



UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS

FACULTAD DE POSGRADOS

MAESTRÍA EN DESARROLLO E INNOVACIÓN DE ALIMENTOS

***TEMA: CARACTERIZACIÓN DE POLIFENOLES Y ANTIOXIDANTES DE
UNA BEBIDA ELABORADA CON BAYA DE SAUCO NEGRO
(ELDERBERRY).***

Autor:

Ángel Alejandro Varela Cevallos

Docente:

Emilia Vintimillia Palacios, MSc.

2023

RESUMEN

Los alimentos funcionales han crecido debido a las nuevas tendencias de alimentación y cambios en la sociedad por enfermedades, mala alimentación y problemas de salud. Por la necesidad de tener nuevos productos en el mercado que sean saludables, nutricionales y funcionales surge la idea de la elaboración de una bebida de sauco negro y su caracterización de polifenoles y antioxidantes, dentro de este proyecto se evaluó la mejor formulación entre 4 tratamientos donde se evaluó principalmente la concentración del sauco y el edulcorante no calórico con mejor aceptación mediante la evaluación sensorial y contenido de polifenoles. Se caracterizó mediante un HPLC los diferentes polifenoles y la capacidad antioxidante, los resultados fueron favorables, puesto que se obtuvo altas concentraciones de capacidad antioxidante, con un 45%, ácido ferúlico 27,3 mg L⁻¹, ácido p-cumárico 28,1 mg L⁻¹ y ácido gálico 0,72 mg L⁻¹ en el tratamiento B3 (Elderberry 0,5 + Monk-Fruit/Eritritol). Por otro lado, se determinó que el tratamiento que resultó con la mejor aceptabilidad fue el A3 (Elderberry 0,25 + Monk-Fruit/Eritritol) en el análisis estadístico, sin embargo, el tratamiento con mayor aporte de antioxidantes y polifenoles fue la B3 (Elderberry 0,5 + Monk-Fruit/Eritritol), es por eso, que se escoge como mejor tratamiento la concentración del tratamiento B3, a partir de este se realizan los análisis microbiológicos y bromatológicos según la Norma NTE INEN 2737.

Palabras clave: HPLC; polifenoles; inocuidad; Monk-Fruit; eritritol

ABSTRACT

Functional foods have grown due to new eating trends and changes in society due to diseases, poor diet and health problems. Due to the need to have new products on the market that are healthy, nutritional and functional, the idea of making a black elderberry drink and its characterization of polyphenols and antioxidants arose. Within this project, the best formulation was evaluated among 4 treatments where the concentration of elderberry and the non-caloric sweetener with better acceptance was mainly evaluated through sensory evaluation and polyphenol content. The different polyphenols and antioxidant capacity were characterized by HPLC, the results were favorable, since high concentrations of antioxidant capacity were obtained, with 45%, ferulic acid 27.3 mg L⁻¹, p-coumaric acid 28.1 mg L⁻¹ and gallic acid 0.72 mg L⁻¹ in treatment B3 (Elderberry 0.5 + Monk-Fruit/Erythritol). On the other hand, it was determined that the treatment that resulted in the best acceptability was A3 (Elderberry 0.25 + Monk-Fruit/Erythritol) in the statistical analysis; however, the treatment with the greatest contribution of antioxidants and polyphenols was B3. (Elderberry 0.5 + Monk-Fruit/Erythritol), that is why the concentration of treatment B3 is chosen as the best treatment, from which the microbiological and bromatological analyzes are carried out according to the NTE INEN 2737 Standard.

Keywords: HPLC; polyphenols; food safety; monk-fruit; erythritol

ÍNDICE

1. Introducción.....	1
2. Marco Teórico.....	1
2.1. Generalidades del sauco.....	1
2.1.1. Origen.....	1
2.1.2. Taxonomía y morfología	2
2.1.3. Características Productivas de la baya del sauco negro	2
2.1.4. Producción y rendimiento de la baya del sauco negro	3
2.1.5. Estado de Madurez.....	3
2.2. Polifenoles	3
2.2.1. Caracterización de polifenoles	3
2.2.2. Extracción y obtención de Polifenoles en la industria	4
2.2.3. Importancia del estudio de polifenoles	4
2.2.4. Polifenoles como alimento funcional.....	5
2.2.5. Polifenoles en la baya de sauco	5
2.3. Antioxidantes	5
2.3.1. Tipos de antioxidantes.....	5
2.3.2. Función de los antioxidantes	6
2.4. Edulcorantes	7
2.4.1. Importancia de los edulcorantes	8
2.4.2. Clasificación del poder edulcorante	8
2.4.3. Obtención y extracción de los edulcorantes.....	8
2.4.4. Edulcorantes en la industria.....	9
2.4.5. Estudios y riesgos de los edulcorantes.....	9
2.5. Alimentos Funcionales	9
2.5.1. Actualidad del Ecuador en alimentos funcionales	10

2.5.2.	Nuevos retos de la industria	10
2.5.3.	Industrias con alimentos funcionales	10
2.5.4.	Tendencias del consumidor	11
3.	Planteamiento del Problema.....	12
4.	Objeto de estudio	14
5.	Objetivos	14
	Objetivo General.....	14
	Objetivos específicos	14
6.	Justificación.....	14
7.	Aplicación de la metodología	14
7.1.	Métodos	14
7.2.	Equipos.....	15
7.3.	Materiales y reactivos/aditivos utilizados.....	15
7.3.1.	Materiales	15
7.3.2.	Materia Prima/Reactivos/Aditivos utilizados.....	15
7.4.	Procedimiento	15
7.4.1.	Análisis del HPLC.....	15
7.4.2.	Análisis Sensorial	16
7.4.3.	Análisis microbiológico	18
7.5.	Diseño experimental	18
7.5.1.	Factores y Tratamientos	18
8.	Resultados	19
8.1.	Formulación	19
8.2.	Información nutricional y microbiológico.....	20
8.2.1.	Información Nutricional	20
8.2.2.	Análisis Microbiológicos.....	20

8.2.3. Color.....	21
8.2.4. Sabor.....	22
8.2.5. Olor	23
8.2.6. Regusto.....	23
8.2.7. Dulzor.....	24
8.3. Análisis HPLC	25
8.4. Costos.....	26
9. Discusión.....	26
10. Conclusiones y Recomendaciones.....	28
10.1. Conclusiones	28
10.2. Recomendaciones	29
Referencias.....	30
Anexos.....	38

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Taxonomía del Sauco Negro (Elderberry)	2
Tabla 2. Medida del poder edulcorante	8
Tabla 3: Factores	18
Tabla 4: Tratamientos	19
Tabla 5: Formulación Final.....	19
Tabla 6: Información nutricional	20
Tabla 7: Requisitos microbiológicos para los productos pasteurizados	20
Tabla 8: ANOVA del color de las muestras de baya de sauco negro (n=90)	21
Tabla 9: Comparación de medias del dulzor de las muestras de baya de sauco negro.....	21
Tabla 10: ANOVA del sabor de las muestras de baya de sauco negro (n=90) .	22
Tabla 11: Comparación de medias del sabor de las muestras de baya de sauco negro.....	22
Tabla 12: ANOVA del olor de las muestras de baya de sauco negro (n=90)	23
Tabla 13: Comparación de medias del olor de las muestras de baya de sauco negro.....	23
Tabla 14: ANOVA del regusto de las muestras de baya de sauco negro (n=90)	23
Tabla 15: Comparación de medias del regusto de las muestras de baya de sauco negro.....	24
Tabla 16: ANOVA del dulzor de las muestras de baya de sauco negro (n=90)	24
Tabla 17: Comparación de medias del dulzor de las muestras de baya de sauco negro.....	25
Tabla 18: Atributos antioxidantes	25
Tabla 19: Costos mejor formulación mercado ecuatoriano.....	26

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Clasificación de los antioxidantes adaptado de (Long et al., 2023).	6
Figura 2: Etiqueta del producto	19
Figura 3: Pesaje del agua	38
Figura 4: Pesaje de la baya de sauco negro	38
Figura 5: Pesaje del ácido ascórbico.....	38
Figura 6: Bebidas en diferentes porcentajes	2
Figura 7: Análisis microbiológico	2
Figura 8: Conteo de microorganismos	2
Figura 9: Análisis Sensorial.....	2
Figura 10: Toma de datos	3

1. Introducción

Hoy en día el crecimiento de bebidas va en aumento, el consumidor es más exigente en los productos que compra e ingiere, busca que proporcione todos los nutrientes necesarios y cumplir de cierta forma con una dieta balanceada, es por lo que, el aumento de consumo en bebidas funcionales ha crecido en la demanda (Popkin & Hawkes, 2016).

Una bebida funcional es la que ofrece beneficios para la salud de forma natural como un extracto de té, que además de su aporte nutricional brinda compuestos bioactivos (Khan & Mukhtar, 2018).

Para que una bebida sea llamada funcional debe tener algunos requerimientos, como aportar un beneficio más allá de los nutrientes, Es por esto que la bebida de sauco se considera funcional por su aporte de polifenoles y antioxidantes, los cuales cumplen una función en el sistema inmune, mejoran el sistema inmune, ayudan a eliminar los radicales libres y tienen una actividad anticancerígena (FAO, 2021).

2. Marco Teórico

2.1. Generalidades del sauco

El sauco es un pequeño árbol el cual tiene una altura de 10 metros, este puede crecer en diferentes altitudes desde 20 hasta los 3000 msnm, existe varias variedades de sauco y crecen en diferentes países, el sauco negro (*Sambucus nigra*) es una de las variedades de sauco, el cual se estudiará durante este proyecto, esta especie que pertenece al género *Sambucus* es un arbusto caducifolio que mide de 4 a 6 metros, resistente a temperaturas extremas y puede también crecer en tierras con cantidades normales de minerales, el fruto se lo conoce como drupa, estas tienen un tamaño 3 a 5 mm, es conocida en otros lugares como Elderberry (D. Liu et al., 2022).

2.1.1. Origen

El sauco negro es nativo del centro de Europa también se puede encontrar en la cuenca del mediterráneo, sus condiciones de resistencia ambientales son extremas, desde bajas temperaturas -15 a -20 grados centígrados hasta

temperaturas de 35 a 40 grados centígrados, este se ha utilizado desde la antigüedad como planta medicinal en la Europa medieval para tratar resfríos, problemas respiratorios y dolores gastrointestinales (Hawkins et al., 2019).

2.1.2. Taxonomía y morfología

En la Tabla 1, se describe la taxonomía de Sauco Negro.

Tabla 1: Taxonomía del Sauco Negro (Elderberry)

Clasificación	Descripción
Reino	Plantae
Clase	Tracheobionta
Orden	Dipsacales
Familia	Adoxaceae
Genero	<i>Sambucus</i>
Especie	<i>Sambucus nigra</i> L

Adaptado de (D. Liu et al., 2022).

2.1.3. Características Productivas de la baya del sauco negro

El sauco negro es una planta que se adapta a cualquier ambiente además de tener alta resistencia a las temperaturas, también es de fácil manejo agronómico, normalmente su cosecha se realiza en verano, la producción de bayas en la planta puede tardar hasta 3 años en dar sus primeros frutos (D. Liu et al., 2022).

Dentro de la industria de alimentos se utiliza para la producción en empresas de pequeña escala o emprendedores, elaborando mermeladas, ates, jaleas, zumos, vinos, deshidratados entre otros, sin embargo, no se encuentran en empresas medianas y grades manteniendo productos solo en mercados locales, una de las industrias donde se ve un uso reciente es en el de cosméticos, ya que por sus propiedades y recientes estudios el contenido de antioxidantes ayuda para prevenir el envejecimiento de la piel, también la industria con un potencial de crecimiento es la de suplementos, la cual ya existen muchos productos de grandes industrias que están comercializando encapsulado y liofilizando (Lee et al., 2017).

2.1.4. Producción y rendimiento de la baya del sauco negro

La producción del sauco negro a nivel mundial proviene de pequeños agricultores, cada vez va en aumento, sin embargo, no existen datos en la FAO sobre su producción, El continente asiático es uno de los mayores productores de bayas en el mundo con la mitad de su producción, seguido por el continente europeo y americano respectivamente, en cuanto a rendimiento es muy alto según diferentes estudios, no obstante, se requiere mayor información ya que es un cultivo que recién está tomando impulso en la producción a gran escala (FAO, 2021).

2.1.5. Estado de Madurez

Es importante revisar que para el estado de madurez se debe tomar varios aspectos, como el color de las bayas, el color debe ser negro o morado oscuro sin presencia del verde que es color inicial a su formación, se debe observar el tamaño el cual es 3 veces mayor a su tamaño original cuando están en crecimiento, se considera también la textura de la baya, esta debe presentar una suavidad interna con un epicarpio terso y firme, también se debe considerar el sabor y la facilidad de desprendimiento de la baya, puesto que el sabor debe ser jugoso y dulce, es importante recalcar que durante la cosecha se debe realizar escalonadamente ya que no todos las bayas llegan a su madurez en un racimo al mismo tiempo (Ferreira et al., 2020).

2.2. Polifenoles

Hoy en día el estudio de los polifenoles ha crecido por varios factores, estudios recientes mencionan que los polifenoles ayudan al reducir problemas de salud, proveen al cuerpo humano de requerimientos fundamentales para combatir los radicales libres. La gran mayoría de polifenoles y antioxidantes se pueden encontrar en productos de consumo diario de forma natural sin procesamiento (Oviedo-Solís et al., 2018).

2.2.1. Caracterización de polifenoles

Los polifenoles son conocidos por sus propiedades antioxidantes, al ser compuestos orgánicos su estructura química contiene gran cantidad de hidroxilos (OH) y anillos aromáticos, grupos que otorgan la propiedad de

neutralizar los radicales libres que se encuentran en el cuerpo, estos se pueden clasificar de diferentes formas, las más comunes son los flavonoides, los cuales se clasifican internamente en flavonoides, flavonoles, flavonas, antocianinas entre otros (Castro Lucia, 2017).

2.2.2. Extracción y obtención de Polifenoles en la industria

Los polifenoles se pueden extraer de algunas materias primas vegetales. La extracción se realiza en 5 pasos para obtener polifenoles de alta calidad, primero se debe seleccionar la materia prima deseada, como es el caso de las uvas que contiene el antioxidante resveratrol, también se puede encontrar en la mayoría de las bayas de frutos rojos, después de esto se debe realizar una preparación de las muestras con un lavado previo y posterior secado tomando en cuenta la temperatura no supere los 30 grados, puesto que son sensibles al calor. Existen varios procesos para la extracción, sin embargo, los más comunes son, extracción por solventes, con agua supercrítica, asistida por ultrasonido la cual tiene gran impacto hoy en día por costos y fácil utilización, la extracción con CO₂ supercrítico, finalmente, se realiza una concentración y purificación del compuesto, esto se realiza con un liofilizador, para finalizar la caracterización y análisis de los polifenoles extraídos. Dentro de la industria se realiza y perfecciona los métodos por costos y calidad (Ozsefil & Ziylan-Yavas, 2023).

2.2.3. Importancia del estudio de polifenoles

Es fundamental estudiar los polifenoles puesto que se encuentran presentes en todo el reino vegetal, además de aportar grandes beneficios para la salud, estudiarlos y conocer los efectos en organismo se ha vuelto de gran relevancia en la actualidad, existen varios factores que la ciencia ha ido descubriendo, se conoce que existen beneficios para la salud en problemas cardiovasculares, ya que reduce significativamente el LDL, diferentes estudios mencionan sobre su poder anticancerígeno ya que una dieta con alimentos ricos en polifenoles han contribuido beneficiosamente con el paciente, funcionan como neuro protector como es el caso del resveratrol el cual se ha descubierto que ayuda con daños oxidativos en la membrana del cerebro (Zhang et al., 2022).

2.2.4. Polifenoles como alimento funcional

Cada día aparecen en el mercado más alimentos funcionales y en la mayoría de casos son productos con compuestos bioactivos como son los polifenoles, es por eso que la gran mayoría de estos productos son hechos con frutas, verduras y hortalizas de colores oscuros, ya que su contenido de polifenoles es alto, son necesarios para una dieta saludable y equilibrada, en la industria los polifenoles se encuentran más en suplementos, sin embargo, la industria de los alimentos cada vez se hace más fuertes (Olszewska et al., 2020).

2.2.5. Polifenoles en la baya de sauco

Dentro de los estudios que se encuentran de sauco negro se ha caracterizado algunos polifenoles en el fruto, los cuales son flavonoides con la función principalmente como cardioprotectores y antioxidantes, se identificaron antocianinas las cuales son antioxidantes y antiinflamatorio, de igual manera se conoce el ácido gálico que se ha demostrado ser anticancerígeno, por último, se encuentra el resveratrol el cual es uno de los más estudiados en la actualidad (Silva et al., 2017).

2.3. Antioxidantes

Es una sustancia que se pueden encontrar en diferentes frutas y verduras de consumo cotidiano, del cual se extrae para la prolongación de vida útil de los productos alimenticios, estos son los principales responsables de atrapar los radicales libres que se encuentran en el cuerpo humano los cuales causan daños en las células y puede provocar problemas de salud (Pohanka, 2023).

2.3.1. Tipos de antioxidantes

Los antioxidantes se clasifican de diferentes formas en este caso se hará mediante una clasificación por solubilidad en agua, como se muestra a continuación

Figura 1: Clasificación de los antioxidantes



Nota: adaptado de (Long et al., 2023).

Cabe mencionar que todos estos son complementarios uno del otro, razón por la cual se debe tener una dieta balanceada y equilibrada.

2.3.2. Función de los antioxidantes

Los antioxidantes desempeñan un papel fundamental en la protección del organismo contra el estrés oxidativo, un proceso en el que los radicales libres dañan las células y provocan una serie de enfermedades y el envejecimiento. Estos compuestos, como las vitaminas C, E, betacaroteno entre otros, actúan neutralizando los radicales libres y minimizando su impacto en el organismo protegiendo el ADN, las proteínas y las grasas de la oxidación, lo que ayuda a reducir el riesgo de cáncer, enfermedades cardíacas y trastornos neurodegenerativos como el Alzheimer además de tener un efecto beneficioso en la piel como la vitamina C, pueden ayudar a combatir los efectos del envejecimiento al proteger la piel de los daños causados por la exposición al sol y la contaminación, sin embargo, es importante obtener antioxidantes a través de una dieta equilibrada en lugar de depender exclusivamente de suplementos, los beneficios de los antioxidantes se obtienen mejor a través de una variedad

de alimentos ricos en estos compuestos, como frutas, verduras, nueces y legumbres (Zhou et al., 2022).

2.4. Edulcorantes

Los edulcorantes son sustancias que se utilizan para endulzar alimentos y bebidas, se clasifican en edulcorantes calóricos y no calóricos, los edulcorantes no calóricos contienen muy pocas calorías en comparación con el azúcar normal. Estos compuestos juegan un papel importante en la industria alimentaria y en las dietas de personas que desean reducir el consumo de azúcar por motivos de salud o control de peso. Uno de los edulcorantes más conocidos es el aspartamo, que se utiliza en numerosos productos bajos en calorías. Aunque el aspartame es 200 veces más dulce que el azúcar, su uso ha generado controversia sobre los posibles efectos secundarios y la seguridad a largo plazo. Sin embargo, muchos estudios y agencias reguladoras han concluido que es seguro en cantidades permitidas, otro edulcorante común es la sacarina, que fue descubierta en 1879 y es 300 veces más dulce que el azúcar. Aunque en el pasado ha existido preocupaciones sobre su seguridad, se ha estudiado exhaustivamente y se considera seguro en cantidades aceptables (Iizuka, 2022).

Ciclamato es otro edulcorante artificial utilizado en la industria alimentaria. Es 30 veces más dulce que el azúcar y, al igual que otros edulcorantes, su seguridad es controvertida. Su uso está restringido o prohibido en muchos países debido a la preocupación por su potencial cancerígeno, aunque la evidencia es contradictoria. Por otro lado, los edulcorantes naturales como la Stevia y el Eritritol son cada vez más populares como alternativas más saludables a la azúcar refinada. La Stevia se deriva de plantas y es mucho más dulce que el azúcar, no contiene calorías y no afecta los niveles de azúcar en sangre, lo que la convierte en una opción atractiva para las personas con diabetes. El eritritol es un alcohol de azúcar que se encuentra en algunas frutas y alimentos fermentados y es aproximadamente un 70% más dulce que el azúcar, es bajo en calorías y no provoca caries (Mejia & Pearlman, 2019).

2.4.1. Importancia de los edulcorantes

La importancia de los edulcorantes radica en varios factores y beneficios que se han reflejado en estos tiempos como alternativas para reducir el consumo de azúcar, el mayor problema al que aporta los edulcorantes son a los problemas de obesidad que cada vez crece, es por eso que esta alternativa de edulcorantes ayuda a la sustitución de la azúcar convencional, otro gran problema es la diabetes, una enfermedad que afecta cada vez a un gran porcentaje de la población mundial, las personas que tenían esta enfermedad ya no lograban consumir azúcar, con los edulcorantes como alternativa ayudaron al consumo de productos específicos, otro factor importante es la mejora de la salud dental, ya que uno de los problemas del alto consumo de azúcar era los dientes con esto se reduce los riesgos para caries y problemas en los dientes, por lo antes mencionado ha sido un avance importante en la sustitución de la azúcar convencional y una alternativa segura para los consumidores (Chen et al., 2023).

2.4.2. Clasificación del poder edulcorante

Tabla 2. *Medida del poder edulcorante*

Edulcorante	Poder edulcorante
Azúcar (Sacarosa)	1
Glucosa	0,5-0,7
Fructosa	1,5-1,7
Aspartame	200
Stevia	300
Rafinosa	0.2
Galactosa	0,3

Adaptado de (Palacio Vásquez et al., 2017).

2.4.3. Obtención y extracción de los edulcorantes

La Stevia es uno de los edulcorantes más importantes, este se obtiene de las hojas de la planta con el mismo nombre, se extrae con procesos de vapor o maceración con disolventes a temperaturas altas, pasan por un proceso de purificación separación de los compuestos como esteviósidos y rebaudiósidos, Por otro lado, el eritritol son alcoholes de azúcar los cuales puedes identificarlos

en algunas frutas y verduras, el proceso de obtención es en laboratorio mediante microorganismos específicos y al final se realiza una purificación mediante la cristalización con esto se separan. Cabe mencionar que para este estudio solo se utilizaran edulcorantes naturales (Chen et al., 2023).

2.4.4. Edulcorantes en la industria

Debido a su capacidad para brindar dulzor a los productos sin agregar una cantidad significativa de calorías, los productos con edulcorantes son una parte importante de la industria alimentaria. Es importante recordar que no se recomienda el consumo excesivo de productos con edulcorantes. Es importante seguir las recomendaciones de consumo y consultar a un profesional de la salud en caso de duda sobre los edulcorantes artificiales. La industria alimentaria tiene que seguir normas de seguridad para el uso adecuado de los edulcorantes en sus productos. En las industrias más usadas son en la industria de bebidas light y dietéticas, comidas y snacks bajos en azúcar, y en la de lácteos como los yogurts (Castro-Muñoz et al., 2022).

2.4.5. Estudios y riesgos de los edulcorantes

Nuevos estudios de la Universidad de Harvard mencionan los riesgos de los edulcorantes no calóricos, en este caso existen estudios los cuales se han comprobado algunos problemas en la población como reacciones alérgicas causadas por el consumo de edulcorantes artificiales, también se han detectado efectos gastrointestinales como problemas de diarrea, puesto que afectan directamente a la microbiota se ha asociado daños hepáticos en este caso existen muy pocas investigaciones las cuales no son absolutas (Christofides, 2021).

2.5. Alimentos Funcionales

Los alimentos funcionales son un enfoque para abordar de manera más específica la relación entre dieta y salud a través de los beneficios que ciertos ingredientes aportan al organismo. Debe enfatizarse que, el consumo produzca un bien, no deben considerarse un sustituto de una dieta sana y equilibrada en general. Deben consumirse como parte de una dieta variada e individualizada.

Además, siempre se debe consultar a tu médico antes de reemplazar algún producto solo por los alimentos funcionales (Sinha & Parmar, 2023).

Las bebidas funcionales son aquellas que, además de satisfacer la sed y proporcionar hidratación, contienen ingredientes bioactivos que ofrecen beneficios adicionales para la salud. Estos ingredientes pueden tener propiedades antioxidantes, mejorar la salud digestiva, fortalecer el sistema inmunológico, entre otros efectos positivos. Las bebidas funcionales se han vuelto populares entre los consumidores que buscan opciones más saludables y que desean incorporar nutrientes específicos en su dieta diaria (Y. Liu et al., 2023).

2.5.1. Actualidad del Ecuador en alimentos funcionales

La actualidad del Ecuador en alimentos funcionales es escasa, sin embargo, es un mercado que va ganando peso dentro de nuestra población ya que, la vida en las grandes ciudades y los cambios en la alimentación fomentan que la alimentación este entrando a una nueva era de que el consumidor se educa, y trata de mejorar estas condiciones (Rossi et al., 2011).

2.5.2. Nuevos retos de la industria

La industria está adaptándose a esta nueva era de los alimentos y dentro de los retos que son varios están la investigación y desarrollo continuo, ya que cada vez se descubren nuevos compuestos bioactivos el integrarles en la industria de alimentos no son tan fáciles. Los nuevos productos deben cumplir con las regulaciones y etiquetado. La tecnología para comprobar la dosis de los compuestos bioactivos es escasa, por lo que se requiere de mejor maquinaria, otro de los puntos clave de la industria es la educación al consumidor ya que los compuestos pueden aportar diferentes beneficios para la salud, sin embargo, no reemplazan una dieta equilibrada y sana (Y. Liu et al., 2023).

2.5.3. Industrias con alimentos funcionales

Dentro de las industrias existe alimentos que se producen a un nivel industrial, tenemos las farmacéuticas que desde antes ya usaban productos naturales y les potenciaban con diferentes procesos biotecnológicos, que son nutraceuticos y

complementos, sin embargo, hoy en día la industria de los alimentos y suplementos alimenticios va en aumento, se ven en el mercado barras de cereales con polifenoles o gomitas con diferentes antioxidantes, el ejemplo más claro son los lácteos o bebidas lácteas las cuales cada vez ingresan con nutracéuticos y polifenoles en sus productos (Bartkiene et al., 2018).

2.5.4. Tendencias del consumidor

Las principales tendencias se enfocan en el cuidado de la salud digestiva con productos prebióticos y probióticos, aquellos que tienen un enfoque en la inmunidad, alimentos fortificados con vitaminas y minerales, otros se enfocan en el bienestar mental con productos ricos en omega 3 , cada vez existen más productos personalizados que se adapten a las necesidades y preferencias individuales con productos sostenibles que den el menor impacto al planeta y sean eco amigables (Sinha & Parmar, 2023).

La popularidad de las bebidas funcionales ha crecido significativamente debido a las tendencias cambiantes en los hábitos de consumo de los consumidores. Estas bebidas tienen beneficios adicionales a la simple hidratación, como mejorar la salud, el funcionamiento corporal o el bienestar general. A continuación, se muestran algunas tendencias de consumo relacionadas con las bebidas funcionales:

Salud y bienestar: los consumidores son cada vez más conscientes de la importancia de la salud y el bienestar, lo que está impulsando la demanda de bebidas funcionales que contengan ingredientes que promuevan la salud, como probióticos, antioxidantes, vitaminas y minerales. Estas bebidas se consideran una forma conveniente de mejorar la salud sin utilizar suplementos ni medicamentos (Bernal Castro et al., 2017).

Ingredientes naturales y puros: Los consumidores están cada vez más interesados en productos que contengan ingredientes naturales y mínimamente procesados. Esto ha llevado a la aparición de bebidas funcionales que utilizan ingredientes orgánicos y no transgénicos, así como aditivos artificiales. Los consumidores buscan productos seguros, saludables y sostenibles que reduzca

el consumo de azúcar y calorías. La creciente preocupación por la obesidad y las enfermedades relacionadas con el azúcar ha llevado a una demanda de bebidas energéticas bajas en azúcar y calorías. Se utilizan edulcorantes naturales y sustitutos del azúcar como la Stevia y el Eritritol para hacer que estas bebidas sean más saludables (Bernal Castro et al., 2017).

Sostenibilidad y responsabilidad social: los consumidores se centran en las prácticas sostenibles y la responsabilidad social de las marcas. Esto se manifiesta en una preferencia por bebidas funcionales que se produzcan de forma sostenible, tengan envases reciclables y estén diseñadas para el bienestar social en este caso ecológicos (Russell, 2014).

Personalización: los consumidores buscan bebidas funcionales que satisfagan sus necesidades individuales. Esto ha llevado al desarrollo de bebidas personalizadas en las que se pueden elegir ingredientes y concentraciones específicos en función de problemas de salud o preferencias personales (Rabadán et al., 2021).

Innovación y variedad de gustos: los consumidores buscan constantemente nuevas experiencias sensoriales. Las bebidas funcionales continúan evolucionando, ofreciendo una variedad de sabores y combinaciones únicos que atraen a diferentes segmentos del mercado (Rabadán et al., 2021).

3. Planteamiento del Problema.

En el mundo la tasa de cáncer es creciente, según datos de Organización panamericana de salud existen 20 millones de nuevos casos de cáncer a nivel global, en los próximos 20 años aumentará aproximadamente 60% y el sistema de salud empezará a tener grandes problemas, los radicales libres por las dietas es uno de los principales problemas para el crecimiento de esta enfermedad, es por eso de la importancia de bebidas con alto contenido de antioxidantes (Sung et al., 2021).

Los radicales libres son moléculas inestables y altamente reactivas que están en el centro de la investigación del cáncer. Estos compuestos se producen naturalmente en el cuerpo y también pueden ser producidos por factores

externos como la radiación y el tabaquismo. El cáncer ocurre cuando el material genético de una célula se daña y comienza a multiplicarse sin control y pueden dañar el ADN, provocar mutaciones y crecimiento celular descontrolado (Poprac et al., 2017). Aquí es donde entra en juego el delicado equilibrio de la oxidación y el cuerpo ya que desarrolla un sistema de defensa antioxidante que combate los radicales libres. Los antioxidantes como las vitaminas C y E actúan como escudos protectores y neutralizan los radicales libres antes de que causen daños irreversibles. Aunque la conexión entre los radicales libres y el cáncer es compleja, está claro que el equilibrio entre la oxidación y los antioxidantes es importante. Es importante evitar la exposición excesiva a los radicales libres y llevar una dieta rica en antioxidantes. La investigación actual tiene como objetivo comprender mejor esta conexión. La prevención es la clave para combatir las enfermedades y combatir los radicales libres es un paso importante en esta dirección (Jang et al., 2022).

El consumo excesivo de azúcar se ha convertido en un peligro silencioso para la salud en la sociedad actual. A medida que los alimentos procesados y las bebidas azucaradas se vuelven omnipresentes, los problemas de salud relacionados con el azúcar, la obesidad, la diabetes tipo 2, enfermedades cardíacas y otros problemas de salud, siguen aumentando. El vínculo entre el azúcar y la obesidad es especialmente preocupante porque la obesidad se ha convertido en una epidemia mundial (Yoshida & Simoes, 2018). El azúcar, especialmente el jarabe de maíz con alto contenido de fructosa altera los procesos metabólicos y favorece la acumulación de grasa en el organismo. La diabetes tipo 2 se puede prevenir en gran medida, sin embargo, también está relacionada con el consumo excesivo de azúcar. La resistencia a la insulina inducida por el azúcar causa este trastorno, que puede tener graves consecuencias para la salud a largo plazo. Además, el azúcar aumenta el riesgo de enfermedades cardíacas al aumentar los triglicéridos y reducir el colesterol HDL. Este factor de riesgo, junto con la obesidad y la diabetes, contribuye a un grupo de enfermedades denominadas síndrome metabólico (Arnone et al., 2022).

4. Objeto de estudio

El estudio se basa en desarrollar una bebida saludable y funcional a base de sauco negro que aporte con antioxidantes, elaborado con edulcorantes no calóricos, esta bebida puede ser una gran alternativa a los productos en el mercado, puesto que es un nuevo producto el cual no existe en el mercado ecuatoriano y la tendencia mundial al consumo de bebidas son de este tipo. Como restricciones por el tiempo solo se explorará dos dosificaciones, sin agregar otro saborizante y mejorar la formulación inicial.

5. Objetivos

Objetivo General

Caracterizar los polifenoles y antioxidantes presentes en el desarrollo de una bebida con baya de sauco negro.

Objetivos específicos

- ✓ Determinar la mejor formulación de una bebida funcional a base de baya de sauco negro mediante evaluación sensorial y contenido de polifenoles.
- ✓ Realizar un análisis microbiológico y bromatológico del mejor tratamiento.

6. Justificación

Este proyecto nace debido a la falta de bebidas funcionales en el mercado, los cuales tengan un aporte real de antioxidantes, con este proyecto se pretende obtener un producto con un análisis del HPLC que indique exactamente cuánto es el aporte de antioxidantes al consumir el producto final, y con esto establecer un producto diferenciador, de igual manera al no existir productos a nivel internacional como nacional con baya de sauco negro es una innovación en este campo de la industria alimenticia.

7. Aplicación de la metodología

7.1. Métodos

Elaboración de una bebida funcional

Para la elaboración de una bebida funcional se requiere primero la materia prima en este caso se logró conseguir sauco negro liofilizado de parte de una empresa estadounidense dedicada a la elaboración de polvos, con este se realizó las diferentes dosificaciones siguiendo las dosis recomendadas por el proveedor, las cuales se encuentran en anexos, para la elaboración de bebidas se basa en la norma NTE INEN 2337 de bebidas y NTE INEN 2587 de alimentos funcionales (Salamanca G. et al., 2010)

7.2. Equipos

- ✓ Potenciómetro BOECO.
- ✓ HPLC.
- ✓ Refractómetro Digital.
- ✓ Balanza Digital BOECO
- ✓ Balanza Analítica BOECO

7.3. Materiales y reactivos/aditivos utilizados

7.3.1. Materiales

- ✓ Bowls
- ✓ Cucharitas de Acero Inoxidable

7.3.2. Materia Prima/Reactivos/Aditivos utilizados

- ✓ Polvo 100% de Elder Berry liofilizado
- ✓ Agua filtrada
- ✓ Ácido ascórbico
- ✓ Stevia
- ✓ Eritritol
- ✓ Monk-Fruit

7.4. Procedimiento

7.4.1. Análisis del HPLC

El análisis por cromatografía líquida de alta eficiencia (HPLC, por sus siglas en inglés) es una técnica ampliamente utilizada para separar, identificar y cuantificar los componentes de una muestra líquida. El saúco negro (*Sambucus nigra*) es una planta que ha sido objeto de interés debido a sus posibles propiedades

antioxidantes y beneficios para la salud. Un análisis HPLC de una bebida de saúco negro podría centrarse en la identificación y cuantificación de compuestos como antocianinas, flavonoides y otros compuestos polifenólicos presentes en la planta (Huang et al., 2019).

Un análisis HPLC típico de una bebida de saúco negro podría involucrar los siguientes pasos:

Como primer paso se debe filtrar para eliminar partículas sólidas. Se realiza la selección de columna y fase móvil el cual consiste en elegir una columna cromatográfica adecuada y una fase móvil que permita la separación eficiente de los compuestos presentes en la muestra. Para compuestos polifenólicos, columnas C18 son comunes (Mutavski et al., 2022).

Se define condiciones de cromatografía la cual se establecen las condiciones de cromatografía, incluyendo la composición de la fase móvil, el flujo del solvente, la temperatura y el gradiente de elución y para una detección y cuantificación correcta se utiliza un detector apropiado, como un detector UV-visible, para monitorear la elución de los compuestos. Los picos cromatográficos resultantes se integran para obtener áreas proporcionales a las concentraciones de los compuestos presentes (Huang et al., 2019).

Para finalizar se realiza la identificación la cual se comparan los tiempos de retención y los espectros de absorción de los picos cromatográficos con los estándares de referencia o la literatura para identificar los compuestos presentes y con el análisis cuantitativo las áreas de los picos se utilizan para cuantificar la concentración de los compuestos en la muestra. Esto se puede hacer mediante curvas de calibración construidas con estándares de los compuestos de interés (Mutavski et al., 2022).

7.4.2. Análisis Sensorial

La escala hedónica de 9 puntos es una herramienta útil para evaluar respuestas emocionales a estímulos, productos o experiencias. En esta escala, los participantes califican su placer o satisfacción en una escala del 1 al 9, donde 1 significa "muy desagradable" y 9 significa "muy agradable". Esta escala puede

medir con precisión y delicadeza los deseos y sentimientos de las personas. En esta escala, el punto medio (número 5) representa la neutralidad afectiva, donde el sujeto no siente ni simpatía ni disgusto. Los valores más bajos indican disgusto, mientras que los valores más altos indican mayor placer y elección; La belleza de esta escala es su capacidad para captar los matices de las respuestas afectivas. Mientras, que una escala más simple de sí o no puede proporcionar información básica, una escala hedónica de 9 puntos puede proporcionar una evaluación más detallada de las emociones. Es especialmente útil en investigaciones de mercado, evaluación de productos, psicología del consumidor y búsqueda de respuestas matizadas (Estrada-López et al., 2018).

Primero se realiza la selección de edulcorantes para comparar, pueden ser edulcorantes tanto naturales como artificiales en este caso se usó Eritritol, Monk-Fruit y Stevia, se prepara la bebida base en cantidades iguales para cada edulcorante, se asegura de que la concentración de edulcorante sea equivalente en todas las muestras con esto se realiza un etiquetado y codificación para mantener el anonimato durante la evaluación. Esto evita cualquier sesgo basado en la preferencia previa del evaluador (Rodríguez et al., 2022).

Se realiza la selección de evaluadores, se recluta un grupo de evaluadores entrenados o consumidores para llevar a cabo la prueba. El número de evaluadores puede variar, pero un grupo de al menos 10-15 personas es recomendable para obtener resultados representativos, en este caso serán los que se logren en el periodo de estudio de 2 meses y se realiza la prueba en un ambiente neutral, sin olores fuertes o distracciones. Se proporciona a cada evaluador un vaso de muestra para cada tratamiento y se define los criterios de evaluación los cuales son Sabor: dulzura, amargura, acidez, después del sabor, Aroma: intensidad, calidad del aroma, Textura: sensación en boca, viscosidad, Apariencia: color, claridad y el Global: preferencia general (Borém et al., 2019).

Para la evaluación se coloca una escala de evaluación la cual proporciona escalas numéricas, descriptores o escalas hedónicas para que los evaluadores expresen sus opiniones. Por ejemplo, una escala de 1 al 9, donde 1 es “muy desagradable” y 9 es “muy agradable”, además se organiza el orden de

evaluación, esto quiere decir que si los evaluadores probarán las muestras en un orden específico (por ejemplo, aleatorio o en orden ascendente/descendente de dulzura) y para finalizar se realiza la recopilación y análisis de datos ya que una vez que todos los evaluadores hayan completado sus evaluaciones, recopila los datos y analiza los resultados (Rodríguez et al., 2022).

7.4.3. Análisis microbiológico

Las muestras de la bebida de sauco con los tratamientos de edulcorantes no calóricos se empaacan en botellas de plástico esterilizados y se refrigeran previo a la determinación.

Para el análisis primero se realiza el proceso de determinación del efecto antimicrobiano en este caso del mejor tratamiento en el día 0, día 10, día 20 y día 30 por triplicado, para la determinación del efecto antimicrobiano se analiza mediante la siembra de la muestra en agar específico en este caso debe ser los que se menciona la normativa del producto en este caso se utilizó, Agar EMB para *Escherichia coli* y *Salmonella*, Agar Manitol Salado para *Staphylococcus aureus*, Agar PCA para *Aerobios mesófilos* (INEN 1529, 2007).

Después se incuba las cajas Petri a 37°C durante un periodo de 24- 36 horas y se realizar la lectura y contabiliza el crecimiento de los microorganismos (INEN 1529, 2007).

7.5. Diseño experimental

Se realizo un diseño experimental completamente al azar con 2 factores, el factor concentración con dos niveles (0,25 – 0,5) y el factor edulcorante con tres niveles (Stevia-Eritritol-Monk-Fruit/Eritritol). Para obtener los resultados se realizó un ANOVA con el 0.05% de error y Tukey para obtener el mejor resultado con diferencias significativas.

7.5.1. Factores y Tratamientos

Tabla 3: Factores

Factor 1: Concentración		Factor 2: Edulcorante		
A	B	1	2	3
0,25	0,5	Stevia	Eritritol	Monk-Fruit/Eritritol

Tabla 4: Tratamientos

Numero	Sigla	Tratamientos
1	A1	Elderberry 0,25 + Stevia
2	A2	Elderberry 0,25 + Eritritol
3	A3	Elderberry 0,25 + Monk-Fruit/Eritritol
4	B1	Elderberry 0,5 + Stevia
5	B2	Elderberry 0,5 + Eritritol
6	B3	Elderberry 0,5 + Monk-Fruit/Eritritol

8. Resultados

8.1. Formulación

Se presenta a continuación la tabla de la mejor formulación del producto en porcentajes aproximados para proteger los resultados:

Tabla 5: Formulación Final

Ingredientes	Porcentaje %
Agua	95
Monk-Fruit	3
Elderberry	1
Ácido Ascórbico	1
Total	100

A continuación, se presenta la etiqueta del producto final, tanto el anverso como el reverso:

Figura 2: Etiqueta del producto

The image shows the front and back labels for a functional beverage. The front label features a stylized logo with a green and brown geometric design, the text 'BEBIDA FUNCIONAL DE ELDERBERRY', and 'Contenido Neto :300 ml'. The back label includes a nutritional information table, a list of ingredients, and a quote: 'Nuestros cuerpos son lo maspreciado que tenemos en la vida; alimentalos con comida sana'. The back label also features a small image of elderberries and the logo of 'Ingeniería Agroindustrial'.

INFORMACIÓN NUTRICIONAL	
Tamaño por porción:	300 ml
Porciones por envase:	1
Cantidad por porción	
Energía Total (Calorías) 0 kJ (0 kcal)	
Energía de grasa (Calorías de grasa) 0 kJ (0 kcal)	
	% Valor Diario*
Grasa Total 0 g	0%
Grasa saturada 0 g	0%
Grasa trans 0 g	0%
Colesterol 0 g	0%
Sodio 0 g	0%
Carbohidratos Totales 0 g	0%
Fibra alimentaria 0 g	0%
Azúcares totales 0 g	0%
Proteína 0 g	0%

* Los porcentajes de valor diario recomendado están basados en una dieta de 8360kJ (2000 Calorías).

INGREDIENTES

Baya de sauco negro, Monk-Fruit, eritritol, ácido ascórbico

Mantener en un lugar fresco y seco

Fabricado por: Ingeniería Agroindustrial Vía a Nayón a 300 m del redondel del ciclista.
Lote: UD4528562023
Elaborado en: Quito-Ecuador

Ingeniería Agroindustrial *WOL*

8.2. Información nutricional y microbiológico

8.2.1. Información Nutricional

Para la información nutricional del producto por su naturaleza en la normativa NTE INEN 1334-2 menciona que productos con cantidades insignificantes no deben llevar en el numeral 5.6.1, pero en el caso de 5.6.1.2 no está considerado las bebidas en este caso.

Es por eso por lo que en el siguiente grafico se coloca la tabla nutricional del producto.

Tabla 6: Información nutricional

INFORMACIÓN NUTRICIONAL	
Tamaño por porción: 300 ml	
Porciones por envase: 1	
Cantidad por porción	
Energía Total (Calorías) 0 kJ (0 kcal)	
Energía de grasa (Calorías de grasa) 0 kJ (0 kcal)	
% Valor Diario*	
Grasa Total 0 g	0%
Grasa saturada 0 g	0%
Grasa trans 0 g	0%
Colesterol 0 g	0%
Sodio 0 g	0%
Carbohidratos Totales 0 g	0%
Fibra alimentaria 0 g	0%
Azúcares totales 0 g	0%
Proteína 0 g	0%
* Los porcentajes de valor diario recomendado están basados en una dieta de 8380kJ (2000 Calorías).	

8.2.2. Análisis Microbiológicos

En los análisis microbiológicos realizados en los laboratorios siguiendo la normativa NTE INEN 2337 de jugos, bebidas, concentrados, néctares, bebidas de frutas y vegetales se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 7: Requisitos microbiológicos para los productos pasteurizados

Requisitos microbiológicos	c
<i>Coliformes NMP</i> (cm ³) ⁻¹	0
<i>Coliformes fecales NMP</i> (cm ³) ⁻¹	0
<i>Recuento estándar en placa REP UFC</i> (cm ³) ⁻¹	0
<i>Recuento de mohos y levaduras UP</i> (cm ³) ⁻¹	0
<i>Aerobios mesófilos</i>	Incontables
<i>Staphylococcus Aureus</i>	0

c: Número de unidades encontradas

Como se puede observar en la Tabla 7, los resultados cumplen con la normativa vigente de alimentos, los aerobios mesófilos son los resultados que dan incontables esto se debe a que es una placa que es muy sensible a la contaminación y debe realizarse en laboratorios más especializados, cabe recalcar que este parámetro no es obligatorio por norma, sin embargo, se consideró para conocer la inocuidad del producto.

Análisis Sensorial

Los resultados presentes son de 90 personas utilizando una escala hedónica de 1 a 9, se realizó el análisis de color, sabor, olor, regusto y dulzor en el laboratorio de análisis sensorial de la Universidad de las Américas a personal administrativo, estudiantes y personas externas dando los siguientes resultados.

8.2.3. Color

En este análisis de color se expresa los resultados en las siguientes tablas.

Tabla 8: ANOVA del color de las muestras de baya de sauco negro (n=90)

F.V.	gl	SC	CM
Total	539	2578,24	
Tratamientos	5	995,56	199,11***
Error	534	1582,68	2,96

Significancia estadística ***: < 0,001

Del análisis de varianza se puede observar que la fuente de variación en los tratamientos presenta diferencias estadísticas a nivel significativo, es por esta razón con los datos que se realiza un análisis inferencial más profundo de comparación de medias el cual se presenta a continuación en la Tabla 9.

Tabla 9: Comparación de medias del dulzor de las muestras de baya de sauco negro.

Tratamientos	Medias \pm D.E.	Grupos de clasificación	
A3	7,18 \pm 1,47	A	
B3	6,11 \pm 2,10	B	
A2	4,59 \pm 1,56		C
B2	4,50 \pm 1,68		C
B1	3,59 \pm 1,63		D
A1	3,44 \pm 1,66		D

Tukey Alfa=0,05 (n=90)

Como se puede observar en la Tabla 9 el tratamiento A3 (Monk-Fruit con liofilizado de baya de sauco negro al 0,25%) y B3 (Monk-Fruit con liofilizado de baya de sauco negro al 0,5%) se diferencia tanto entre si con los otros tratamientos.

8.2.4. Sabor

En este análisis de sabor se expresa los resultados en las siguientes tablas.

Tabla 10: ANOVA del sabor de las muestras de baya de sauco negro (n=90)

F.V.	gl	SC	CM
Total	539	2501,80	
Tratamientos	5	967,45	193,49***
Error	534	1534,34	2,87

Significancia estadística ***: < 0,001

Del análisis de varianza se puede observar que la fuente de variación en los tratamientos presenta diferencias estadísticas a nivel significativo, es por esta razón con los datos que se realiza un análisis inferencial más profundo de comparación de medias el cual se presenta a continuación en la Tabla 11.

Tabla 11: Comparación de medias del sabor de las muestras de baya de sauco negro.

Tratamientos	Medias \pm D.E.	Grupos de clasificación	
A3	7,06 \pm 1,61	A	
B3	6,01 \pm 1,96	B	
A2	4,39 \pm 1,69		C
B2	4,34 \pm 1,70		C
B1	3,40 \pm 1,72		D
A1	3,22 \pm 1,63		D

Tukey Alfa=0,05 (n=90)

Como se puede observar en la Tabla 11 se pueden mencionar que el tratamiento A3 (Monk-Fruit con liofilizado de baya de sauco negro al 0,25%) y B3 (Monk-Fruit con liofilizado de baya de sauco negro al 0,5%) se diferencia tanto entre si con los otros tratamientos.

8.2.5. Olor

En este análisis de olor se expresa los resultados en las siguientes tablas.

Tabla 12: ANOVA del olor de las muestras de baya de sauco negro (n=90)

F.V.	gl	SC	CM
Total	539	2616,73	
Tratamientos	5	1065,65	213,13***
Error	534	1551,08	2,90

Significancia estadística ***: < 0,001

Del análisis de varianza se puede observar que la fuente de variación en los tratamientos presenta diferencias estadísticas a nivel significativo, es por esta razón con los datos que se realiza un análisis inferencial más profundo de comparación de medias el cual se presenta a continuación en la Tabla 13.

Tabla 13: Comparación de medias del olor de las muestras de baya de sauco negro.

Tratamientos	Medias \pm D.E.	Grupos de clasificación	
A3	7,49 \pm 1,24	A	
B3	6,02 \pm 2,09	B	
A2	4,51 \pm 1,78		C
B2	4,44 \pm 1,66		C
A1	3,60 \pm 1,58		D
B1	3,54 \pm 1,76		D

Tukey Alfa=0,05 (n=90)

Como se puede observar en la Tabla 15 el tratamiento A3 (Monk-Fruit con liofilizado de baya de sauco negro al 0,25%) y B3 (Monk-Fruit con liofilizado de baya de sauco negro al 0,5%) se diferencia tanto entre si con los otros tratamientos.

8.2.6. Regusto

El análisis de interés fue de regusto el cual se expresa los resultados en las siguientes tablas.

Tabla 14: ANOVA del regusto de las muestras de baya de sauco negro (n=90)

F.V.	gl	SC	CM
Total	539	2564,58	
Tratamientos	5	956,99	191,40***

Error	534	1607,59	3,01
-------	-----	---------	------

Significancia estadística ***: < 0,001

Del análisis de varianza se puede observar que la fuente de variación en los tratamientos presenta diferencias estadísticas a nivel significativo, es por esta razón con los datos que se realiza un análisis inferencial más profundo de comparación de medias el cual se presenta a continuación en la Tabla 15.

Tabla 15: Comparación de medias del regusto de las muestras de baya de sauco negro.

Tratamientos	Medias \pm D.E.	Grupos de clasificación	
A3	7,34 \pm 1,26	A	
B3	5,63 \pm 1,96	B	
A2	4,40 \pm 1,74		C
B2	4,34 \pm 1,69		C
B1	3,56 \pm 1,82		D
A1	3,56 \pm 1,85		D

Tukey Alfa=0,05 (n=90)

Como se puede observar en la Tabla 15 se pueden mencionar que el tratamiento A3 (Monk-Fruit con liofilizado de baya de sauco negro al 0,25%) y B3 (Monk-Fruit con liofilizado de baya de sauco negro al 0,5%) se diferencia tanto entre si con los otros tratamientos.

8.2.7. Dulzor

El análisis de interés fue de dulzor el cual se expresa los resultados en las siguientes tablas.

Tabla 16: ANOVA del dulzor de las muestras de baya de sauco negro (n=90)

F.V.	gl	SC	CM
Total	2481,40	2481,40	
Tratamientos	5	1029,91	205,98***
Error	534	1451,49	2,72

Significancia estadística ***: < 0,001

Del análisis de varianza se puede observar que la fuente de variación en los tratamientos presenta diferencias estadísticas a nivel significativo, es por esta razón con los datos que se realiza un análisis inferencial más profundo de comparación de medias el cual se presenta a continuación en la Tabla 17.

Tabla 17: Comparación de medias del dulzor de las muestras de baya de sauco negro.

Tratamientos	Medias \pm D.E.	Grupos de clasificación		
A3	7,48 \pm 1,20	A		
B3	6,20 \pm 1,92		B	
B2	4,86 \pm 1,65			C
A2	4,20 \pm 1,69		C	D
B1	3,76 \pm 3,76			D
A1	3,71 \pm 3,71			D

Tukey Alfa=0,05 (n=90).

Como se puede observar en la Tabla 17 el tratamiento A3 (Monk-Fruit con liofilizado de baya de sauco negro al 0,25%) y B3 (Monk-Fruit con liofilizado de baya de sauco negro al 0,5%) se diferencia tanto entre si con los otros tratamientos.

8.3. Análisis HPLC

Los resultados del HPLC son los siguientes en los factores de concentración:

Tabla 18: Atributos antioxidantes

Atributo Antioxidante	A	B
Folin mM		
Ác. Gálico ml muestra ⁻¹	0,0014 \pm 0,0001	0,0015 \pm 0,0001
% Actividad DPPH	21,84 \pm 4,90	45,06 \pm 5,52
Concentración μ m Trolox ml muestra ⁻¹	7,25 \pm 1,12	12,56 \pm 1,26
Ácido 4-hidroxicinámico mg L ⁻¹	<0,01	<0,01
Ácido 2,5 Dihroxifenilacético mg L ⁻¹	7,38	27,17
Ácido Ferúlico mg L ⁻¹	12,85	27,3
Ácido p-cumárico mg L ⁻¹	0,49	2,58
Ácido 3,4 Dimetoxifenilacético mg L ⁻¹	6,14	7,36
Ácido Gálico mg L ⁻¹	<0,01	0,72

Factor de concentración A=0,25% baya de sauco negro; B=0,5% baya de sauco negro.

8.4. Costos

En este caso se realiza un análisis del precio total de la mejor formulación, en este caso de la B3 (Monk-Fruit con eritritol y liofilizado de baya de sauco negro al 0,5%).

Tabla 19: Costos mejor formulación mercado ecuatoriano.

Cantidad	Unidad	Ingrediente	Costo \$	Costo Total
1	kg	Elderberry	100	0.13
1	kg	Monk-Fruit + Eritritol	150	1.13
1	kg	Agua	1	0.1
1	kg	Ácido Ascórbico	3,75	0.1
TOTAL				1,46

El total de los ingredientes colocados con la formulación final es de 1,46 sin incluir mano de obra y otros aspectos finales.

9. Discusión

Se obtuvo como primer resultado el desarrollo de una bebida funcional alta en antioxidantes a partir de sauco negro, por lo cual, se realizó el análisis bromatológico y microbiológico del producto terminado, en los resultados observamos que la información nutricional es de cero, tanto para calorías como para nutrientes, puesto que su aporte nutricional no es significativo, sin embargo, su aporte de antioxidantes si, al utilizar edulcorantes no calóricos, el aporte de calorías y carbohidratos de igual forma es cero, según (Pilco et al., 2023) el uso estos aditivos en la industria son fundamentales por el cambio de la sociedad a alternativas de consumo de la sacarosa, también ayuda con la información nutricional en el apartado de azúcares como menciona (Ramos Padilla et al., 2017), la tendencias de consumo en el Ecuador está fuertemente guiada con la semaforización de los productos, por consiguiente tenemos un producto que se diferencia de la competencia por que no contiene azúcar, cumple una diferencia al ser una bebida con baya de sauco negro la cual no existe en el mercado nacional y es apto para personas con problemas de diabetes.

El análisis sensorial en una parte fundamental del proyecto, puesto que nos dar la aceptabilidad del producto, se evaluó 5 variables (color, sabor, olor, regusto y

dulzor) con la escala hedónica de 9 puntos. La población analizada fue personal administrativo y estudiantes de diferentes facultades de la Universidad de las Américas, se obtuvieron 90 resultados los cuales se analizaron en INFOSTAT, después de comprobar la normalidad de los 5 resultados con Kolmogorov Smirnov, puesto que la muestra es mayor a 50 se comprobó normalidad en todos los resultados, con esto se aceptó la distribución de datos normales y se realizó el análisis de varianza en el cual da que el tratamiento A3 (Elderberry 0,25 + Monk-Fruit/Eritritol) y B3 (Elderberry 0,5 + Monk-Fruit/Eritritol) son los resultados más aceptados por los panelistas, esto se debe a diferentes factores, uno de ellos se debe al tipo de edulcorante utilizado, como menciona (Majchrzak et al., 2015) se han reportado sabores indeseables cuando se utiliza la Stevia como edulcorante, aun así en baja dosis su sabor no termina de convenciendo a las personas, es por eso que las muestras A1 (Elderberry 0,25 + Stevia) como B1 (Elderberry 0,5 + Stevia) en los 5 puntos analizados no obtuvieron buenos resultados, seguido por el uso de eritritol en la muestra A2 (Elderberry 0,25 + Eritritol) y B2 (Elderberry 0,5 + Eritritol), el eritritol es un edulcorante natural que cada vez va ganado importancia en el mundo de los alimentos como se menciona (Regnat et al., 2018) es un edulcorante que aun hace falta estudios y no se tiene consecuencias de su consumo pero en este caso los resultados indican que es aceptado sin embargo, no cumple las expectativas que se requieren como las muestras A3 y B3 las cuales fueron las más aceptadas por los panelistas, esto se debe a que en estas muestras la mezcla de Monk-Fruit con eritritol aportaron mejor sabor son respecto a las muestras anteriores, según (Younes et al., 2019) aún faltan estudios para utilizarlo como aditivo alimentario, porque no se conocen los riesgos, sin embargo diferentes estudios como menciona (Shivani et al., 2021) se han empezado a usar como edulcorante no calórico, no se ha comprobado su toxicidad y puede ser una buena alternativa hacia diferentes edulcorantes puesto que su origen es de forma natural.

En el estudio realizado de HPLC de la muestra que se elaboró en diferentes concentraciones (A en 0,25 y B en 0,5) los cuales se analizaron y dieron por resultados altas concentraciones de capacidad antioxidante, ácido ferúlico, ácido p-cumárico y ácido gálico siendo los valores de B con concentraciones

superiores en la muestra A, sin embargo, en el análisis sensorial es que la mayoría de personas prefirió fue la muestra A3 con la menor concentración de baya de sauco negro y la mezcla de edulcorante sobre B3 con mayor concentración y la misma dosis de edulcorante, la mayoría de estos compuestos obtenidos tienen diferentes propiedades antioxidantes excelentes para el cuerpo humano, mientras más concentración ingieras resulta ser efectivo como menciona (Zduńska et al., 2018) el consumo de ácido ferúlico aporta grandes beneficios en la salud humana y el consumo debe ser lo máximo posible y diario para tener efectos positivos en la salud, ayuda con la inhibición de enzimas las cuales catalizan los radicales libres en el cuerpo, ayuda a muchos factores de la piel como elasticidad, agente fotoprotector, además de su capacidad antioxidante, según la organización mundial de la salud el consumo diario de frutas y vegetales es de 400 g Día⁻¹ (Dudonné et al., 2009), finalmente, se concluye que la actividad antioxidante en los alimentos pueden aportar en la salud y prevención de enfermedades, por esta razón se toma como mejor tratamiento la muestra B3 para la elaboración del producto final, el aporte de 50% de antioxidantes y entre los otros componentes que se encuentran en la bebida lo catalogan como un alimentos funcional. La bebida desarrollada de sauco negro cumple con los parámetros de normativa NTE INEN 2587.

10. Conclusiones y Recomendaciones

10.1. Conclusiones

- Se logró formular y caracterizar mediante HPLC los diferentes polifenoles, la concentración de polifenoles y la capacidad antioxidante de una bebida de sauco negro, obteniendo resultados positivos con altas concentraciones de capacidad antioxidante de 45%, ácido ferúlico 27,3 mg L⁻¹, ácido p-cumárico 28,1 mg L⁻¹ y ácido gálico 0,72 mg L⁻¹ en la muestra B3 (Elderberry 0,5 + Monk-Fruit/Eritritol).
- El tratamiento con mejor resultado en el análisis sensorial fue A3 (Elderberry 0,25 + Monk-Fruit/Eritritol) por su sabor, color, olor y regusto. Sin embargo, la que más aporta polifenoles y propiedades beneficiosas por la concentración de antioxidantes es la B3 (Elderberry 0,5 + Monk-

Fruit/Eritritol). Por esta razón, se decide escoger para la elaboración de la bebida el tratamiento B3.

- Se realizó un análisis bromatológico y microbiológico del mejor tratamiento B3 (Elderberry 0,50 + Monk-Fruit/Eritritol) según se especifica en las normativas vigentes NTE INEN 2737 e INEN 13341-13342 y cumplió con todos los parámetros establecidos.

10.2. Recomendaciones

- ✓ Desarrollar otras bebidas antioxidantes para ofertar en el mercado por la carencia que existe en el mercado de estos productos.
- ✓ Se recomienda analizar mayor número de compuestos bioactivos en esta bebida y en otro tipo de productos elaborados con sauco negro consideran la alta actividad antioxidante que tiene.
- ✓ Incluir en la legislación ecuatoriana una normativa que regule las cantidades de antioxidantes recomendadas, así como las declaraciones de salud que se pueden incluir en el etiquetado.

Referencias

- Arnone, D., Chabot, C., Heba, A. C., Kökten, T., Caron, B., Hansmann, F., Dreumont, N., Ananthakrishnan, A. N., Quilliot, D., & Peyrin-Biroulet, L. (2022). Sugars and Gastrointestinal Health. *Clinical Gastroenterology and Hepatology: The Official Clinical Practice Journal of the American Gastroenterological Association*, 20(9), 1912-1924.e7. <https://doi.org/10.1016/J.CGH.2021.12.011>
- Bartkiene, E., Zavistanaviciute, P., Lele, V., Ruzauskas, M., Bartkevics, V., Bernatoniene, J., Gallo, P., Tenore, G. C., & Santini, A. (2018). Lactobacillus plantarum LUHS135 and paracasei LUHS244 as functional starter cultures for the food fermentation industry: Characterisation, mycotoxin-reducing properties, optimisation of biomass growth and sustainable encapsulation by using dairy by-products. *LWT*, 93, 649–658. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2018.04.017>
- Bernal Castro, C. A., Díaz-Moreno, C., Gutiérrez-Cortés, C., Bernal Castro, C. A., Díaz-Moreno, C., & Gutiérrez-Cortés, C. (2017). Probióticos y prebióticos en matrices de origen vegetal: Avances en el desarrollo de bebidas de frutas. *Revista Chilena de Nutrición*, 44(4), 383–392. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182017000400383>
- Borém, F. M., Ribeiro, F. C., Figueiredo, L. P., Giomo, G. S., Siqueira, V. C., & Dias, C. A. (2019). Sensory analysis and fatty acid profile of specialty coffees stored in different packages. *Journal of Food Science and Technology*, 56(9), 4101–4109. <https://doi.org/10.1007/S13197-019-03879-3>
- Castro Lucia. (2017). *Estudio de la capacidad antioxidante y contenido de polifenoles de la extracción etanólica de hojas de guayusa (ilex guayusa loes) deshidratadas trituradas* [Universidad Tecnológica Equinoccial]. <http://repositorio.ute.edu.ec/xmlui/handle/123456789/16684>

- Castro-Muñoz, R., Correa-Delgado, M., Córdova-Almeida, R., Lara-Nava, D., Chávez-Muñoz, M., Velásquez-Chávez, V. F., Hernández-Torres, C. E., Gontarek-Castro, E., & Ahmad, M. Z. (2022). Natural sweeteners: Sources, extraction and current uses in foods and food industries. *Food Chemistry*, 370, 130991. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2021.130991>
- Chen, Z. wei, Shen, Z. wei, Hua, Z. lin, & Li, X. qing. (2023a). Global development and future trends of artificial sweetener research based on bibliometrics. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 263, 115221. <https://doi.org/10.1016/J.ECOENV.2023.115221>
- Chen, Z. wei, Shen, Z. wei, Hua, Z. lin, & Li, X. qing. (2023b). Global development and future trends of artificial sweetener research based on bibliometrics. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 263, 115221. <https://doi.org/10.1016/J.ECOENV.2023.115221>
- Christofides, E. A. (2021). POINT: Artificial Sweeteners and Obesity—Not the Solution and Potentially a Problem. *Endocrine Practice*, 27(10), 1052–1055. <https://doi.org/10.1016/J.EPRAC.2021.08.001>
- Dudonné, S., Vitrac, X., Coutière, P., Woillez, M., & Mérillon, J. M. (2009). Comparative study of antioxidant properties and total phenolic content of 30 plant extracts of industrial interest using DPPH, ABTS, FRAP, SOD, and ORAC assays. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(5), 1768–1774. <https://doi.org/10.1021/JF803011R>
- Estrada-López, H. H., Restrepo-Flórez, C. E., Iglesias-Navas, M. A., Estrada-López, H. H., Restrepo-Flórez, C. E., & Iglesias-Navas, M. A. (2018). Aceptabilidad Sensorial de Productos de Panadería y Repostería con Incorporación de Frutas y Hortalizas Deshidratadas como Ingredientes Funcionales. *Información Tecnológica*, 29(4), 13–20. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642018000400013>
- FAO. (2021, June). *Food and Agriculture Organization of the United Nations*. FAOSTAT.

- Ferreira, S. S., Silva, P., Silva, A. M., & Nunes, F. M. (2020). Effect of harvesting year and elderberry cultivar on the chemical composition and potential bioactivity: A three-year study. *Food Chemistry*, 302, 125366. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2019.125366>
- Hawkins, J., Baker, C., Cherry, L., & Dunne, E. (2019). Black elderberry (*Sambucus nigra*) supplementation effectively treats upper respiratory symptoms: A meta-analysis of randomized, controlled clinical trials. *Complementary Therapies in Medicine*, 42, 361–365. <https://doi.org/10.1016/J.CTIM.2018.12.004>
- Huang, H. S., Yu, H. S., Yen, C. H., & Liaw, E. T. (2019). HPLC-DAD-ESI-MS Analysis for Simultaneous Quantitation of Phenolics in Taiwan Elderberry and Its Anti-Glycation Activity. *Molecules (Basel, Switzerland)*, 24(21). <https://doi.org/10.3390/MOLECULES24213861>
- Iizuka, K. (2022). Is the Use of Artificial Sweeteners Beneficial for Patients with Diabetes Mellitus? The Advantages and Disadvantages of Artificial Sweeteners. *Nutrients*, 14(21). <https://doi.org/10.3390/NU14214446>
- INEN 1529. (2007). *NTE INEN 1529 1 | PDF*. INEN. <https://es.slideshare.net/eGrandam/nte-inen-1529-1>
- Jang, W. Y., Kim, M. Y., & Cho, J. Y. (2022). Antioxidant, Anti-Inflammatory, Anti-Menopausal, and Anti-Cancer Effects of Lignans and Their Metabolites. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(24). <https://doi.org/10.3390/IJMS232415482>
- Khan, N., & Mukhtar, H. (2018). Tea Polyphenols in Promotion of Human Health. *Nutrients*, 11(1). <https://doi.org/10.3390/NU11010039>
- Lee, Y. M., Yoon, Y., Yoon, H., Park, H. M., Song, S., & Yeum, K. J. (2017). Dietary Anthocyanins against Obesity and Inflammation. *Nutrients*, 9(10). <https://doi.org/10.3390/NU9101089>

- Liu, D., He, X. Q., Wu, D. T., Li, H. Bin, Feng, Y. Bin, Zou, L., & Gan, R. Y. (2022). Elderberry (*Sambucus nigra* L.): Bioactive Compounds, Health Functions, and Applications. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *70*(14), 4202–4220.
https://doi.org/10.1021/ACS.JAFC.2C00010/ASSET/IMAGES/MEDIUM/JF2C00010_0004.GIF
- Liu, Y., Ma, M., & Yuan, Y. (2023). The potential of curcumin-based co-delivery systems for applications in the food industry: Food preservation, freshness monitoring, and functional food. *Food Research International*, *171*, 113070.
<https://doi.org/10.1016/J.FOODRES.2023.113070>
- Long, W., Lei, G., Guan, Y., Chen, H., Hu, Z., She, Y., & Fu, H. (2023). Classification of Chinese traditional cereal vinegars and antioxidant property predication by fluorescence spectroscopy. *Food Chemistry*, *424*, 136406.
<https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2023.136406>
- Majchrzak, D., Ipsen, A., & Koenig, J. (2015). Sucrose-replacement by rebaudioside a in a model beverage. *Journal of Food Science and Technology*, *52*(9), 6031–6036. <https://doi.org/10.1007/S13197-014-1624-Z/METRICS>
- Mejia, E., & Pearlman, M. (2019). Natural Alternative Sweeteners and Diabetes Management. *Current Diabetes Reports*, *19*(12).
<https://doi.org/10.1007/S11892-019-1273-8>
- Mutavski, Z., Nastić, N., Živković, J., Šavikin, K., Veberič, R., Medič, A., Pastor, K., Jokić, S., & Vidović, S. (2022). Black Elderberry Press Cake as a Source of Bioactive Ingredients Using Green-Based Extraction Approaches. *Biology*, *11*(10). <https://doi.org/10.3390/BIOLOGY11101465>
- Olszewska, M. A., Gėdas, A., & Simões, M. (2020). Antimicrobial polyphenol-rich extracts: Applications and limitations in the food industry. *Food Research International*, *134*, 109214.
<https://doi.org/10.1016/J.FOODRES.2020.109214>

- Oviedo-Solís, C. I., Cornejo-Manzo, S., Murillo-Ortiz, B. O., Guzmán-Barrón, M. M., & Ramírez-Emiliano, J. (2018). Los polifenoles de la fresa disminuyen el estrés oxidativo en enfermedades crónicas. *Gaceta de México*, *154*(1). <https://doi.org/10.24875/GMM.17002759>
- Ozsefil, I. C., & Ziyilan-Yavas, A. (2023). Green approach for polyphenol extraction from waste tea biomass: Single and hybrid application of conventional and ultrasound-assisted extraction. *Environmental Research*, *235*, 116703. <https://doi.org/10.1016/J.ENVRES.2023.116703>
- PALACIO VÁSQUEZ, E., HURTADO IBARBO, J. H., ARROYAVE ROA, J. D., CARDONA CAICEDO, M., & MARTÍNEZ-GIRÓN, J. (2017). EDULCORANTES NATURALES UTILIZADOS EN LA ELABORACIÓN DE CHOCOLATES. *Biotecnología En El Sector Agropecuario y Agroindustrial*, *15*(2), 142–152. [https://doi.org/10.18684/BSAA\(15\)142-152](https://doi.org/10.18684/BSAA(15)142-152)
- Pilco, C. J., Quicaliquin, R. M., Viscarra, B. A., Meneces, E. S., & Salguero, H. S. (2023). Edulcorantes no calóricos en la industria alimentaria: efectos y beneficios frente a la salud humana: Non-caloric sweeteners in the food industry: effects and benefits on human health. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, *4*(1), 1692–1700. <https://doi.org/10.56712/latam.v4i1.370>
- Pohanka, M. (2023). Assays of antioxidant capacity: Optics and voltammetry. *International Journal of Electrochemical Science*, *18*(10), 100276. <https://doi.org/10.1016/J.IJOES.2023.100276>
- Popkin, B. M., & Hawkes, C. (2016). Sweetening of the global diet, particularly beverages: patterns, trends, and policy responses. *The Lancet. Diabetes & Endocrinology*, *4*(2), 174–186. [https://doi.org/10.1016/S2213-8587\(15\)00419-2](https://doi.org/10.1016/S2213-8587(15)00419-2)
- Poprac, P., Jomova, K., Simunkova, M., Kollar, V., Rhodes, C. J., & Valko, M. (2017). Targeting Free Radicals in Oxidative Stress-Related Human

- Diseases. *Trends in Pharmacological Sciences*, 38(7), 592–607. <https://doi.org/10.1016/J.TIPS.2017.04.005>
- Rabadán, A., Nieto, R., & Bernabéu, R. (2021). Food Innovation as a Means of Developing Healthier and More Sustainable Foods. *Foods*, 10(9). <https://doi.org/10.3390/FOODS10092069>
- Ramos Padilla, P. D., Carpio Arias, T. V., Delgado López, V. C., Villavicencio Barriga, V. D., Andrade, C. E., Fernández-Sáez, J., Ramos Padilla, P. D., Carpio Arias, T. V., Delgado López, V. C., Villavicencio Barriga, V. D., Andrade, C. E., & Fernández-Sáez, J. (2017). Actitudes y prácticas de la población en relación con el etiquetado de tipo “semáforo nutricional” en Ecuador. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*, 21(2), 121–129. <https://doi.org/10.14306/RENHYD.21.2.306>
- Regnat, K., Mach, R. L., & Mach-Aigner, A. R. (2018). Erythritol as sweetener--wherefrom and where to? *Applied Microbiology and Biotechnology*, 102(2), 587–595. <https://doi.org/10.1007/S00253-017-8654-1>
- Rodrigues, N., Peres, A. M., Baptista, P., & Pereira, J. A. (2022). Olive Oil Sensory Analysis as a Tool to Preserve and Valorize the Heritage of Centenarian Olive Trees. *Plants (Basel, Switzerland)*, 11(3). <https://doi.org/10.3390/PLANTS11030257>
- Rossi, D., Guerrini, A., Maietti, S., Bruni, R., Paganetto, G., Poli, F., Scalvenzi, L., Radice, M., Saro, K., & Sacchetti, G. (2011). Chemical fingerprinting and bioactivity of Amazonian Ecuador Croton lechleri Müll. Arg. (Euphorbiaceae) stem bark essential oil: A new functional food ingredient? *Food Chemistry*, 126(3), 837–848. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2010.11.042>
- Russell, D. A. M. (2014). Sustainable (food) packaging--an overview. *Food Additives & Contaminants. Part A, Chemistry, Analysis, Control, Exposure & Risk Assessment*, 31(3), 396–401. <https://doi.org/10.1080/19440049.2013.856521>

- Salamanca G., G., Osorio T., M. P., & Montoya, L. M. (2010). ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA FUNCIONAL DE ALTO VALOR BIOLÓGICO A BASE DE BOROJO (*Borojoa patinoi* Cuatrec). *Revista Chilena de Nutrición*, *37*(1), 87–96. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182010000100009>
- Shivani, Thakur, B. K., Mallikarjun, C. P., Mahajan, M., Kapoor, P., Malhotra, J., Dhiman, R., Kumar, D., Pal, P. K., & Kumar, S. (2021). Introduction, adaptation, and characterization of monk fruit (*Siraitia grosvenorii*): a non-caloric new natural sweetener. *Scientific Reports*, *11*(1). <https://doi.org/10.1038/S41598-021-85689-2>
- Silva, P., Ferreira, S., & Nunes, F. M. (2017). Elderberry (*Sambucus nigra* L.) by-products a source of anthocyanins and antioxidant polyphenols. *Industrial Crops and Products*, *95*, 227–234. <https://doi.org/10.1016/J.INDCROP.2016.10.018>
- Sinha, V., & Parmar, H. (2023). Development and validation of multidimensional scale on Indian consumer's acceptance of functional food (FFS) - The sustainable option. *Cleaner and Responsible Consumption*, *10*, 100128. <https://doi.org/10.1016/J.CLRC.2023.100128>
- Sung, H., Ferlay, J., Siegel, R. L., Laversanne, M., Soerjomataram, I., Jemal, A., & Bray, F. (2021). Global Cancer Statistics 2020: GLOBOCAN Estimates of Incidence and Mortality Worldwide for 36 Cancers in 185 Countries. *CA: A Cancer Journal for Clinicians*, *71*(3), 209–249. <https://doi.org/10.3322/CAAC.21660>
- Yoshida, Y., & Simoes, E. J. (2018). Sugar-Sweetened Beverage, Obesity, and Type 2 Diabetes in Children and Adolescents: Policies, Taxation, and Programs. *Current Diabetes Reports*, *18*(6). <https://doi.org/10.1007/S11892-018-1004-6>
- Younes, M., Aquilina, G., Engel, K. H., Fowler, P., Frutos Fernandez, M. J., Fürst, P., Gürtler, R., Gundert-Remy, U., Husøy, T., Mennes, W., Moldeus, P., Oskarsson, A., Shah, R., Waalkens-Berendsen, I., Wölfle, D., Degen, G.,

- Herman, L., Gott, D., Leblanc, J. C., ... Castle, L. (2019). Safety of use of Monk fruit extract as a food additive in different food categories. *EFSA Journal. European Food Safety Authority*, 17(12). <https://doi.org/10.2903/J.EFSA.2019.5921>
- Zduńska, K., Dana, A., Kolodziejczak, A., & Rotsztein, H. (2018). Antioxidant Properties of Ferulic Acid and Its Possible Application. *Skin Pharmacology and Physiology*, 31(6), 332–336. <https://doi.org/10.1159/000491755>
- Zhang, B., Zhang, Y., Xing, X., & Wang, S. (2022). Health benefits of dietary polyphenols: insight into interindividual variability in absorption and metabolism. *Current Opinion in Food Science*, 48, 100941. <https://doi.org/10.1016/J.COFS.2022.100941>
- Zhou, Z., Xiao, J., Guan, S., Geng, Z., Zhao, R., & Gao, B. (2022). A hydrogen-bonded antibacterial curdlan-tannic acid hydrogel with an antioxidant and hemostatic function for wound healing. *Carbohydrate Polymers*, 285, 119235. <https://doi.org/10.1016/J.CARBPOL.2022.119235>

Anexos



Figura 3: Pesaje del agua

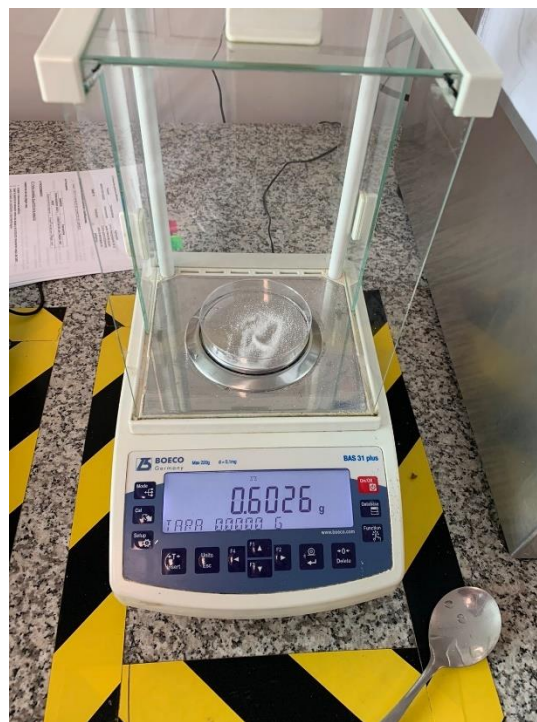


Figura 5: Pesaje del ácido ascórbico



Figura 4: Pesaje de la baya de sauco negro



Figura 6: Bebidas en diferentes porcentajes



Figura 8: Conteo de microorganismos



Figura 7: Análisis microbiológico

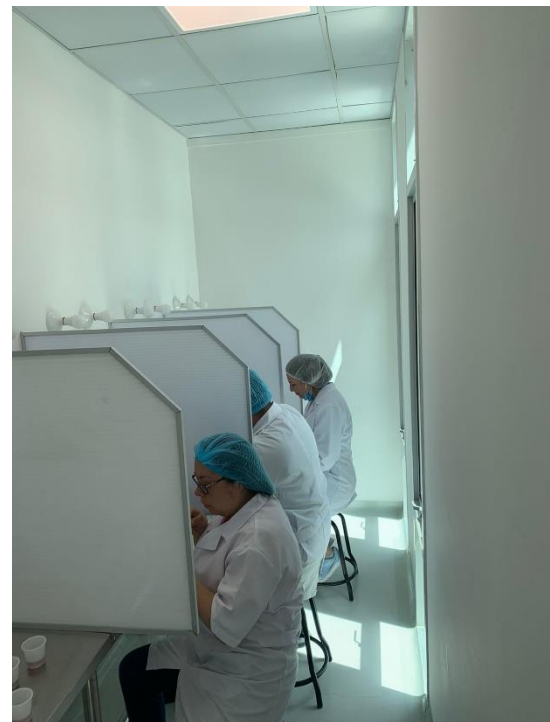


Figura 9: Análisis Sensorial



Figura 10: Toma de datos