiles fue mayor con el método de secado a la sombra, mientras que la mayoría de flavonoides y ácidos fenólicos, tenían mayor concentración cuando se aplicó liofilización.

4.2 Propiedades nutricionales

Los beneficios asociados a las hojas de stevia se deben principalmente a su composición nutricional. Esta planta es fuente de carbohidratos, proteínas, minerales y fibra cruda. Así como también de aminoácidos esenciales y no esenciales, valiosos para la nutrición humana (Lemus, 2012).

Las hojas frescas contienen un alto porcentaje de agua que va del 80% al 85%, una cantidad sustancial de proteínas, fibra, aminoácidos, azúcares libres, lípidos y aceites esenciales (Vélez & Sierra, 2016).

Aproximadamente, la hoja seca de stevia contiene alrededor de 16% de proteína, 6,8% de fibra cruda, 2,6% de lípidos y 15,5% de cenizas (Lemus *et al.*, 2012, Marcinek & Krejpcio 2015 y Gupta *et al.*, 2013). No obstante, el tipo de secado puede afectar a estos niveles, como puede observarse en la Tabla 5 en la que se presenta la composición de hojas secas de stevia según el método de deshidratación empleado. Además, las raíces y las hojas contienen aproximadamente un 4,6% de fructooligosacáridos y polisacáridos que regulan el metabolismo de los lípidos y controlan el nivel de azúcar en sangre (Marcinek & Krejpcio, 2015).

Tabla 5: Composición nutricional de la hoja seca de stevia empleando distintos métodos de secado. (Fuentes: Gasmalla et al., 2014 y Marcinek & Krejpcio, 2015).

Componente (g/100 g de producto)	Secado al sol	Horno de secado	Secado en microondas	Secado por convección
Proteínas	13,68	12,44	12,83	12,11
Lípidos	6,13	4,39	4,18	3,23
Cenizas	12,06	8,06	4,65	7,73
Carbohidratos	63,10	69,85	79,99	66,43
Fibra cruda	5,03	5,26	4,35	10,50
Azúcares reductores	4,5	4,8	5,3	---

El contenido de aminoácidos en de las hojas secas de stevia se puede comparar con otros productos esenciales de gran aporte proteico como son los huevos y la carne blanca. Como se observa en la Tabla 6, la stevia contiene mayor proporción de aminoácidos esenciales que los huevos y la carne blanca a excepción de la arginina, lisina, valina e isoleucina que presenta mayor proporción la carne blanca, pero al mismo tiempo no aporta otros aminoácidos esenciales como lo hace la stevia.

Tabla 6: Comparación del contenido de aminoácidos presentes en las hojas secas de stevia con huevos y carne blanca. (Fuentes: Janieri, 1987; Marcinek & Krejpcio, 2015 y Santa-Olalla & Antonio, 1994).

Aminoácidos (mg/100 g producto)	Hoja de stevia seca	Huevos	Carne blanca
Arginina ^a	0,45	0,41	1,22
Lisina	0,70	0,46	1,66
Histidina	1,13	0,16	0,52
Fenilalanina	0,77	0,32	0,73
Ileucina	0,98	0,55	1,60
Metionina	1,45	0,21	0,53
Valina	0,64	0,41	0,89
Treonina	1,13	0,31	0,85
Isoleucina	0,42	0,36	0,92
ACD, Aspártico	0,37	0,63	---
Serina	0,46	0,48	---
ACD, Glutámico	0,43	0,83	---
Prolina	0,17	0,27	---
Glicina	0,25	0,21	---
Alanina	0,56	0,36	---
Cisteina ^b	0,40	0,16	0,24
Tirosina ^b	1,08	0,30	0,66

La importancia del consumo de ácidos grasos recae en que no pueden ser sintetizados por la mayoría de los mamíferos, por lo que deben obtenerse a partir de la dieta (Pinazo-Duran, & Boscá-Gomar, 2012). Las hojas de stevia seca contienen entre 1,9 y 5,6 g de ácidos grasos por cada 100 g de producto. Como es bien sabido, una adecuada ingesta de ácidos grasos insaturados reduce el riesgo de isquemia, enfermedades cardíacas y mejora la inmunidad (Marcinek & Krejpcio 2015). En la Tabla 7, se puede apreciar que las hojas secas de stevia presentan mayor contenido de ácido linoleico y ácido linolénico con respecto al aceite de oliva y la leche de vaca. Sin embargo, su contenido en ácido palmítico es mayor.

Tabla 7: Ácidos grasos de la hoja de stevia, aceite de oliva y leche de vaca. (Fuentes: Marcinek & Krejpcio, 2015; Gupta et al., 2013; García et al., 2014 y Villar, 2011).

Ácidos Grasos (g/100 g producto)	Hojas de stevia seca	Aceite de Oliva	Leche de vaca
Ácido Palmítico	29,5	15,14	25
Ácido Palmitoleico	3	1,62	---
Ácido Estérico	4	1,57	7
Ácido Oleico	4,36	69,45	3
Ácido Linoleico	16,8	11,46	2
Ácido Linolénico	36,2	0,19	0,7

De alguno de los edulcorantes naturales que se emplean actualmente, como los que se observan en la Tabla 9, las hojas de stevia son las que mejor perfil nutricional presenta en comparación con la panela granulada o la miel. Bien es cierto que el aporte energético es inferior, pero esto se compensa con el aporte vitamínico que ofrece, principalmente de ácido ascórbico. Además, su contenido en minerales es muy superior, especialmente para el caso del potasio, el calcio y el magnesio.

Tabla 8: Comparación nutricional de hojas de stevia, panela granulada y miel. (Fuentes: Santamaría, 2012; Moreno, 2009 y Marcinek & Krejpcio, 2015).

Composición nutricional	Hojas de stevia seca	Panela granulada	Miel
Humedad %	8,46	0,20	15,6
Proteína %	18,20	0,74	0,35
Grasa %	4,77	0,35	---
Fibra %	10,77	0,01	---
Cenizas %	7,83	1,70	0,26
Carbohidratos %	49,97	97	82,4
Energía estimada (Kcal/100 g)	275	362	304
Vitaminas (mg /100 g)			
Vitamina E	1,6	---	---
Vitamina B1	0,04	5,0	---
Vitamina B2	0,43	1,5	---
Vitamina C	14,98	3	0,5
Minerales (mg /100g)			
Calcio	464,4	204,96	5,42
Fósforo	11,4	66,42	6,7
Magnesio	349	44,92	2,63
Potasio	1800	164,93	111
Sodio	190	60,07	---
Zinc	1,5	2,44	0,16

Por el perfil nutricional descrito, la hoja seca de stevia podría ser una buena alternativa como aditivo alimentario en la reformulación de alimentos dulces.

4.3 Propiedades medicinales

Tal y como se ha comentado anteriormente, por su elevado contenido en determinados compuestos, se ha publicado muchos trabajos científicos que avalan que las hojas de stevia se pueden utilizar con fines terapéuticos.

▪ Coadyuvante en dietas para controlar el peso

La inserción de este edulcorante en la dieta puede ayudar a consumidores que deben controlar la ingesta de azúcares por problemas de salud (Daciw & Wagner, 2006). El sabor dulce que presenta es favorable para que las personas a dieta disfruten de ella y no la abandonen. Además, sus glucósidos son edulcorantes no calóricos, lo que supone otro beneficio para este tipo de personas. También se ha comprobado que la ingesta de stevia disminuye el deseo de consumir dulces y alimentos grasos.

▪ Efecto antihiper glucémico

La *Stevia rebaudiana* ha sido utilizada durante mucho tiempo para tratar la diabetes de tipo 2. El esteviósido presenta un poder edulcorante elevado, por lo que se requiere una pequeña cantidad para endulzar, pudiendo ser un buen endulzante para pacientes con diabetes. El estudio de los efectos del extracto total de *Stevia rebaudiana* o de sus glucósidos principales sobre la glucosa sanguínea se ha efectuado desde dos perspectivas principales: evaluar el efecto hipoglucemiante (si actúan descendiendo los niveles de glucosa) y antihiper glucemiante (si impiden el ascenso de los

niveles de glucosa inducido por algún agente, como, por ejemplo: adrenalina, glucagón, aloxano o carga de glucosa) (González, 2014).

En estudios realizados en humanos y ratones, se ha demostrado que tanto los esteviósidos como los extractos de hoja de stevia tienen efecto antihiper glucemiante. Susuki *et al.*, (1977) informaron que ratas alimentadas con un alto contenido de carbohidratos y grasas junto con 0,5 g de esteviósido y 10 g de hojas de stevia en polvo (dietas conjugadas) durante 4 semanas, presentaron una disminución notable en el nivel de glucosa en sangre. En humanos se realizó un ensayo posterior en el que se experimentó la influencia del extracto acuoso de hojas de stevia en la prueba de tolerancia a la glucosa. Para ello, durante 3 días en intervalos de 6 horas, se suministraron 5 g de extracto, registrando una reducción considerable en el nivel de glucosa en plasma de los individuos sometidos al estudio (Gantait *et al.*, 2015). Por otra parte, el rebaudiósido A, tanto en modelos animales como en humanos ha demostrado no tener efecto sobre la glucosa sanguínea (González, 2014).

▪ **Efecto antihipertensivo**

Durante años las tribus guaraníes de Paraguay y Brasil han usado diferentes especies de stevia, principalmente *Stevia rebaudiana*, como endulzante para contrarrestar el sabor amargo de los medicamentos a base de diferentes plantas y bebidas que influyen en la regulación de la glicemia e hipertensión (Salvador *et al.*, 2014). Los primeros estudios, tanto en animales como seres humanos, demostraron que el esteviósido y el extracto de stevia tienen efecto vasodilatador, diurético y cardiotónico (regula la presión y los latidos del corazón) (Oporto & Puma, 2017).

Recientemente, se ha considerado que el efecto antihipertensivo de la stevia es de grado B, lo que quiere decir, que existe una buena evidencia científica de este efecto (Kohen, 2020).

▪ **Efecto antioxidante**

Los antioxidantes son micronutrientes que han adquirido importancia en los últimos años por la capacidad de neutralizar a los radicales libres. Los radicales libres están implicados en la etiología de varias de las principales enfermedades humanas como el cáncer, las enfermedades cardiovasculares, trastornos neuronales, diabetes y artritis (Devasagayam *et al.*, 2004).

Se ha demostrado que el consumo de stevia tiene efectos antioxidantes similares e incluso superiores a los producidos por antioxidantes comerciales *in vitro*, mientras que *in vivo*, su consumo produjo una elevación de enzimas antioxidantes (Herrero, 2018). La hoja de stevia contiene compuestos como polifenoles y flavonoides con una elevada capacidad antioxidante, pudiendo variar en función del método que se emplee para su determinación. Así, usando el método del DPPH, se comprobó que la capacidad de eliminación de radicales libres del extracto de hojas de stevia resultó ligeramente inferior comparándola con la del ácido ascórbico (Kohen, 2020). También se comprobó que el extracto de stevia tiene la capacidad de inhibir el radical hidroxilo, el ácido nítrico y los radicales superóxidos. Como se ha comentado anteriormente, el método de secado de hojas de stevia, puede afectar al contenido de determinados antioxidantes. En el caso concreto de los flavonoides y ácidos fenólicos la liofilización parece ser el tratamiento más recomendable para mantener su concentración (Perrich *et al.*, 2015). En cualquier caso, aunque se necesiten más estudios para determinar qué compuestos son los responsables de esta actividad, la stevia podría tener un gran potencial como antioxidante (Gutiérrez, 2015).

▪ **Efecto antiinflamatorio**

Existen ensayos preliminares realizados *in vitro* y *en vivo* con animales y ratones que corroboran que el esteviósido posee un efecto antiinflamatorio. En individuos que presentan inflamación, el

esteviósido puede ser útil para evitar efectos adversos de la respuesta inflamatoria, y en individuos sanos, puede contribuir al sistema inmune mejorando la actividad de los monocitos (Gantait *et al.*, 2015).

▪ Efecto anticariogénico

La *Stevia rebaudiana* posee ciertas propiedades anticariogénicas y antiperiodontopáticas que la hacen buena candidata para postularse como un complemento terapéutico en el cuidado odontológico (Vélez & Sierra, 2016). Investigaciones realizadas *in vitro* e *in vivo*, han demostrado que presenta actividad bacteriana sobre microorganismos relacionados con la iniciación y progresión de la caries. Por ello, podría incorporarse en algunos dentífricos y enjuagues bucales, ya que no aumenta la acidez de la biopelícula dental que controla la aparición y progresión de lesiones por caries. Sin embargo, otros autores sostienen, que a pesar de que altas concentraciones de esteviósidos y extractos de stevia mostraron una reducción de crecimiento de algunas bacterias, las concentraciones habitualmente utilizadas como endulzantes son bajas para lograr este efecto (Kohen, 2020). Por tanto, la evidencia científica de su uso como coadyuvante potencial para disminuir los niveles de caries dental en los individuos, aún es insuficiente (Vélez & Sierra, 2016).

En algunos países se mastican directamente las hojas frescas, por su sabor dulce y prolongado y su efecto antibacteriano que se relaciona con la prevención de las caries. De esta forma, parece beneficioso consumir de 6 a 8 hojas durante el día (Lanza & Carrancio, 2014).

▪ Otros beneficios

Otros ensayos, muestran que la stevia también sirve como anticonceptivo, para el tratamiento de alteraciones en la piel, estimulante del estado de alerta, para facilitar la digestión y las funciones gastrointestinales, así como para mantener la sensación de vitalidad y bienestar (Salvador *et al.*, 2014). Además, algunos autores indican que su consumo reduce el deseo de tabaco y bebidas alcohólicas (Durán *et al.*, 2020).

5. Inclusión de stevia en matrices alimentarias

La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha recomendado a los adultos con un índice de masa corporal normal reducir el consumo de azúcar al 5 por ciento de la ingesta calórica diaria, lo que equivale a unos 25 gramos al día (OMS, 2015). Hasta ahora el organismo aconsejaba que el consumo de azúcares fuera menor del 10 por ciento del consumo calórico total. Para poder alcanzar este objetivo, la Unión Europea recomendó a los países miembros grabar los productos ricos en azúcar con un impuesto para disuadir su consumo. Así, según Reguera (2020), los países europeos son pioneros a la hora de imponer políticas públicas con el fin de reducir el consumo de alimentos azucarados o ultra procesados incentivando el consumo de alimentos más saludables. En España, por ejemplo, la comunidad autónoma de Cataluña, desde mayo de 2017 aplica dos impuestos diferentes (8 cent/100 mL y 12 cent/100 mL) dependiendo de la cantidad de azúcar presente en las bebidas. Con este impuesto se logró en un año que el consumo de bebidas azucaradas se redujera en un 30%. Con ello, cabe la posibilidad de que otras comunidades autónomas empiecen a aplicar medidas similares.

El 70% de la producción mundial de stevia es destinada para procesar cristales de esteviósido, mientras que el otro 30% se destina a herbolarios (como hoja seca). En la Figura 6 se muestra el proceso de obtención de los glucósidos de esteviol a partir de infusiones de hoja de stevia.

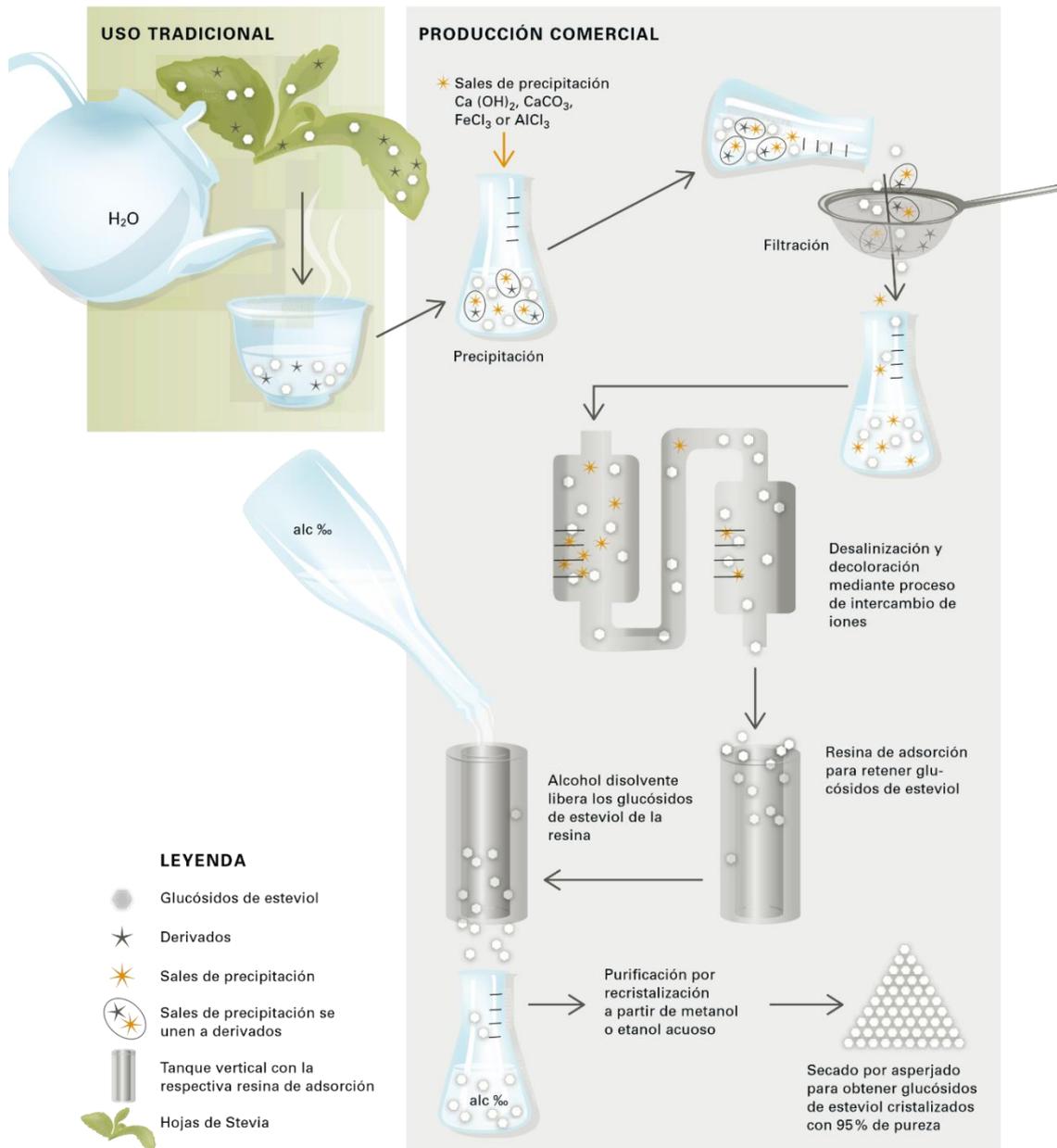


Figura 6: Proceso de extracción de glucósidos de esteviol. (Fuente: Meienberg, 2015).

Según la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria, tras evaluar en 2011 la seguridad de los glucósidos de esteviol extraídos de las hojas, estableció una ingesta diaria admisible de estos de 4 mg/kg de peso corporal al día (Reglamento UE 1113/2011). Recientemente, ha aumentado el uso alimenticio de extracto de *Stevia rebaudiana*, debido a la importancia nutricional y farmacéutica atribuida a este edulcorante natural. Además, la industria alimentaria ha enfatizado y promovido el consumo de productos acalóricos (Vázquez *et al.*, 2017). Por ello, en la mayor parte del mundo se considera segura para el consumo humano. De este modo, muchos países industrializados emplean ya la stevia para edulcorar productos como, bebidas carbonatadas, zumos naturales, productos de bollería, productos lácteos, confitería e infusiones. La stevia tiene diversas formas de presentación, como se puede ver en la Tabla 10. El formato polvo es el más empleado para alimentos sólidos y el extracto líquido en el caso de bebidas.

Tabla 9: Formas de presentación de la stevia en el mercado. (Fuentes: Andrés, 2011; Villegas, 2011 y Prez, 2002).

Formas de presentación	Uso
Hojas	
Hojas frescas	Se usan en salsas e infusiones, llegan a ser entre 15 a 30 veces más dulce que el azúcar. Al masticarla deja un sabor a regaliz y al final un ligero amargor.
Hojas secas	Se emplea para infusiones o elaborar extractos líquidos. Son 10 a 15 veces más dulces que la sacarosa.
Hojas molidas en polvo	Pueden encontrarse a granel y en saquitos de té, de color verdoso se usan como un potenciador del sabor y como edulcorante en el té, ensaladas, frutas, café, etc. Las hojas molidas de stevia no se disuelven.
Subproductos	Tallos, flores y hojas se pueden emplear para la alimentación de ganado o en fertilizantes.
Extractos	
Extracto líquido	
Extracto oscuro	Jarabe concentrado de color verde oscuro hecho de hojas secas a base de agua y alcohol. Tiene un poder edulcorante 70 veces superior al azúcar. Potencia los sabores de los alimentos. Se emplea para endulzar bebidas.
Extracto claro	Una solución blanca translúcida de cristales de esteviósido disueltos en agua, alcohol o glicerina. Se emplea para endulzar bebidas.
Polvos	
Con 40%-50% de Glucósidos	El polvo resultante es blanquecino, es 100 veces más dulce que la sacarosa y se emplea para endulzar bebidas y comidas.
Con 85%-97% de Glucósidos	Normalmente es de 200 a 300 veces más dulce que el azúcar. Es el que normalmente se utiliza como edulcorante. El sabor, dulzor y coste de los variados polvos blancos dependerán de su pureza, el grado de refinamiento y calidad de la planta usada.
Combinaciones	
Glucósidos y sus combinaciones	Se combinan los extractos de esteviósido puro con lactosa, maltodextrina, fruto-oligosacáridos, dextrosa. Con ello, se obtiene un producto fácil de medir y con un gran sabor, ya sea como polvo blanco o como extracto líquido. Estas mezclas son las formas más versátiles y fáciles de usar de la stevia.
Tabletas	Se disuelven rápidamente. Normalmente contienen esteviósidos junto con otros ingredientes. Usadas como edulcorantes de bebidas.

A día de hoy, en grandes supermercados se pueden encontrar algunos productos edulcorados con stevia. En la Figura 7 se pueden observar algunos de ellos. En casi todos los productos, la stevia ha sido incorporada como glucósidos de esteviol combinados con otros edulcorantes. En mermeladas, la combinación ha sido con edulcorantes como la sucralosa, la isomaltosa y el acesulfame K. En chocolate estos se han empleado en una proporción del 0,002 al 0,013 % combinados con maltitol. La bebida carbonatada ha sido edulcorada con glucósidos de esteviol y sucralosa, la bebida chocolatada presenta un 0,005% de glucósidos de esteviol y la bebida de frutos rojos, se ha edulcorado únicamente con glucósidos.



Figura 7: Productos edulcorados con stevia en el mercado.

En la Figura 8 se muestran otros productos en los que también se ha empleado los glucósidos de esteviol como edulcorante. En el caso de las galletas, se encuentran combinados con maltitol. Las galletas con una reducción de azúcar en un 70% contienen una proporción de 0,025% de glucósidos y solamente, las galletas integrales están edulcoradas con glucósidos de esteviol. La gelatina de arándanos está edulcorada con maltitol, sucralosa y glucósidos de esteviol (0,7%). Los yogures también contienen otros edulcorantes como la sucralosa y la fructosa. En el caso del yogurt light se ha observado que contiene glucósidos de esteviol como único edulcorante. Los helados, además de los glucósidos de esteviol contienen otros edulcorantes como el maltitol y el eritritol.



Figura 8: Productos edulcorados con stevia en el mercado.

La incorporación de stevia en matrices alimentaria puede suponer su modificación a nivel nutricional y en algunos casos afectar a la aceptación sensorial del producto. Son muchos los estudios que demuestran que la stevia, al ser un edulcorante potente no calórico, mejora el perfil nutricional de los productos, pero también presenta un ligero sabor amargo residual, que puede dificultar la aceptación de algunos alimentos.

A continuación, se muestran algunos trabajos científicos que avalan la incorporación de stevia en productos alimentarios.

5.1 Mermelada

La industria de las mermeladas ha alcanzado niveles técnicos importantes y se sigue investigando cómo mejorar el producto final en todos los aspectos, tanto organolépticos, sanitarios y tecnológicos (Pons, 2015). La mermelada, es uno de los productos de consumo diario de una gran parte de la población, por lo que uno de los objetivos principales es reducir su contenido en azúcar, ya que supone casi un 68% del producto final.

Con este objetivo, Valencia (2013) evaluó el uso de extracto en polvo de *Stevia rebaudiana* como posible edulcorante de una mermelada de piña. Se realizaron 6 tratamientos con distintas concentraciones de stevia (1,5%, 2% y 2,5%), resultando ser un 2,5% la concentración de stevia en polvo más idónea. A esta concentración, las características organolépticas del producto no se vieron modificadas con respecto a la muestra comercial, por lo que resultó ser aceptado a nivel sensorial. Sin embargo, la gelificación fue de menor calidad ya que la sacarosa se reemplazó únicamente por stevia empleando como gelificante pectina. Aun así, la mermelada presentaba una textura agradable. Gamarra (2016), realizó un análisis sensorial de una mermelada dietética de piña y naranja edulcorada parcialmente con stevia en polvo. Se realizaron 4 tratamientos variando la concentración (%) de stevia:sacarosa (0,54:21; 0,42:43,2; 0,28:21,6 y 0:97,6). De todos los tratamientos propuestos, el más apropiado fue la combinación de 0,42% de stevia y 43,2% de sacarosa. A nivel sensorial, el producto fue aceptado en relación al aroma, color, sabor y textura, mientras que la muestra con mayor contenido en stevia, fue evaluada desfavorablemente en términos de textura. Sutwal *et al.*, (2019) estudiaron el desarrollo de una mermelada de manzana edulcorada con extracto líquido de stevia. Para ello, evaluaron diferentes concentraciones de stevia (0,15%, 0,3%, 0,45% y 0,6%). Observaron que la más favorable era la de 0,6%, proporcionándole a la mermelada un dulzor similar al de la muestra comercial, además de reducir su contenido en calorías. Sin embargo, la mermelada presentaba atributos desfavorables, como la textura y la apariencia, ya que en un periodo de 28 días la muestra perdía brillo y presentaba menor consistencia, debido a la disminución del contenido en sacarosa (18,28 a un 15,06 %). Contreras *et al.*, (2016), evaluaron las características que presentaban 2 mermeladas de tomate de árbol endulzadas con distintos edulcorantes (sucralosa y stevia). En este estudio se concluyó que ambos casos presentaron menor contenido en sólidos solubles, viéndose afectadas las propiedades finales del producto. Además, debido a la ausencia de sacarosa el producto no alcanzaba la gelificación, obteniendo así mermeladas con menor dureza y mayor fluidez, en comparación con las comerciales edulcoradas con sacarosa. También, se observó que la incorporación de estos edulcorantes reducía la estabilidad microbiana de las muestras durante su almacenamiento, pero evitaba el pardeamiento del producto durante el calentamiento térmico, favoreciendo su color. También Márquez *et al.*, (2016), analizaron la influencia que tenía el uso de distintos edulcorantes en una mermelada de mora. Para ello, se realizaron 5 ensayos con distintas concentraciones de edulcorantes (M1: Sucralosa: 0,3%; M2: stevia: 0,8%; M3: sacarosa-stevia: 51,8%-0,3%; M4: sacarosa-sucralosa: 51,9%-0,1% y M5: stevia-sucralosa: 0,4%-0,2%). En este caso, como agente gelificante se empleó agar-agar, lo que supuso una mejora en la estabilidad de las muestras M2, M4 y M5. En la evaluación de las características fisicoquímicas de cada tratamiento, se observó que las muestras edulcoradas con stevia y con sucralosa presentaban mayor acidez, mayor índice de pardeamiento (IP) y la textura no se asemejaba a la muestra comercial. Sin embargo, la muestra M6 presentaba una textura similar a la muestra de control. Además, el uso de estos edulcorantes supuso una reducción del contenido calórico en las muestras M1, M2 y M5. Las muestras M3 Y M4 presentaron características sensoriales, similares a la muestra comercial. A pesar de ello, la muestra control con un contenido del 63,7% de sacarosa, fue la más aceptada a nivel sensorial.

De Paula *et al.*, (2010), en un estudio sobre la evaluación de la stevia como edulcorante de una mermelada de Guayaba, preparó 3 formulaciones. Cada una presentaba diferentes concentraciones de sacarosa y stevia en polvo (F1: 0% sacarosa-0,28% stevia, F2: 21,60% sacarosa-0,21% stevia y F3: 43,20 sacarosa - 0,14% stevia) resultando ser la más acertada la que contenía un 21,60% de sacarosa y un 0,21% de stevia. La muestra edulcorada solamente con stevia no alcanzó la gelificación, motivo por el que la muestra en la que se combinaba la sacarosa y la stevia fue aceptada por los posibles consumidores. Pero es importante recalcar, que en la muestra edulcorada solo con stevia, se observó una mejora nutricional, ya que presentaba menor contenido en carbohidratos, acidez, sólidos solubles y pectina, en comparación con la muestra comercial. Además, en el análisis microbiológico que se realizó a la muestra de mayor aceptación, se observó que el comportamiento fisicoquímico y microbiológico del producto era estable, ya que, en un periodo de 90 días, los parámetros estudiados se encontraban dentro del límite estipulado. Un resultado semejante fue observado por Abolila *et al.*, (2015), en un ensayo para la evaluación de las características organolépticas de una mermelada de frutas frescas, edulcorada con fructosa, esteviósido y sucralosa. En este ensayo se elaboraron 12 muestras, variando su concentración en edulcorantes (sacarosa: 16,5%, 33,5% y 50%; esteviósido: 8,5%, 16,50% y 25% y fructosa: 25%, 50%, 75% y 100%), resultando ser un 50% de fructosa, un 33,5% de sucralosa y un 16,50% de esteviósido la formulación de mayor aceptación en cuanto a olor, color, sabor y textura asemejándose a la muestra comercial. Respecto al análisis microbiológico, se determinó que la mermelada se conservaba de forma segura hasta 12 meses. Además, el producto, presentaba bajo contenido calórico y efecto antioxidante. Carvalho *et al.*, (2013), realizaron un estudio en el que se evaluaron las diferencias entre una mermelada de fresa edulcorada con sucralosa y una mermelada de fresa edulcorada con Rebaudiósido-A. En este caso, se formularon 2 tratamientos (T1: sucralosa: 500 g; T2: Rebaudiósido-A: 50 g). A cada uno de ellos se le añadió como edulcorante zumo de arándano, potenciando así el color de las muestras. En el análisis nutricional se observó que la muestra edulcorada con sucralosa presentaba mejor contenido en proteínas, carbohidratos, fibra y sólidos solubles. Ambas muestras fueron aceptadas por los consumidores, pero la muestra edulcorada con Reb-A fue la que mostró total aceptación a nivel sensorial, ya que presentaba mejor sabor, color, aroma y textura. Además, en el análisis microbiológico que se realizó a las muestras, se observó que, durante el transcurso de 30 días, no se mostraba crecimiento microbiano en el interior del producto.

Como conclusión, la stevia a pesar de su elevado poder edulcorante, debe ser acompañada por algún edulcorante de volumen y/o gelificante que proporcione la textura adecuada a la mermelada, en sustitución del papel que juega la sacarosa en el producto. Aun así, como se ha mencionado anteriormente (Figura 7) en el mercado existen Mermeladas edulcoradas con glucósidos de esteviol.

5.2 Bebidas

El consumo de bebidas sin azúcar es cada vez más frecuente, por lo que en el mercado ya existe una amplia gama de bebidas que cumplen este requisito. Muchas de ellas están edulcoradas con stevia, encontrando desde bebidas carbonatadas, zumos naturales hasta bebidas funcionales (Figura 7). La incorporación de stevia en este tipo de bebidas ha sido posible, dada su estabilidad en medios líquidos y su tolerancia a ciertos valores de pH (Prez, 2002). Además, no interactúa con ninguno de los ingredientes y sabores, pudiendo utilizarse en diversas bebidas que contienen diferentes agentes de sabor, como la vainilla, cinamaldehído o el citral (Vilca, 2014).

Con el objetivo de estudiar la factibilidad de elaborar zumos edulcorados con stevia, Balaswamy *et al.*, (2014) elaboraron diversos zumos de frutas (ciruela, mango, piña, granada y uva morada) bajos

en calorías, edulcorados con extracto en polvo de stevia a distintas concentraciones (30-35 mg/100 mL). Para su estudio se desarrolló un total de 7 muestras. En todas ellas, se evaluaron diversos atributos ($^{\circ}$ Brix, pH, acidez, azúcares totales, color, antocianos y polifenoles), durante 6 meses. Durante este tiempo, todos los zumos con una concentración de extracto de polvo de stevia de 30 mg/100 mL, presentaron mejores características organolépticas y menor contenido calórico.

Sin embargo, el uso de stevia a partir de una determinada concentración puede dar lugar a sabores desagradables en algunas bebidas. Vásquez *et al.*, (2012), evaluaron el empleo de hojas secas de stevia como edulcorante en infusiones de manzanilla. Para ello, realizaron 11 ensayos con distintos tiempos de infusión y diferentes concentraciones de edulcorante (1,29-2,00 g/300 mL). Con estos ensayos, se llegó a la conclusión de que al mantener el tiempo de infusión constante y aumentar la concentración de stevia, el grado de aceptabilidad aumentaba hasta llegar a un cierto límite (1,8-2,2 g/300 mL) y del mismo modo, al mantener la concentración del edulcorante y aumentar el tiempo de infusión (120-160 segundos), el grado de aceptabilidad aumentaba hasta un valor medio. Vasquez *et al.*, 2020, evaluaron el grado de aceptación de una bebida elaborada con maíz morado edulcorada con stevia cristalizada. Con este fin, se elaboraron 10 formulaciones en las que se variaba la concentración de stevia cristalizada (3,6 g – 4,7 g), ácido cítrico (1,5 g – 2,3 g) y propóleos (0,3 g – 1 g) en el producto. La formulación más aceptada en este caso fueron las que contenían de 0,3 a 0,67 g/100 mL de propóleos, de 3,6 a 4,13 g/100 mL de stevia y de 1,92 a 2,33 g/mL de ácido cítrico. La diferente concentración de stevia afectó a la aceptación sensorial del producto, debido a que, al superar estas concentraciones, se comenzaba a perder aceptabilidad a consecuencia de la aparición de sabores ácidos y poco agradables. Por otra parte, Carvajal (2018), evaluó una bebida de cebada y avena edulcorada con stevia en polvo, proponiendo 6 formulaciones. Todas ellas, tenían una concentración distinta de lúpulo (L) (0,9 g/L, 0,7 g/L y 0,5 g/L) y de stevia (S) (8 g/L y 4 g/L), resultando ser las concentraciones 0,9L-8S, 0,7L-8S y 0,5L-8S, las más aceptadas a nivel sensorial. Concretamente, la formulación preferida por los consumidores fue la de 0,7L-8S, mostrando puntuaciones elevadas en atributos de color, sabor, olor y aceptabilidad del producto en general. En esta muestra se observó que a mayor concentración de stevia el pH disminuía, resultando idóneo para evitar la proliferación bacteriana. En cuanto al análisis microbiológico, se evaluó la presencia de *Escherichia Coli*, mohos y levaduras de la muestra de mayor aceptación, comprobándose que la bebida se encontraba dentro de los parámetros admisibles por la Normativa correspondiente. Nazca (2019), evaluó el efecto de la concentración de stevia en polvo, en una bebida de yaca (fruta procedente de India) y membrillo. Para el ensayo, se elaboraron 5 muestras con diferentes concentraciones de stevia en polvo (0,0%, 0,5%, 1,0% y 1,5%). De las concentraciones que se emplearon para edulcorar la bebida, la de 1,0% resultó ser la más aceptada sensorialmente por los catadores, pues con una concentración más elevada de stevia, la bebida presentaba mayor viscosidad y acidez. En un estudio similar, Singh & Singh (2014), estudiaron la aceptación de un néctar elaborado con distintas frutas (aonla, mango, guayaba, jamún y jaca) y distintas concentraciones de extracto acuoso de stevia (25%, 50%, 75% y 100%). En el ensayo se realizaron 15 formulaciones, de las que resultó ser la más aceptada a nivel sensorial la compuesta por un 25% de pulpa de aonla + 75% de pulpa de mango + 50% de azúcar + 50% de stevia, ya que las formulaciones con mayor contenido de stevia presentaban una puntuación mucho menor, resultando ser favorable solo la elaboración de bebidas con una sustitución de azúcar del 50%.

Saniah & Samsiah (2012), realizó un estudio acerca de la modificación de la composición nutricional de bebidas carbonatadas comparando bebidas edulcoradas con azúcar en un rango de 0–54% y stevia en polvo de 0,2-0,5% realizándose un total de 13 ensayos. La fórmula que mayor aceptación sensorial presentó fue la compuesta por 0,43% de stevia y 33,13% de sacarosa en almíbar. En este caso, el contenido en azúcar se redujo en un 42,9%. Sin embargo, la muestra comercial fue la preferida por los consumidores, ya que la edulcorada con stevia obtuvo menor puntuación en cuanto

a dióxido de carbono y viscosidad. Mona & Wafaa (2005) estudiaron la combinación de diferentes proporciones de edulcorantes para reducir el sabor amargo de la stevia en una bebida natural compuesta por manzana, naranja y mango. La combinación de stevia con fructosa, sorbitol y sacarosa en una proporción 2:1:1:1 respectivamente, fue la más aceptada sensorialmente. Escorcia *et al.*, (2019), evaluaron las propiedades fisicoquímicas de un néctar de yacón y pera. Para ello, prepararon 3 muestras variando las concentraciones de pulpa de yacón, pera y stevia (37,22:37,22:6,56%; 30,91:11,94:5,51% y 37,22:37,22:4,0%). De las muestras elaboradas, la que mayor aceptación obtuvo a nivel sensorial fue la última, además de presentar mejores valores de °Brix, carbohidratos, fibra y proteína y bajo contenido de azúcar. En este sentido, se podría considerar una bebida apta para personas diabéticas. Acosta *et al.*, (2014) estudiaron la incorporación de diferentes concentraciones de stevia (1-2g/235 mL producto) en una bebida de cebada con cacao en polvo. De todas las formulaciones, la que mayor estabilidad presentó fue la que contenía un 8 g/235 mL de cebada cruda, un 12 g/235 mL de cebada tostada, un 7 g/235 mL de cacao en polvo y un 2 g/235 mL de stevia en polvo, ya que presentó mayor contenido en fibra y mejores características fisicoquímicas. A nivel sensorial, la muestra con un 10 g/235 mL de cebada cruda, 12 g/235 mL de cebada tostada, 3 g/235 mL de cacao en polvo y 2 g/235 mL de stevia en polvo resultó ser más dulce. En cuanto al análisis microbiológico, a la muestra se le realizó 3 tratamientos térmicos distintos (esterilización, baño María y pasteurización). Con esto, se observó que durante 8 días a una temperatura promedio de 38°C sin exposición directa al sol, no presentaba ningún deterioro microbiano, pudiendo considerarse la muestra estable.

5.3 Productos de bollería

Otro de los alimentos consumidos habitualmente en los hogares son los productos de bollería, caracterizados por su alto contenido en azúcar, además de su alto contenido en grasas poco saludables. En esta línea, la stevia se está empleando como edulcorante para este tipo de productos, reduciendo su contenido calórico (Figura 8).

En este contexto, Fatima *et al.*, (2018), estudiaron la aceptabilidad de productos de bollería (hawla, galletas y magdalenas) edulcorados con extracto acuoso de stevia. En total se prepararon 6 productos con distintas concentraciones (5 mL, 10 L y 15 mL). Los productos con un contenido de stevia 5 mL/100 mL de agua tuvieron mejor aceptación, aunque fue menor en comparación con los productos a base de azúcar. Productos como la Halwa (dulces con pasta de sémola), presentaban una puntuación más baja en color. Esto puede deberse al menor nivel de sacarosa que se requiere para el desarrollo del color marrón deseable por caramelización. Además, los catadores percibieron un sabor amargo en los productos edulcorados con stevia, a causa de la presencia de clorofila en el extracto acuoso. Pese a esto, se concluyó que la *Stevia rebaudiana* es un buen sustituto de azúcar en productos de bollería.

En galletas de avena y chocolate, Barbosa *et al.*, (2018) realizaron una evaluación sensoria utilizando stevia en polvo de la variedad *morita* como edulcorante. Se elaboraron 2 muestras y ambas presentaron atributos positivos en cuanto a contenido nutricional, estabilidad y conservación. A pesar de que las dos muestras mostraron cierto desagrado, fue la muestra con un contenido de 2,5% de stevia la más aceptada, ya que presentaba mayor dulzor y también mayor contenido en fibra. Por otra parte, Gupta *et al.*, (2017), realizaron un ensayo sobre la aceptación sensorial de galletas con alto contenido en fibra. Para ello, se sustituyó la sacarosa por stevia en polvo en distintas concentraciones (T1: 5,5%, T2: 6%, T3: 6,5%, T4: 7%, T5: 7,5%, T6: 8%). El análisis sensorial determinó que la concentración de stevia más idónea era de 7%, aunque la galleta control fue la más aceptada

por los catadores. Las muestras edulcoradas con stevia presentaban modificaciones en la masa provocando que el producto final presentara alteraciones en su textura, color y sabor. En cuanto al contenido nutricional, la muestra edulcorada con stevia presentaba mayor contenido en fibra, proteínas y algunos minerales. De la misma forma, Martínez (2016), evaluó organolépticamente 4 formulaciones de galletas para diabéticos edulcoradas con extracto sólido de stevia. Las dos primeras contenían 30 g de azúcar sobre 142,5 g de producto, siendo una la muestra control con harina de trigo y la otra elaborada con harina de trigo y quinoa. Las otras 2 estaban edulcoradas con stevia en polvo (4 g) y tagatosa (15 g). Como resultado, las muestras edulcoradas con stevia y tagatosa no fueron bien valoradas por los consumidores ya que diferían de la muestra control en cuanto a sabor, textura y firmeza. Además, al realizar un análisis de compra, solamente un 30% de los consumidores estaban dispuestos a comprar las galletas edulcoradas con stevia.

Con el objetivo de mejorar la aceptación sensorial de las galletas edulcoradas con stevia, Ortega *et al.*, (2020), en un estudio por reducir el regusto que les otorga la stevia a las galletas, desarrollaron 2 muestras en las que se redujo el contenido de azúcar en un 20% y 50%. De las dos muestras, la que más aceptación obtuvo fue la que contenía 0,97 g de stevia en polvo y 115 g de azúcar. Con esta formulación se consiguió disminuir el sabor amargo de las galletas, pero la textura se vio afectada, volviéndose más blanda y de menor preferencia. Además, con esta formulación de stevia y sacarosa la disminución del contenido calórico resultó insignificante, siendo de un 2,55%. En un estudio similar, Salazar *et al.*, (2018) evaluaron a nivel sensorial la aceptación de galletas de avena con una reducción parcial de azúcar por extracto acuoso de *Stevia rebaudiana*. Para ello, se formularon 4 muestras, en las que se sustituyó el azúcar del producto por un 25, 50, 75 y 100% de extracto de stevia. En el estudio de aceptabilidad sensorial, las galletas que menos aceptación obtuvieron fueron las galletas edulcoradas solamente con stevia, pues mostraron rechazo en cuanto al sabor, color, textura y apariencia. En cambio, las galletas con una reducción del 25 y 50% de azúcar, fueron las de mayor aceptación por los jueces, presentando buen olor, textura idónea, dulzor y crujencia. En cuanto al análisis nutricional, las muestras con una reducción parcial de azúcar en un 25 y 50%, presentaron menos contenido en grasa y carbohidratos, además de mayor contenido en fibra. En las muestras que contenían mayor porcentaje en extracto acuoso de stevia, se detectó mayor actividad de agua y con ello, la posibilidad de mayor desarrollo de mohos y levaduras, a diferencia de las edulcoradas parcialmente con stevia que serían más estables.

López (2010), estudió el efecto de la stevia en la calidad panificadora y sensorial de un pan endulzado con *Stevia rebaudiana* en polvo en tres proporciones diferentes (33%, 66% y 100%) del azúcar total (6 %). La formulación más aceptada a nivel sensorial fue la que contenía 33,3% de extracto de stevia en la proporción del azúcar del pan, aunque por debajo del pan control, debido al regusto residual de la stevia. Por otra parte, no se registraron diferencias en términos de características de la miga, corteza, textura, así como en el peso de esta muestra respecto al pan control, pero sí en la fermentación produciéndose una disminución de volumen y con ello menor densidad del producto final. En un estudio similar, Terrones (2019), para optimizar el proceso de elaboración de un pan dietético de harina de centeno edulcorado con *Stevia rebaudiana* en polvo, sustituyó el azúcar por un porcentaje de stevia de 0,1% a 1% empleando para su elaboración harina de centeno de un 20% a un 80%. La formulación más aceptada a nivel sensorial fue la que contenía un porcentaje de 0,6% de *Stevia rebaudiana* en polvo y un 50% de harina de centeno, debido a que presentaba mejores atributos de olor, sabor, textura y estabilidad. Sin embargo, las muestras con mayor concentración de stevia presentaban sabor desagradable y se veía afectado el color y la textura del producto.

Coello (2010), estudio la influencia de sustituir el contenido de azúcar total con un 50% de Rebaudiósido A y la harina de trigo por un 30% de almidón resistente en productos como cupcakes. Esta formulación supuso cambios en la textura del producto, debido a que la sustitución de azúcar produce una mayor pérdida de humedad provocando el endurecimiento del producto. Este hecho

supuso una disminución de la vida útil del producto de 5 a 3 días. También, disminuyó el volumen debido a la sustitución tanto de harina como de azúcar. A nivel nutricional se logró una disminución de calorías y un aumento de fibra. Además, el sabor tampoco se vio modificado, siendo aceptado por los consumidores.

En un ensayo reciente sobre la evaluación de la respuesta glucémica al reemplazar azúcar por stevia en magdalenas bajas en sacarosa, Gao *et al.*, (2019), formuló 12 muestras empleando concentraciones distintas de *Stevia rebaudiana* en polvo (0%, 50% y 100%). La formulación que obtuvo mayor aceptación sensorial fue la de 50%. Esta muestra presentaba características físicas similares a la muestra comercial con sacarosa, siendo aceptada a nivel sensorial. En cambio, la muestra edulcorada únicamente con stevia mostraba menor volumen, textura endurecida y aumento de humedad de la muestra. Karp *et al.*, (2017), en un ensayo sobre el efecto de la sustitución de azúcar por stevia en magdalenas, elaboraron 4 muestras con porcentajes de glucósidos de esteviol diferentes (25%, 50% 75% y 100%). La formulación más aceptada a nivel sensorial fue la de un contenido del 25% de glucósidos de esteviol, ya que presentaba mejor color, porosidad y mejor calidad en general. En cambio, la muestra endulzada solo con glucósidos de esteviol, presentó deterioro en el sabor, aumento en la humedad del producto y color. Además, con una sustitución de sacarosa en más del 50% aumento la dureza del producto, disminuyó su elasticidad y presentó un sabor menos agradable.

5.4 Helados

Con el objetivo de reducir el contenido calórico de productos de elevado consumo como son los helados, las industrias están desarrollando nuevos productos elaborados con diversos edulcorantes, siendo uno de ellos la *Stevia rebaudiana* (Figura 8). Son muchos los estudios que demuestran que la incorporación de este edulcorante en helados no modifica sus características reológicas en comparación a los edulcorados con sacarosa. De este modo, Mayorga *et al.*, (2019) evaluaron las propiedades de un helado de vainilla al que se le reemplazó el azúcar por 3 edulcorantes distintos (sacarosa, fructosa, stevia y suero en polvo) en diferentes concentraciones. En este caso, realizaron 25 ensayos, cada uno con concentraciones distintas de los 4 edulcorantes. De las formulaciones preparadas, la de mayor aceptabilidad a nivel sensorial fue la de 12,18% de suero de leche en polvo y 0,022% de stevia en polvo, ya que no se encontraron diferencias significativas frente a la muestra comercial de helado, demostrando que la sacarosa puede ser sustituida completamente por edulcorantes acalóricos. Treciokiene & Sostakiene (2020), investigaron el uso potencial de la fructosa y la stevia para mejorar los parámetros tecnológicos de helado de distintos sabores (plátano, pera y cereza). Para ello, se elaboraron 2 formulaciones de helado distintas, una con un porcentaje de 20% de fructosa y otra con 0,5% de sirope de stevia. Con lo que respecta a las formulaciones con stevia, esta concentración mostró un efecto positivo en cuanto a dureza y acidez de la muestra de helado de cereza, a diferencia de las muestras de helado de plátano que presentaban una velocidad de fusión más alta, mayor acidez y valores de dureza elevados. La muestra de helado de pera poseía un punto de fusión más bajo, pero resultó de menor aceptabilidad ya que presentaba una consistencia muy dura.

Aranda *et al.*, (2016), elaboraron 4 muestras de helado de fresa sustituyendo el azúcar por stevia de la variedad *morita II* y *criolla* en diferentes concentraciones (5% y 8%). La muestra edulcorada con un 5% de la variedad *criolla* fue descartada, ya que no presentaba un dulzor adecuado. La formulación más acertada en cuanto a contenido nutricional fue la que contenía un 8% de stevia de la variedad *morita II*, presentando mejor contenido en proteína y fibra. En cuanto a la aceptación sensorial por parte de los consumidores, las 3 muestras presentaban un dulzor idóneo. En cuanto a

la viscosidad, la muestra con un 5% de *morita II* presentó mejor aceptación. En textura se vieron favorecidas las muestras con un 5% y 8% de *morita II*, ya que el helado con un 8% de stevia *criolla* poseía una textura arenosa. Pese a mostrar algunas diferencias entre las 3 muestras, todas fueron aceptadas por los consumidores. Deshmukhan *et al.*, (2014), en un ensayo, formularon 4 muestras de helado, edulcoradas con porcentajes distintos de extracto en polvo de stevia (2,25% y 2,50%) y con sabores diferentes (café y una mezcla de sabor de piña, fresa y vainilla). El porcentaje de stevia más idóneo para la aceptabilidad del producto fue de un 2,25%, puesto que indiferentemente del sabor del helado, las muestras presentaban mejores características organolépticas siendo estas, textura, sabor y color. A nivel nutricional, con un 2,25% de stevia el producto mejoraba notablemente en contenido en fibra, proteína y minerales como el calcio. En un ensayo similar, López (2014), evaluó la aceptabilidad de helados light de distintos sabores (babaco, mora, frutilla, guayaba y tomate de árbol). Se estudiaron 3 formulaciones distintas con porcentajes de extracto de stevia en polvo (0%, 5% y 15%). La formulación más aceptada en todos los helados fue la que contenía un 5% de stevia debido a que a mayores concentraciones presentaban astringencia. Además, a esta concentración de stevia el helado con sabor a mora mostró mejor aceptación en color, mientras que el helado de babaco (fruto similar a la papaya), tenía mejor textura. Sin embargo, el helado con sabor a guayaba tuvo mejor aceptación general. En otro estudio similar, Pon *et al.*, (2015), evaluaron 3 helados de leche con diferente concentración de stevia en polvo (0,6%, 1,1% y 1,7%), comparando sus propiedades físicas con las de una muestra comercial. La formulación con 1,7% de stevia en polvo presentaba mayor dureza, estabilidad y una textura más agradable.

Existen estudios en los cuales se minimiza el contenido calórico y de azúcar en helados combinando sacarosa con stevia. De este modo, Alizadeh *et al.*, (2014) evaluaron el impacto del uso de stevia en las propiedades fisicoquímicas, reológicas y sensoriales de un helado cremoso. Para ello, realizaron 5 formulaciones empleando concentraciones de sacarosa:stevia (18,6:0, 13,95:4,65, 9,30:9,30, 4,65:13,95 y 0:18,6). De las formulaciones propuestas, la que mejor perfil nutricional presentó fue la que poseía una concentración de sacarosa:stevia de 4,65:13,95. Con esta concentración de edulcorantes, el helado presentaba mayor contenido en proteína y menores niveles de grasa y azúcar. Con lo que respecta a la aceptación sensorial del producto, la muestra que presentó características similares de color, sabor y textura con respecto a la muestra comercial, fue la formulación de 9,3:9,3 (sacarosa:stevia). Con esta formulación las propiedades reológicas y fisicoquímicas eran las más idóneas. De forma semejante, Robins *et al.*, (2019) desarrollaron un helado de leche de cabra, al que se le sustituyeron parcialmente el azúcar. Con ello, se elaboró una única muestra con un contenido de stevia en polvo de 2 g y 100 g de azúcar. Al realizar una comparación con una muestra comercial edulcorada solamente con azúcar, se observó que la muestra con stevia presentaba un mayor contenido en proteínas y un ligero aumento de grasa de un 10,80% a un 11,10%. Respecto al análisis sensorial, la puntuación obtenida fue inferior que la de la muestra comercial, puesto que el cuerpo, la textura y el sabor del helado mostraron una ligera diferencia en comparación con el helado edulcorado solamente con sacarosa. En cambio, sí que se determinó un cambio significativo en la apariencia del producto, pudiendo deberse al color verde del polvo de stevia. Con el mismo objetivo, Giri *et al.*, (2014), evaluaron el efecto de la sustitución parcial de azúcar por stevia en kulfi (helado de la India). Para ello, se realizaron 3 formulaciones, reduciendo el azúcar en un 50%, 60% y 70% por extracto de stevia en polvo a una concentración de 0,05%, 0,06% y 0,07%. La sustitución de sacarosa por stevia supuso una mejora nutricional del producto, ya que las muestras con mayor contenido de polvo de stevia presentaban una disminución significativa de carbohidratos y contenido calórico total, además de un mayor contenido proteico. Sin embargo, estas muestras mostraban mayor contenido de humedad, de grasa y dureza. Respecto a la aceptación sensorial, de las 3 muestras, la que poseía una concentración de 0,05% resultó la más acertada, ya que las muestras con mayor concentración de extracto de stevia presentaban un ligero sabor amargo, color pálido, apariencia y textura helada. Echeverría *et al.*, (2015), evaluaron

sensorialmente un helado de maracuyá al que se le incorporó almidón de plátano “macho” en un intervalo de 0-45% y stevia en polvo a una concentración de 0-100%. En este ensayo se realizaron 11 tratamientos, de los cuales el más aceptable fue el de 22,5% de almidón y 50% de stevia. A esta concentración el producto presentaba mayor aceptabilidad, gracias al uso de la stevia como edulcorante y el menor contenido en grasa, debido al almidón de plátano.

5.5 Productos Lácteos

La ingesta de lácteos es fundamental para la nutrición humana, puesto que estos alimentos son muy completos en cuanto a contenido vitamínico y proteico, presentando también agua, grasas y azúcares. Todo esto asociado a la demanda por parte de los consumidores de productos lácteos que aporten beneficios a su salud, hace que a estos productos se les esté incorporando edulcorantes como la stevia (Figura 8). Además, le proporciona propiedades nutricionales y es estable en cultivos vivos, lo que hace ideal su uso en productos funcionales tales como leches fermentadas y yogures (Vilca, 2014).

En lo que respecta a la incorporación de stevia en leche, De la Cruz (2012), en un estudio sobre la aceptación sensorial y fluidez de la leche fermentada edulcorada con stevia, desarrolló 3 muestras que presentaban una concentración distinta de stevia en polvo (M1:0,020%, M2:0,025% y M3:0,030%). Las formulaciones propuestas se compararon con una muestra control. Los resultados indicaron que la muestra que contenía un 0,03% del edulcorante fue la más aceptada en cuanto a dulzor. Sin embargo, sensorialmente la muestra edulcorada con sacarosa obtuvo mejor puntuación, debido a que la muestra de stevia, a pesar de poseer dulzor, presentaba problemas de fluidez. Li *et al.*, (2015) evaluaron la aceptación de una leche de chocolate edulcorada con stevia en polvo, fruta del monje y azúcar. Para ello, elaboraron 8 muestras con diferentes concentraciones de cada uno de los edulcorantes. La formulación más aceptada a nivel sensorial fue la que contenía una concentración (mg/L) sacarosa:fruta del monje:stevia de 39,7:46:30. Con estas concentraciones la muestra presentó aceptabilidad sensorial en cuanto a sabor, viscosidad, astringencia y gusto en boca. La muestra edulcorada solo con stevia mostró astringencia. Choi *et al.*, (2014), sustituyeron la sacarosa de la leche de soja por polvo de hojas de stevia con el objetivo de evaluar su impacto en este producto. Así, se realizaron 4 muestras con diferentes concentraciones de stevia (0,1 g, 0,2 g, 0,3 g y 0,4 g). En este caso, se observó que la concentración de 0,3 g de stevia en polvo resultó ser la concentración más idónea en la sustitución de sacarosa de este producto. Con esta concentración de stevia, la densidad de la leche de soja aumentaba haciéndose más viscosa y además, presentaba un color verde característico de las hojas de *Stevia rebaudiana*. Pese a esto, el uso de la stevia como edulcorante le otorgó al producto un nuevo sabor y aroma además de mejorar su perfil nutricional, puesto que, su contenido calórico era inferior al producto comercial, haciendo que este sea apto para el consumo.

La incorporación de stevia en yogures ha presentado una elevada aceptación por parte de los consumidores. Existen estudios relevantes que muestran el potencial de la stevia como edulcorante y la reducción del contenido calórico que otorga a estos productos, además, de no suponer grandes modificaciones en las características organolépticas. Parra *et al.*, (2012), en un estudio de yogures de carambola edulcorados con stevia, sustituyeron completamente la sacarosa con una concentración de 0,6% de stevia en polvo. A esta concentración, se comprobó que la stevia no influía en las características organolépticas del producto mostrando una aceptación sensorial total. Del mismo modo, Galvis (2009), realizó 18 ensayos con yogures edulcorados con stevia (0,8 g/L), sacarosa (80 g/L) y sacarosa:stevia (57,1 g/L: 0,4 g/L). De las muestras elaboradas, las que contenían stevia a una

concentración de 0,8 g/L presentaron características fisicoquímicas iguales a las del yogurt endulzado tradicionalmente. Además, se vio modificado el aporte calórico, pues este fue reducido en un 11,57%, mejorando de esta forma el aporte nutricional del yogurt. También, Parra *et al.*, (2012), evaluaron la incorporación de stevia y avena en un yogurt elaborado con leche de cabra y de vaca. Para ello, elaboraron una única muestra con un 2% de stevia en polvo. Con esta concentración, el producto obtuvo una buena aceptación sensorial. A nivel nutricional la muestra edulcorada con stevia presentaba menor contenido calórico (77,86 % a un 47,76%), mayor contenido en fibra cruda y proteínas.

Como se ha mencionado antes, la incorporación de *Stevia rebaudiana*, en ocasiones modifica el perfil nutricional del producto. Peñafiel *et al.*, (2014), en un estudio sobre la incorporación de stevia como edulcorante de un yogurt light, elaboraron 4 formulaciones empleando yogures de sabor a fresa, mora y melocotón. La stevia se incorporó en forma extracto sólido a distintas concentraciones (15%, 25% y 50%). Respecto al análisis sensorial, la concentración de edulcorante que más aceptación obtuvo fue la de un 25%, independientemente del sabor del yogurt, pues a esta concentración las muestras presentaron valores similares a la muestra control en cuanto textura y sabor. En el análisis nutricional de la muestra de mayor aceptación se observó que la incorporación de stevia en polvo, además de proporcionarle dulzor al producto, mejoraba su perfil nutricional produciéndose un ligero aumento del contenido proteico de un 2,93 % a un 3,06 % aproximadamente.

Así también, Torres *et al.*, (2014) determinaron los atributos sensoriales de un yogurt batido de leche de cabra, edulcorado con stevia. De este modo, elaboraron dos muestras con stevia granulada o en polvo. La concentración que aportaba el dulzor deseado fue de 0,5 g/100mL en extracto de polvo, puesto que la forma granulada a una concentración de 2 g/100 mL conseguía el dulzor deseado, pero dejaba en el producto un ligero sabor amargo. En cuanto al análisis sensorial, el yogurt batido de leche de cabra tuvo buena aceptación en cuanto aroma, textura, sabor y apariencia. Además, se realizó un análisis microbiológico que demostró que el producto era apto para el consumo.

5.6 Chocolate

El chocolate es un producto que presenta diversos beneficios para la salud, ya que reduce el estrés, tiene poder antioxidante, reduce el hambre, disminuye la presión arterial y mejora la memoria por su elevado contenido de flavonoides. Al igual que en otros productos el azúcar es un ingrediente principal para su elaboración. A sabiendas de los problemas que conlleva el consumo de azúcar, existen ya productos con cero azúcares, empleando como sustitutivos edulcorantes naturales, como es el caso de la *Stevia rebaudiana* (Figura 7). Existen estudios científicos que corroboran su aceptación sensorial en chocolate.

Vásquez (2019), evaluó las características fisicoquímicas de una tableta de chocolate, realizando 3 muestras con edulcorantes acalóricos (stevia: 2,37 g/ 100 g de producto; stevia:sucralosa (0,5:0,38) y Sucralosa: 0,4 g / 100 g de producto). De las 3 formulaciones realizadas, la edulcorada sólo stevia fue la que obtuvo mayor aceptación sensorial, ya que presentaba mejores atributos en cuanto a brillo, olor, palatabilidad, textura y aroma. Además, presentaba una ligera intensidad de dulzor y moderado sabor amargo. Las otras dos formulaciones fueron descartadas debido a que la sucralosa no se integró de forma correcta con el chocolate otorgando al producto un sabor muy intenso. Cikrikci *et al.*, (2017) caracterizaron chocolates bajos en calorías edulcorados con stevia en polvo (0,5 %), sucralosa (0,5 %) y azúcar (14%, 18% y 30 %). En el estudio se realizaron 11 formulaciones combinando los distintos edulcorantes, de modo que la formulación que más se asemejaba

físicamente a la muestra comercial fue la compuesta por 14 % de azúcar y 0,5 % de stevia. Con esta formulación la muestra presentó valores similares a la muestra control en el análisis de color, textura y viscosidad. En un estudio similar, Vahedi & Mousazadeh (2016) evaluaron las características fisicoquímicas y sensoriales de chocolate negro edulcorado con stevia (0 a 100%) en polvo y néctar de agave (0 a 100%) y azúcar (0 a 100%). Para ello se realizaron 8 muestras combinando ambos edulcorantes en distintas proporciones. De las formulaciones propuestas, la más aceptada a nivel sensorial fue la edulcorada únicamente por néctar de agave. La formulación edulcorada solamente con stevia fue la más desfavorable en cuanto aroma, color y sabor. Sin embargo, las muestras con proporciones de azúcar:néctar de agave:stevia de 33,3:33,3:33,3 y 50:25:25 no tuvieron diferencias significativas con respecto a la muestra de control, situándose la aceptabilidad de la muestra de control después de estas muestras, inclusive la edulcorada únicamente con néctar de agave. Con lo que respecta al perfil nutricional del producto, la muestra edulcorada con agave era la que menos contenido en grasa, proteína y actividad de agua presentaba. En cambio, la muestra con stevia presentaba mayor actividad de agua, proteínas y grasas. Azevedo *et al.*, (2017) analizaron las características de un chocolate agrídulce endulzado con Rebaudiosido-A en distintas concentraciones (60%, 80% y 97%). Para ello, establecieron 3 formulaciones, de las cuales la muestra edulcorada con un 60% de rebaudiosido-A presentó valores similares a la muestra control en cuanto la duración del dulzor en boca, amargor y velocidad de fusión, ya que las muestras con un contenido superior de Rebaudiosido-A presentaban mayor sabor amargo. Por ello, la muestra con un contenido de Rebaudiosido-A en un 60% se podría considerar una alternativa más saludable al producto comercial. Azevedo *et al.*, (2016) determinaron la concentración idónea de Rebaudiosido-A para alcanzar un dulzor similar al de la muestra control. Para ello prepararon 18 muestras variando la concentración de Rebaudiosido-A (60%, 80%, 97%) y de stevia en polvo (0,16%, 0,22% y 0,27%). Con ello, se demostró que las concentraciones de Rebaudiosido-A no interferían con la intensidad edulcorante de la stevia en polvo. Además, la reducción de grasa del producto no alteró la percepción de dulzor del producto, siendo la concentración de 0,16% la más apropiada para su uso, ya que esta cantidad fue suficiente para alcanzar la dulzura ideal del producto. Rodríguez *et al.*, (2016) desarrollaron chocolate blanco empleando como edulcorantes stevia en polvo, azúcar y sucralosa. Para ello, prepararon 9 muestras variando las concentraciones de los 3 edulcorantes (0 a 100%). La muestra con un contenido del 75% stevia y 25% sucralosa fue la más aceptada a nivel fisicoquímico y sensorial. Esta muestra se almacenó durante 3 meses de a diferentes temperaturas (7 °C, 15°C y 30° C) presentando una estabilidad similar a la del producto comercial, pues no se detectó problemas de pardeamiento. Además, los atributos físicos fueron similares a los de la muestra control. Sin embargo, la muestra edulcorada solamente con stevia no fue aceptada a nivel sensorial, ya que mostraba las puntuaciones más bajas en los atributos de sabor, aroma y suavidad. Verruma *et al.*, (2015), evaluaron la aceptabilidad que tenía un chocolate con leche edulcorado con stevia y sacarosa. Para ello, elaboraron 4 muestras, 1 edulcorada con Rebaudiosido-A de stevia (2,47 g /238 mL), 2 muestras edulcoradas parcialmente con stevia en una concentración de 1,5 g/ 238 mL y finalmente una muestra edulcorada solamente con sacarosa (28 g/ 238 mL). De las formulaciones propuestas, la que más aceptabilidad obtuvo en la población infantil, fue la que estaba edulcorada parcialmente con stevia:sacarosa, ya que presentó mejores puntuaciones en color, sabor, textura y dulzor. La muestra edulcorada solo con stevia presentó las peores puntuaciones.

Masih *et al.*, (2020), evaluaron la calidad de un chocolate artesanal elaborado con almidón y edulcorado con stevia en polvo. Para ello, formularon 5 muestras con concentraciones (mg/150 g de producto) distintas de edulcorante:almidón (chocolate con leche 25:0, chocolate negro 38:0, chocolate con leche desnatada 25:0, chocolate con almidón 30:25 y 25:30). El chocolate con leche y el chocolate con almidón (30:25) fueron las muestras que mayor aceptación sensorial obtuvieron. Estas muestras fueron evaluadas favorablemente en color, aroma, textura, sabor y apariencia. Además, su perfil nutricional mejoró en cuanto a su contenido proteico, graso y de fibra. Por otra

parte, Shah *et al.*, (2010) evaluaron los efectos de la incorporación de extracto de stevia en las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de un chocolate sin azúcar. Para ello, se elaboraron 4 muestras con una única concentración de stevia del 0,5%, de inulina del 15,8% y povidexrosa 26,8%. En este ensayo sólo se varió el grado de polimerización de la inulina. Con ello, se determinó que la muestra con inulina de mayor grado de polimerización era muy similar a la muestra control en los atributos sensoriales analizados (apariencia, firmeza, sensación en la boca, sabor y aceptación general). A nivel nutricional todas las muestras mejoraron el perfil nutricional, siendo la muestra con mayor grado de polimerización de inulina la que presentó una disminución de grasa del 39,5% al 36,5%.

6. Propuesta de plan de trabajo de incorporación de hojas secas de stevia en galletas

En estudios anteriores se ha observado que la stevia al incorporarse en productos de bollería, modifican algunas características organolépticas de los productos. En galletas, algunos estudios hacen referencia a la necesidad de combinar la stevia con sacarosa u otros edulcorantes para obtener productos con mejor aceptación sensorial (Salazar *et al.*, 2018; Ortega *et al.*, 2020). Por ello, se propone un plan de trabajo para evaluar el efecto de la sustitución total o parcial de sacarosa por polvo de hoja seca de stevia en las características organolépticas y nutricionales de galletas bajas en azúcar.

Los objetivos de la propuesta de trabajo son los siguientes:

1. Establecer la concentración de polvo de stevia más favorable para el producto.
2. Elaborar galletas reduciendo el contenido de azúcar por diferentes concentraciones de stevia en polvo.
 - 2.a Estudio de las propiedades fisicoquímicas (textura, color, dureza y actividad de agua).
 - 2.b Estudio del aporte nutricional del producto.
 - 2.c Caracterización del perfil sensorial y aceptación del producto por parte de los consumidores.

6.1 Metodología

▪ Obtención del extracto de polvo de *Stevia rebaudiana*

Siguiendo el procedimiento descrito por Gupta *et al.*, (2017) (Figura 9), se limpiarán las hojas frescas de *Stevia rebaudiana*, eliminando los vástagos y las partes no deseadas. A continuación, se lavarán con agua tibia para eliminar las partículas de suciedad, drenando el exceso de agua. Posteriormente, se secarán en un horno convectivo a 60°C durante 16 horas (Gasmalla *et al.*, 2014). Una vez secas, se triturarán a alta velocidad y se tamizarán con una criba de luz de malla 52. Así, el tamaño de partícula obtenido será de aproximadamente 355 µm. Finalmente, el polvo se almacenará en bolsas de polietileno herméticas a 4°C.

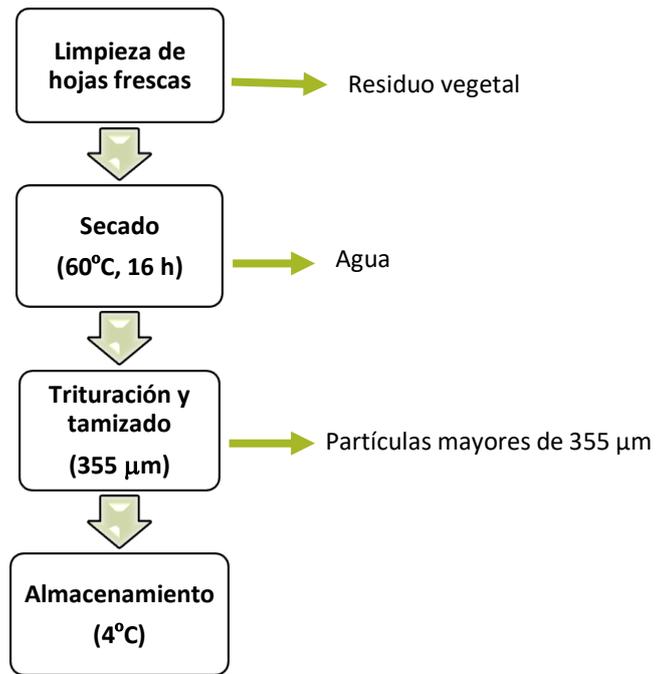


Figura 9: Obtención de polvo de stevia.

▪ Elaboración de las galletas

Para este estudio se prepararán galletas tipo María utilizando harina de trigo, mantequilla, huevos y edulcorantes (Tabla 10). En el caso de la galleta control, como edulcorante sólo se usará la sacarosa y para las 3 formulaciones restantes, se evaluarán distintas concentraciones de azúcar y stevia identificadas de la siguiente forma: (T1) sustitución del 25% (p/p) de azúcar por stevia en polvo, (T2) sustitución del 50% (P/P) de azúcar por stevia en polvo, (T3) sustitución del 75% (P/P) de azúcar por stevia en polvo. Para la sustitución parcial del azúcar se tendrá en cuenta que el poder edulcorante de 10 g de azúcar industrial equivalen a 1,1 g de polvo de stevia (Herrero, 2018). Además, para mantener la misma proporción en todas las formulaciones de componentes sólidos y líquidos, se ajustará la cantidad de harina en cada formulación.

Tabla 10: Formulaciones de las muestras.

Ingredientes	Control	T1	T2	T3
Harina de trigo(g)	220	271,17	322,35	373,52
Azúcar (g)	230	172,5	115	57,5
Mantequilla (g)	125	125	125	125
Huevos frescos(g)	110	110	110	110
stevia (g)	0	6,33	12,65	18,98

En el proceso de elaboración de las galletas se utilizará una amasadora (Kenwood modelo KM240 serie, Reino Unido) en la que se incorporarán todos los componentes y se mezclarán a velocidad máxima durante 10 minutos. Una vez obtenida una masa homogénea se dejará reposar en frío (20 minutos a 6°C) en un bol y con ayuda de un rodillo de teflón se extenderá la masa hasta obtener una altura de 5 mm y una superficie lo más lisa posible. Con la masa laminada se formarán las galletas utilizando moldes de acero inoxidable de 4 cm de diámetro. Se hornearán a 180°C durante 20

minutos. Posteriormente, se dejarán enfriar a temperatura ambiente durante 30 minutos y se envasarán en bolsas de polietileno con cierre hermético (Figura 10).

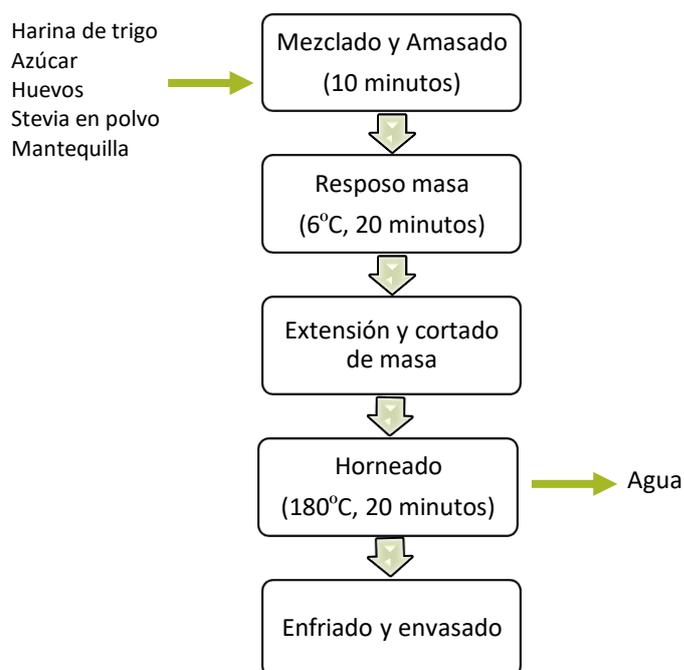


Figura 10: Proceso de elaboración de galletas.

6.2 Evaluación fisicoquímica de las galletas

Para la evaluación fisicoquímica del producto terminado, se determinará el contenido de agua, proteína cruda, fibra, carbohidratos, grasas, cenizas, propiedades ópticas, propiedades mecánicas y actividad de agua.

▪ **Humedad**

Se pesará aproximadamente 1,0 g galleta de cada formulación que se colocará en un crisol. La muestra se secará en un horno 60°C hasta alcanzar peso constante. La cantidad de agua se determinará por gravimetría realizando un triplicado para cada formulación.

▪ **Cenizas**

El contenido de cenizas mide la cantidad total de minerales o contenido inorgánico presente en la muestra. Se colocará una cantidad de muestra de galleta (2 g a 5 g) en un crisol que se introducirá en una mufla a $550 \pm 5^\circ\text{C}$ durante 12 horas. La cantidad de cenizas se determinará por gravimetría realizando un triplicado para cada formulación.

▪ **Fibra**

La determinación de fibra se realizará mediante un tratamiento con ácidos y álcalis. Una primera extracción se realizará en medio ácido utilizando H_2SO_4 0,13 M, llevándolo a ebullición en una placa calefactora. Para la ebullición en medio básico se utilizará hidróxido potásico (KOH 0,23 M). A

continuación, se realizará un lavado con acetona, secando las muestras a 130°C durante 2 horas. Por último, se calcinará en mufla a 525°C durante 5 horas para obtener el peso final en fibra bruta del producto horneado.

▪ **Proteína cruda**

Se utilizará el método-Kjeldahl para determinar el contenido total de nitrógeno orgánico que consta de tres fases: digestión, destilación y valoración. Una vez obtenido el contenido de nitrógeno orgánico se calculará el porcentaje de proteína cruda utilizando el factor de 6,25, siendo el adecuado para este tipo de productos.

▪ **Contenido en grasa**

La estimación de grasa de producto obtenido se realizará con un método de extracción con éter de petróleo utilizando el método Soxhlet. Para ello, se pesarán 20 g de muestra molida y se introducirán en un cartucho de papel doblado y grapado, para evitar pérdidas de material. Se introducirá el cartucho en el extractor, añadiendo 300 mL de éter de petróleo y se realizará una extracción durante 4 horas. A continuación, se sacará el cartucho y se recuperará el éter de petróleo por desecación en estufa a 100 °C. El residuo final corresponderá a la grasa extraída de la muestra.

▪ **Carbohidratos**

El contenido de carbohidratos se estima por diferencia de peso con respecto a los componentes anteriores (proteínas, cenizas, grasa y agua).

▪ **Propiedades ópticas**

El color de las galletas de la parte superior e inferior se analizará mediante un espectrocolorímetro (Konica Minolta, Inc., modelo CM – 3600d, Tokio, Japón) utilizando las coordenadas CIEL L*a*b* con el iluminante D65 y el observador 10°.

▪ **Actividad del agua (a_w)**

Se determinará con un higrómetro de punto de rocío AquaLab (Decagon Devices, Inc., modelo 4TE, Pullman, Washington, USA) de una precisión de $\pm 0,003$, previamente calibrado con una muestra de carbón activo durante alrededor de 5 minutos con la finalidad de eliminar la humedad residual del interior del higrómetro.

▪ **Propiedades mecánicas**

Para la evaluación de la textura de las galletas, se empleará un analizador de textura ANAME, Texture Analyser TA-XT2, realizando un estudio de punción y otro de corte.

6.4 Análisis sensorial

Se realizarán dos estudios sensoriales de las 3 muestras formuladas con stevia analizando los siguientes atributos: apariencia, color, olor, textura, sabor, dulzor y valoración general del producto. En el primero se evaluarán mediante una escala hedónica, mientras que en el segundo se llevará a cabo un análisis de punto óptimo (Just About Right) para averiguar si hubiese que disminuir o aumentar la intensidad de los atributos evaluados.

7. Conclusión

La *Stevia rebaudiana* es conocida y utilizada como edulcorante natural desde la antigüedad en países de Sudamérica. El cultivo de la planta se ha extendido por Asia, África y Europa gracias a su buena adaptación climatológica. La preocupación por enfermedades como la obesidad o la diabetes han potenciado su uso en matrices alimentarias, obteniendo productos sin azúcar y con menos contenido calórico, algunos de ellos ya disponibles en el mercado. Su uso como edulcorante ha demostrado tener una buena aceptación en productos como chocolate, productos lácteos y helados mostrando una mejora organoléptica y nutricional. No obstante, en las diferentes matrices alimentarias que se han estudiado, los trabajos científicos ponen de manifiesto algunos problemas tecnológicos. Así en mermeladas, se ha demostrado que el uso de stevia merma la gelificación y afecta a las propiedades ópticas del producto final. En bebidas funcionales y zumos, la sustitución total de azúcar ha supuesto sabores amargos y desagradables, además, de verse afectados otros parámetros como la viscosidad o el contenido de CO₂ en el caso de bebidas carbonatadas. Finalmente, en productos de bollería, las propiedades de la masa se modificaron alterando atributos del producto horneado como color, textura y sabor. Por ello, en este Trabajo fin de Grado se ha propuesto un plan experimental para la caracterización de galletas formuladas con diferentes porcentajes de las hojas de stevia con el fin de evaluar sus propiedades tecnológicas y sensoriales.

Pese a que se requiere más estudios a cerca de la incorporación de *Stevia rebaudiana* como edulcorante en distintas matrices alimentarias, se ha comprobado que puede ser utilizado como posible sustituto de la sacarosa, por sus propiedades edulcorantes, nutricionales y medicinales.

8. Bibliografía

- Abolila, R.M., Barakat, H., El-Tanahy, H.A., & El-Mansy, H.A. (2015). Chemical, nutritional and organoleptical characteristics of orange-based formulated low-calorie jams. *Food and Nutrition Sciences*, 6(13), 1229.
- Acosta Yapud, O.M., & Terán Tituaña, W.L. (2014). Elaboración de una bebida funcional a base de cebada (*Hordeum vulgare*) y cacao en polvo (*Theobroma cacao* L.) edulcorado con *stevia* (*Stevia rebaudiana* Bertoni). Tesis doctoral en Ciencias Agropecuarias y Ambientales, Univ. Técnica del Norte (Ecuador).
- AESAN (2006). Reglamento (CE) N°1924/2006 del Parlamento Europeo y del consejo de 20 de diciembre de 2006 relativo declaraciones nutricionales y de propiedades saludables en los alimentos, visto el 15 de Junio del 2020.
<https://www.boe.es/doue/2006/404/L00009-00025.pdf>
- Agarwal, V., Kochhar, A., & Sachdeva, R. (2010). Sensory and nutritional evaluation of sweet milk products prepared using *Stevia* powder for diabetics. *Studies on Ethno-Medicine*, 4(1), 9-13.
- Alizadeh, M., Azizi-Lalabadi, M., & Kheirouri, S. (2014). Impact of using stevia on physicochemical, sensory, rheology and glycemic index of soft ice cream. *Food and Nutrition Sciences*, vol.4 N°4.
- Alizadeh, M., Azizi-lalabadi, M., Hojat-ansari, H., & Kheirouri, S. (2014). Effect of stevia as a substitute for sugar on physicochemical and sensory properties of fruit based milk shake. *Journal of scientific research and reports*, 1421-1429.
- Alonso, J. R. (2010). Edulcorantes naturales. *La Granja*, 12(2), 3-12.
- Andrés González-Moralejo, S. (2011). Aproximación a la comprensión de un endulzante natural alternativo, la *Stevia rebaudiana* Bertoni: producción, consumo y demanda potencial. *Agroalimentaria*, 17(32), 57-69.
- Aranda-Gonzalez, I., Perera Pacheco, M., Barbosa Martín, E., & Betancur Ancona, D. (2016). Replacing sugar with *Stevia rebaudiana* extracts on the physicochemical and sensory properties of strawberry ice cream. *Ciência Rural*, 46(4), 604-609.
- Aranda-González, I., Segura Campos, M., Moguel Ordoñez, Y., & Betancur-Ancona, D. (2014). *Stevia* Rebaudiana Bertoni. Un potencial adyuvante en el tratamiento de la diabetes mellitus. *CyTA- Journal of Food*, 12(3), 218-226.
- Azevedo, B. M., Ferreira, J. M., Luccas, V., & Bolini, H. M. (2016). The influence of the rebaudioside A content of stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) on the determination of sweetness equivalence in bittersweet chocolates, using the time-intensity analysis. *Journal of food science*, 81(12), 3006-3014.
- Azevedo, B. M., Morais-Ferreira, J. M., Luccas, V., & Bolini, H. M. A. (2017). Bittersweet chocolates containing prebiotic and sweetened with stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) with different Rebaudioside A contents: multiple time-intensity analysis and physicochemical characteristics. *International Journal of Food Science & Technology*, 52(8), 1731-1738.
- Balaswamy, K., Rao, P. P., Rao, G. N., Nagender, A., & Satyanarayana, A. (2014). Production of low calorie ready-to-serve fruit beverages using a natural sweetener, *Stevia* (*Stevia rebaudiana* L.). *Focusing on Modern Food Industry*, 3, 59-65.

- Barberá Herrero, A. (2017). Proyecto de instalación de riego localizado en un cultivo de *Stevia rebaudiana* en Albalat de la ribera (Valencia). (tesis doctoral en Ingeniería Agroalimentaria y del medio Rural, Univ.Politécnica de Valencia).
- Barbosa-Martín, E. E., Franco Carrillo, K. A., Cabrera Amaro, D. L., Moguel Ordoñez, Y. B., & Betancur Ancona, D. A. (2018). Evaluación de la calidad de galletas reducidas en calorías endulzadas con hojas de *Stevia rebaudiana* Bertoni. *Interiencia*, 43(1), 17-22.
- Basulto, J., Ojuelos, F. J., Baladia, E., & Manera, M. (2016). Azúcar en alimentos infantiles: la normativa española y europea, ¿a quién protege?. *Pediatría Atención Primaria*, 18(69), 47-53.
- Bioecoactual (2017). La *Stevia* en hoja ya es legal en toda Europa, visto el 16 de Julio de 2020. <https://www.bioecoactual.com/2017/06/28/la-stevia-hoja-ya-legal-toda-europa/>
- Britos, R., & Park, J. (2016). *Stevia rebaudiana* (Bertoni) Bertoni. Ed. IPTA. Paraguay. 116pp.
- Carrascal, R. H. (2016). Manual de cultivo de la *Stevia* para agricultores (No. Bajados de internet/2015). Asociación Española de la *Stevia Rebaudiana*.
- Carvajal Martínez, L. D. (2018). Determinación de la formulación más aceptada de una bebida elaborada con cebada (*hordeum vulgare*) y avena (avena sativa), edulcorada con *Stevia* (*Stevia rebaudiana* Bertoni). Tesis doctoral en Calidad y Seguridad Alimentaria, Univ. de las Américas.
- Carvalho, A. C. G. D., Oliveira, R. C. G. D., Navacchi, M. F. P., Costa, C. E. M. D., Mantovani, D., Dacôme, A. S., ... & Costa, S. C. D. (2013). Evaluation of the potential use of rebaudioside-A as sweetener for diet jam. *Food Science and Technology*, 33(3), 555-560.
- Castelao, A. P (2019). Estado actual de los edulcorantes empleados en la industria alimentaria. Trabajo de fin de grado en Farmacia, Univ. Complutense de Madrid.
- Chaparro-Hernández, I. (2017). Cuantificación de esteviósido y rebaudiósido A, después de secado por aspersion de extracto acuoso de *Stevia rebaudiana*. Tesis doctoral en Ciencias en Conservación y Aprovechamiento de Recursos Naturales, Centro de Investigación para Desarrollo Integral Regional Unidad Ortodoxa.
- Choi, S. N., Joo, M. K., & Chung, N. Y. (2014). Quality characteristics of soybean milk added with *Stevia* leaf powder. *Journal of the Korean Dietetic Association*, 20(2), 77-86.
- Cikrikci, S., Yucekutlu, M., Mert, B., & Oztop, M. H. (2017). Physical characterization of low-calorie chocolate formulations. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 11(1), 41-49.
- Coello-Gómez, B, N, (2010), Influencia de la sustitución de ingredientes en las características reológicas, calóricas y sensoriales en un cake tipo magdalena. Tesis doctoral en ingeniería de alimentos, Univ. Politécnica del Litoral.
- Contreras, K., Figueroa, J., & Márquez, C. (2016). Caracterización de mermeladas de tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) elaboradas con edulcorantes no calóricos. *Agronomía Colombiana*, 34(1Supl), 990-993.
- Contreras, M. S. (2013). Anticariogenic properties and effects on periodontal structures of *Stevia rebaudiana* Bertoni. Narrative review. *Journal of Oral Research*, 2(3), 158-166.
- Daciw, M. G., & WAGNER, J. (2006). *Stevia rebaudiana* Bertoni, Kaá-heé. UNQ Editorial Serie digital Ciencia y Tecnología. Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires. *Buenos Aires, Argentina*, 52-63.

- De la Cruz Huamán, E. D. (2012). Elaboración de leche fermentada edulcorada con stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni). Tesis doctoral en industrias alimentarias, Univ. Nacional Agraria de la Selva (Perú).
- De Paula, D. C., Simanca, M. M., Pastrana, Y. I., Carmona, A. M., & Lombana, G.P. (2010). Condiciones de utilización del esteviósido en la elaboración de mermelada de guayaba dulce (*Psidium guajava* L.). *Alimentos Hoy*, 19(21), 43-54.
- Delgado Encinas, D. C. (2007). Estudio de pre-factibilidad para la industrialización y comercialización de la *Stevia*. Tesis en Ingeniería Industrial, Univ. Católica de Perú.
- Deshmukhan, Y. R. K., Sirsat, A., Pritamk, H., Zele, S. S., & More, K. D. (2014). Preparation of ice-cream using natural sweetener *Stevia*. *Food Science Research Journal*, 5(1), 30-33.
- Devasagayam, T.P.A., Tilak, J.C., Bloor, K.K., Sane, K.S., Ghaskadbi, S.S., & Lele, R.D. (2004). Free radicals and antioxidants in human health: current status and future prospects. *Japi*, 52(794804), 4.
- Durán, S., Córdón, K., & Record, J. *Stevia (Stevia rebaudiana)*, edulcorante natural y no calórico *stevia (Stevia rebaudiana)*, non-caloric natural sweetener. Vol. 39, N°4, pp: 203-206.
- Echeverría, C., Benavides, Y., Gonzales, K., & Jara, R. S. (2015). Helado sabor a maracuyá (*Passiflora edulis*) de alta aceptabilidad y bajo contenido de grasa a base de plátano (*Musa Paradisiaca* L.) macho y *Stevia*. *Agroindustrial Science*, 5(1), 77-88.
- Escorcia, Y.M.C., Villadiego, D.B., Vásquez, M.J.C., Pérez, T.D.J.A., & Blanquicett, L.L.O. (2019). Caracterización fisicoquímica de un néctar obtenido a partir del yacón (*Smallanthus Sonchifolius*), pera (*Pyrus Communis*) y *Stevia (Stevia Rebaudiana)*. *Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales*, 6(1), 81-94.
- EUR-Lex (2011). Reglamento (UE) n o 1131/2011 de la Comisión , de 11 de Noviembre de 201, visto el 20 de Julio de 2020.
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX%3A32011R1131>
- Fatima, T., Ghaffar, F., & Zeb, A. (2018). 45. Extraction, preparation, sensory evaluation and sweet perception of *Stevia rebaudiana* based food products. *Pure and Applied Biology (PAB)*, 7(2), 791-796.
- Galvis López, E. (2009). Evaluación de la utilización de *Stevia* en yogurt/Evaluation of the use of *Stevia* in yogurt. Departamento de Química.
- Gamarra Condor, J. L., & Rosales Mateo, A. R. (2016). Caracterización de la mermelada dietetica de piña (*Anana comusos*) y naranja (*Citrus sinensis*) edulcorado parcialmente con *Stevia (Stevia rebaudiana)*.
- Gantait, S., Das, A., & Mandal, N. (2015). *Stevia*: a comprehensive review on ethnopharmacological properties and in vitro regeneration. *Sugar Tech*, 17(2), 95-106.
- Gao, J., Guo, X., Brennan, M.A., Mason, S.L., Zeng, X. A., & Brennan, C.S. (2019). The potential of modulating the reducing sugar released (and the potential glycemic response) of muffins using a combination of a *Stevia* sweetener and cocoa powder. *Foods*, 8(12), 644.
- García, C., Montiel, R.L.A., & Borderas, T.F. (2014). Grasa y proteína de la leche de vaca: componentes, síntesis y modificación. *Archivos de zootecnia*, 63, 85-105.
- Gasmalla, M. A. A., Yang, R., Amadou, I., & Hua, X. (2014). Nutritional composition of *Stevia rebaudiana* Bertoni leaf: effect of drying method. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, 13(1), 61-65.

- Giri, A., Rao, H. R., & Ramesh, V. (2014). Effect of partial replacement of sugar with stevia on the quality of kulfi. *Journal of food science and technology*, 51(8), 1612-1616.
- Gupta, E., Purwar, S., Maurya, N. K., Shakyawar, S., & Alok, S. (2017). Formulation of value added low-calorie, high fibre biscuits using flax seeds and *Stevia rebaudiana*. *International journal of pharmaceutical sciences and research*, 8(12), 5186-5193.
- Gupta, E., Purwar, S., Sundaram, S., & Rai, G. K. (2013). Nutritional and therapeutic values of stevia *rebaudiana*: A review. *Journal of Medicinal Plants Research*, 7(46), 3343-3353.
- Gutiérrez Cruz, A. (2015). Bioquímica, farmacología y toxicología de *Stevia rebaudiana* Bertoni. Trabajo Fin de grado en farmacia, Univ. Complutense.
- Heitmann, D. M. J., & Cofré, A. A. P. (2011). Estudio del secado convectivo de hojas de *Stevia rebaudiana* y factibilidad técnico-económica de una planta elaboradora de edulcorante a base de *Stevia*. Tesis doctoral en ciencias Químicas y Farmacéuticas, Univ. de Chile.
- Herrero Carrasco, J. (2018). Efectos de la utilización de *Stevia* en la dieta sobre la población diabética.
- Herrero, N. (2018). Equivalencias entre azúcar y todos los edulcorantes, visto el 22 de Julio de 2020. <https://dulcesdiabeticos.com/equivalencias-azucar-todos-los-edulcorantes/>
- Hurtado Díaz, T. (2019). Influencia de la incorporación de fibra de caqui sobre las propiedades fisicoquímicas de galletas. Trabajo Fin de Grado en Ciencia y Tecnología de los alimentos, Univ. Politécnica de Valencia.
- Janieri, A. (1987). La calidad nutritiva de la carne de conejo. *Cunicultura*, 12(66), 0061-63.
- Karp, S., Wyrwiz, J., Kurek, M. A., & Wierzbicka, A. (2017). Combined use of cocoa dietary fibre and steviol glycosides in low-calorie muffins production. *International journal of food science & technology*, 52(4), 944-953.
- Kohen, V. L. I informe científico. La *Stevia* y su papel en la salud. Ed. Trubia, pp. 7-39.
- Lanza, P., & Carrancio, M. L. M. (2014). Determinación de las ventajas que tendría una empresa por producir *Stevia Rebaudiana* Bertoni como edulcorante natural alternativo.
- Lemus-Mondaca, R., Vega-Gálvez, A., Zura-Bravo, L., & Ah-Hen, K. (2012). *Stevia rebaudiana* Bertoni, source of a high-potency natural sweetener: A comprehensive review on the biochemical, nutritional and functional aspects. *Food chemistry*, 132(3), 1121-1132.
- Li, X. E., Lopetcharat, K., & Drake, M. A. (2015). Parents' and children's acceptance of skim chocolate milks sweetened by monk fruit and *Stevia* leaf extracts. *Journal of Food Science*, 80(5), S1083-S1092
- López Ortiz, A. D. (2014). Elaboración de helados light utilizando *Stevia* con frutas en bajo contenido de carbohidratos. Tesis de Grado en Gestión Gastronómica, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- López Pertuz, D, S, (2010), Efecto de la *Stevia rebaudiana* en la calidad panificadora y sensorial del pan endulzado con *Stevia rebaudiana*. Tesis Fin de Grado en ingeniería de Alimentos, Univ. La Salle.
- Macia, E., Monesterolo, V., & Toselli, L. (2008). Evaluación de los procesos de extracción y purificación de los compuestos endulzantes de la hoja de *Stevia rebaudiana*. Edutecne. Utn. Edu. Ar.
- Marcinek, K., & Krejpcio, Z. (2015). *Stevia rebaudiana* Bertoni? chemical composition and functional properties. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 14(2), 145-152.

- Márquez, C., Caballero, B., & Vanegas, K. (2016). Efecto de edulcorantes no calóricos sobre el desarrollo de mermelada de mora (*Rubus glaucus* Benth). *Temas agrarios*, 32-39.
- Martínez Cruz, M. (2015). *Stevia rebaudiana* (Bert.) Bertoni. Una revisión. *Cultivos tropicales*, 36, 5-15.
- Martínez Ruescas, A. (2016). Diseño de galletas con alto valor nutricional para diabéticos. Trabajo Fin de Grado en Ciencia y Tecnología de los alimentos, Univ. Politécnica de Valencia.
- Masih, M., Desale, T., & Victor, J. (2020). Development and quality evaluation of the handmade chocolate using *Stevia* and starch. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 9(1), 915-921.
- Mayorga, L. F. Z., Navas, J. S. R., & i Martínez, C. S. (2019). Influence of the formulation on the thermophysical properties and the quality parameters of dairy ice cream. *DYNA: revista de la Facultad de Minas. Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellín*, 86(208), 117-125.
- Meienberg, F. (2015). *El sabor agridulce de la Stevia*, pp. 9-36
- Milner, L., Kerry, J. P., O'Sullivan, M. G., & Gallagher, E. (2020). Physical, textural and sensory characteristics of reduced sucrose cakes, incorporated with clean-label sugar-replacing alternative ingredients. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 59, 102235.
- Mona, I. M., & Wafaa, A. A. (2005). Synergistic Effects of some alternative sweeteners on the unpleasant attributes of *Stevia* sweetener and its application in some fruit drinks. *Food Science & Technology*, 2(2), 1-10.
- Moreno, A. C. D. (2009). Influencia de las condiciones de almacenamiento sobre la calidad físico-química y biológica de la miel.
- Nazca Chu, R. D. (2019). Efecto de la concentración de *Stevia* (*Stevia rebaudiana* B.) en polvo sobre las propiedades fisicoquímicas y sensoriales en una bebida a base de membrillo (*Cydonia oblonga*) y yacón (*Smallanthus conchifolius*).
- Oporto Chávez, L & Puma Villanueva, J.J. (2017). Determinación del grado de adulteración del extracto de stevia (*rebaudiana* Bertoni), en las diferentes presentaciones comercializadas en la ciudad de Arequipa 2017.
- Ortega, L. E. G., Nory Olán Alvarado, M., Alvarado, I. E., Cruz, S. R., & Cira, L. A. Calidad sensorial de galletas con stevia. *La sociedad académica*, ISSN 2007-2562.
- Pablo, A.L.A. (2009). *Stevia rebaudiana* Bertoni, una planta medicinal. Boletín Técnico de la Escuela Politécnica del Ejército (ESPE). Sangolquí-Ecuador septiembre.
- Panza, L. J. Estudio de mercado y recopilación de algunos datos productivos de *Stevia rebaudiana* Bertoni en Córdoba Capital (Bachelor's thesis).
- Parra-Huertas, R.A., Barrera-Rojas, L.J., & Rodríguez, D.C. (2012). Adición de stevia y avena en la elaboración de yogurt con mezcla de leche semidescremada de cabra y bovino. *vitae*, 19(1), 282-284.
- Parra-Huertas, R.A., Riveros, A.M., García, J.A., & Montañez, C. (2012). Evaluación fisicoquímica, sensorial y reológica de yogurt con carambolo (averroha carambola) y stevia (*rebaudiana* Bertoni). Vol. 19(1), 258-260.
- Pasto-Gavilanes, Y. S. (2011). Estudio del efecto de la sustitución de la sacarosa por stevia (Edulcorante Natural) en la elaboración de dulce de leche. Tesis doctoral en Ingeniería de los Alimentos, Univ. Técnica de Ambato (Ecuador).
- Peñafiel-Ojeda, A. E. (2014). Elaboración de yogurt light con *Stevia* como edulcorante. Tesis de Grado en Gestión Gastronómica, Univ. Politécnica de Chimborazo (Ecuador).

- Pérez, T. M. (2004). La diabetes y su control con stevia. Colección Ciencias de la Salud. Libros en red. 1ª Ed. Amertown International S.A.
- Periche, A., Castelló, M. L., Heredia, A., & Escriche, I. (2016). Effect of different drying methods on the phenolic, flavonoid and volatile compounds of *Stevia rebaudiana* leaves. *Flavour and Fragrance Journal*, 31(2), 173-177.
- Pinazo-Duran, M. D., & Boscá-Gomar, L. (2012). Propiedades antiinflamatorias de los ácidos grasos poliinsaturados omega-3: Indicaciones en oftalmología. *Archivos de la Sociedad Española de Oftalmología*, 87(7), 203-205.
- Pon, S. Y., Lee, W. J., & Chong, G. H. (2015). Textural and rheological properties of stevia ice cream. *International Food Research Journal*, 22(4), 1544.
- Pons, J. A. M. (2009). La preparación de la mermelada como recurso didáctico. In *Anales de Química* (Vol. 105, No. 3).
- Prez, T. M. (2002). La Hierba Dulce. Historia, usos y cultivo de la *Stevia rebaudiana* Bertoni. Libros en Red. Buenos Aires. (AR).
- Quiles i Izquierdo, J. (2013). Patrón de consumo e ingestas recomendadas de azúcar. *Nutrición hospitalaria*, 28, 32-39.
- Reguera, I. (2020). Los impuestos al azúcar ya están en marcha por toda Europa: esta es la situación de España en comparación con los países vecinos, visto el 15 de Julio del 2020. <https://www.xataka.com/medicina-y-salud/impuestos-al-azucar-estan-marcha-toda-europa-esta-situacion-espana-comparacion-paises-vecinos>
- Robins, A., Radha, K., Sathian, C. T., Geetha, R., & Beena, A. K. (2019). Development of low calorie goat milk ice cream by using *Stevia* leaf powder. *The pharma journal*, 8(1): 296-299.
- Rodríguez-Furlan, L.T., Baracco, Y.A., Zaritzky, N.E., & Campderrós, M. E. (2016). Development of free sugar white chocolate, suitable for diabetics, using *Stevia* and sucralose as sweeteners: study of the thermal degradation kinetic.
- Ruiz Santa-Olalla, A.T. (1994). El huevo en la alimentación mediterránea , visto el 15 de Julio del 2020. <https://helvia.uco.es/bitstream/handle/10396/3805/07-1994-06.pdf?sequence=1>
- Salazar, V.A.G., Encalada, S.V., Cruz, A.C., & Campos, M. R. S. (2018). *Stevia rebaudiana*: A sweetener and potential bioactive ingredient in the development of functional cookies. *Journal of functional foods*, 44, 183-190.
- 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), 157-163.
- Sánchez Aceves, L. M. Evaluación de la influencia de glicósidos de esteviol sobre las características fisicoquímicas y texturales de la carne y estrés oxidativo en carpa común (cyprinus carpio). Tesis de Grado en Ciencias Química, Univ. Autónoma del Estado de México.
- Sánchez Gómez, M., & Orozco Villafuerte, J. (2014). Edulcorantes: Utilización y aprovechamiento en diferentes procesos de la Industria Alimentaria. Tesis doctoral en química de alimentos, Univ. Autónoma del Estado de México.
- Sánchez, J. A. (2017). *Análisis Subsectorial del Cultivo de Stevia* (1.1.1), pp.3-13.
- Saniah, K., & Samsiah, M. S. (2012). The application of *Stevia* as sugar substitute in carbonated drinks using Response Surface Methodology. *J. Trop. Agric. and Fd. Sc*, 40(1), 23-34.

- Santamaría Chipana, H. R. (2012). Evaluación mediante indicadores productivos y energéticos de tres módulos de producción de panela granulada.
- Santamaría Chipana, H. R. (2012). Evaluación mediante indicadores productivos y energéticos de tres módulos de producción de panela granulada.
- Shah, A. B., Jones, G. P., & Vasiljevic, T. (2010). Sucrose-free chocolate sweetened with *Stevia rebaudiana* extract and containing different bulking agents—effects on physicochemical and sensory properties. *International journal of food science & technology*, 45(7), 1426-1435.
- Singh, O., & Singh, R. (2014). Development and evaluation of aonla based blended nectar drink from different fruits using *Stevia* for low calorie. *Plant Archives*, 14(1), 115-119.
- Sutwal, R., Dhankhar, J., Kindu, P., & Mehla, R. (2019). Development of Low Calorie Jam by Replacement of Sugar with Natural Sweetener *Stevia*. *Int J Cur Res Rev | Vol*, 11(04), 10.
- Terrones Rocha, L. G. (2019). Optimización del proceso de elaboración de pan dietético utilizando harina de centeno (*Secale cereale* LM bieb) y *Stevia (Stevia rebaudiana)*.
- Torres Meza, M. M., & Pinilla Vazquez, A. M. (2014). Elaboracion De Yogurt Batido De Leche De Cabra (Raza Saneen) Endulzado Con Estevia (*Stevia Rabaudiana*) En El Municipio De San Vicente De Chucuri-Santander (Doctoral dissertation, Universidad Industrial de Santander, Instituto De Educacion A Distancia, Insed).
- Treciokiene, E., & Sostakiene, I. (2020). Effects of fructose and *Stevia* on the rheological, technological and sensory characteristics of ice cream. *Food Science and Applied Biotechnology*, 3(1), 30-38.
- Vahedi, H., & Mousazadeh, M. (2016). The Effect of Using *Stevia* and Agave Nectar as a Substitute For Sucrose On Physical, Chemical, Rheological, And Sensory Properties Of Dark Chocolate. *Der Pharmacia Lettre*, 8(15), 194-201.
- Valencia Rivadeneira, A. V. (2013). Estudio de la utilización de *Stevia* como sustituto de la sacarosa en la fabricación de mermelada de piña (*Ananas comosus*). Tesis doctoral en ingeniería Agroindustrial, Univ. Laica Eloy Alfaro (Ecuador).
- Vásquez Rivadeneira, M. C. (2019). Evaluación de las características fisicoquímicas y sensoriales de una barra de chocolate, formulada con edulcorantes no calóricos. Trabajo Fin de Grado en ingeniería Agroindustrial y de Alimentos, Univ. Las Américas (Ecuador).
- Vásquez, V., Blas, R., Collantes, L., Echevarría, M., Gordillo, C., Guerrero, N., Guerrero, R., Rodríguez & Vásquez, J. (2012). Grado de aceptabilidad de *Stevia (Stevia rebaudiana* B.) en infusión en una bebida de manzanilla (*Matricaria chamomilla* L.). *Agroindustrial Science*, 2(2), 161-172.
- Vasquez, V., Cruz-Tirado, J., Huaccha, K., Ávila, M., Chávez, V., Barbarán, J., Zamudio, J., Hoyos, C., Fernández, G., & Valle, H. (2015). Aceptabilidad de una bebida de maíz morado variedad canteño (*Zea Mays* L.) endulzada con stevia (*Stevia rebaudiana* B.) y propóleos como potencial conservante. *Agroindustrial Science*, 4(2), 75-86.
- Velasco San Narciso, J. (2019). Efectos de los edulcorantes sobre la salud. Trabajo Fin de Grado en Enfermería, Univ. La Laguna (Ecuador).
- Vélez, A. E. P., & Sierra, M. C. N. (2016). La *Stevia rebaudiana* como coadyuvante en la prevención y el control de la caries dental: una revisión de literatura. *Acta Odontológica Colombiana*, 6(2), 45-60.
- Verruma Bernardi, M. R., Lee, K., Palchak, T., & Bordi, P. L. (2015). Chocolate Milk Sweetened With *Stevia*: Acceptance by Children. *J ObesOverweig*, 1(1), 103.

- Vidyanagar, V. (2006). Preliminary studies on *Stevia rebaudiana* leaves: *proximal composition, mineral analysis and phytochemical screening*. *J. Med. Sci*, 6(3), 321-326.
- Vilca Llanos, M.P. (2014). Estado actual y perspectivas del uso de edulcorantes en bebidas alimenticias.
- Villagran Jaramillo, A., Huayamave Bravo, C., Lara García, J., & Maluk Salem, O. (2009). *Stevia*: producción y procesamiento de un endulzante alternativo.
- Villar Bonet, A., Barrachina Fuentecilla, M., & Salcedo Díaz, G. (2011). Análisis comparativo de la calidad y perfil de ácidos grasos de la leche de vacuno procedente de explotaciones con manejo convencional y ecológico. *Cría y Salud*, 30, 40-49.
- Villegas Pantoja, N., González Agudelo, L., & Arbeláez Cardona, I. C. (2011). Comercializadora internacional de stevia para exportar a otros países, visto el 15 de junio del 2020. <http://repositorio.esumer.edu.co/jspui/bitstream/esumer/2018/1/guia-plan-de-negocios.pdf>
- World Health Organization (2012). *Guideline: Sodium intake for adults and children*. World Health Organization. https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/77985/9789241504836_eng.pdf