



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

“DESARROLLO DE UN COLORANTE NATURAL DESDE DEL FRUTO
DEL SAÚCO NEGRO (*Sambucus nigra*) PARA USO EN LA INDUSTRIA
ALIMENTARIA”

AUTOR

Nicolás Aguirre López

AÑO

2018



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

“DESARROLLO DE UN COLORANTE NATURAL DESDE EL FRUTO DEL
SAÚCO NEGRO (*Sambucus nigra*) PARA USO EN LA INDUSTRIA
ALIMENTARIA”

“trabajo de titulación presentado en conformidad con los requisitos establecidos
para optar por el título de Ingeniero Agroindustrial y de Alimentos”

Profesora guía

M.Sc. Evelin Alexandra Tamayo Gutiérrez

Autor

Nicolás Aguirre López

Año

2018

DECLARACIÓN DE LA PROFESORA GUÍA

"Declaro haber dirigido el trabajo, DESARROLLO DE UN COLORANTE NATURAL DESDE EL FRUTO DEL SAÚCO NEGRO (*Sambucus nigra*) PARA USO EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA, a través de reuniones periódicas con el estudiante NICOLÁS AGUIRRE LÓPEZ, en el semestre 2018-2, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación".

Evelin Alexandra Tamayo Gutiérrez

Magister en gestión de proyectos socio productivos

C.I. 1713985198

DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR

"Declaro haber revisado este trabajo, DESARROLLO DE UN COLORANTE NATURAL DESDE EL FRUTO DEL SAÚCO NEGRO (*Sambucus nigra*) PARA USO EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA, del estudiante NICOLÁS AGUIRRE LÓPEZ, en el semestre 2018-2, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación"

María Elizabeth Mosquera Quelal

Magister en docencia universitaria y administración educativa

C.I: 1715044192

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.

Nicolás Aguirre López

C.I. 1727134544

AGRADECIMIENTOS

A Dios principalmente por darme la vida y las ganas de seguir adelante en mis estudios.

A mi familia, a mis Padres, por otorgarme la oportunidad y apoyo en mi preparación.

A mi novia, Nathaly por creer siempre en mis conocimientos, por estar a mi lado en todo momento.

Y a mis profesores guía y corrector, por compartir sus conocimientos en esta etapa de mi vida.

DEDICATORIA

A Dios, mi virgen María y todos mis Santos que me iluminaron día tras día.

A mis padres, por su sacrificio durante la etapa universitaria.

A mi novia, Nathaly por ser incondicional, siempre estar presente y apoyar mis necesidades.

A la Ingeniera Elizabeth Mosquera, quien fue mi guía fundamental en este trabajo de titulación.

Al personal de laboratorio, quienes colaboraron con la realización de este trabajo.

RESUMEN

El uso indebido de colorantes de origen artificial en los productos alimentarios está siendo evaluado y cuestionado por los consumidores debido a sus efectos perjudiciales para la salud. Se han registrado casos de alergias y algunos tipos de cáncer, por lo que los consumidores están optando por la adquisición de productos naturales. Debido a esto, se ha realizado el presente trabajo de investigación que tiene como objetivo principal el desarrollo de un colorante natural, utilizando el fruto maduro del saúco negro (*Sambucus nigra*) como sustituto total del colorante para uso en la industria alimentaria. Los frutos de éste arbusto poseen antocianinas, pigmentos naturales de interés para la citada industria. Se utilizó tres metodologías para la obtención de soluciones colorantes a partir del fruto maduro, dos de las muestras se maceraron por dos y quince días respectivamente con solventes diferentes y la tercera se liofilizó. Se prensó las muestras para obtener la solución colorante a partir de cada una de las metodologías. Para la primera metodología de extracción, se utilizó la aplicación de solvente etanol al 90%; para la segunda se utilizó agua potable y en la última, se liofilizó completamente el fruto maduro. Se calculó la cantidad a utilizar de cada uno de las soluciones colorantes en la elaboración de dulces comestibles para obtener como resultado, dos tonalidades diferentes características de las antocianinas, dichas tonalidades fueron apreciadas con las distintas dosificaciones; 10 ml, 20 ml y 40 ml de colorante líquido para percibir matices rojos y morados, estos fueron evaluados en base a una escala hedónica con parámetros de sabor, color y preferencia. Los resultados obtenidos en las encuestas indicaron que la mejor muestra, en más del 50% de aceptabilidad, fue la de líquido colorante obtenido de agua potable. Por otro lado, los resultados estadísticos mostraron que la muestra de alcohol fue la mejor para obtener el color rojo, a diferencia de la metodología de liofilizado, en la que se observó color morado.

Palabras clave: antocianinas, pigmento, colorante natural, *Sambucus nigra*.

ABSTRACT

The misuse of dyes of artificial origin in food products is being evaluated and questioned by consumers due to its harmful effects on health. There have been cases of allergies and some types of cancer, so that consumers are opting for the acquisition of natural products. Due to this, the present research work has been carried out whose main objective is the development of a natural dye, using the ripe fruit of the black elderberry (*Sambucus nigra*) as a total substitute of the dye for use in the food industry. The fruits of this shrub possesses anthocyanins, natural pigments of interest for the industrial room. Three methods were used to obtain color solutions from the mature fruit, two of the samples were macerated for two and fifteen days respectively, different ones were resolved and the third was lyophilized. The samples were pressed to obtain the dye solution from each of the methodologies. For the first extraction methodology, the application of 90% ethanol solvent was used; for the second time, drinking water and in the last, the ripe fruit was completely freeze-dried. The amount to be used of each one of the coloring solutions in the elaboration of edible sweets was calculated to obtain results, the two characteristics of the anthocyanins, the tonalities were appreciated with the different dosages; 10 ml, 20 ml and 40 ml of liquid dye to perceive red and purple shades, these were evaluated based on a hedonic scale with parameters of taste, color and preference. The results obtained in the surveys indicated that the best sample, in more than 50% of acceptability, was the liquid dye obtained from drinking water. On the other hand, the statistical results showed that the alcohol sample was the best to obtain the red color, a difference of the lyophilized methodology, in which it is colored in purple.

Key words: anthocyanins, pigment, natural coloring, *Sambucus nigra*.

Índice

INTRODUCCIÓN	1
Objetivos	4
Objetivo general	4
Objetivo específico	4
1. MARCO TEÓRICO	5
1.1 Cultivo del saúco (<i>sambucus nigra</i>)	5
1.1.1 Taxonomía del saúco	8
1.1.2 Necesidades del cultivo	8
1.1.3 Compuestos químicos	9
1.1.4 Beneficios del saúco	9
1.1.5 Investigaciones acerca del saúco	9
1.1.6 Productos que se pueden elaborar a partir del saúco	10
1.1.7 Análisis bromatológico del saúco negro	10
1.2 Concepto de los metodos de extracción	11
1.3 Colorantes pigmentantes	12
1.3.1 Colorantes naturales	12
1.3.2 Colorantes sinteticos	12
1.4 Los flavonoides	16
1.4.1 Estructura química	17
1.4.2 Antocianinas	18
1.4.2.1 Tipos de antocianinas	19
1.4.2.2 Las antocianinas como colorantes naturales	20
1.4.3 Estructura y color de las antocianinas	20
1.4.4 Factores químicos que determinan el color y estabilidad	21
1.5 Confites	23
1.6 Encuestas hedónicas	23
2. MATERIALES Y MÉTODOS	25

2.1 Materiales para la extracción de los pigmentos y elaboración de los confites	25
2.1.1 Equipo	25
2.1.2 Material Vegetal	25
2.1.3 Material de laboratorio	25
2.1.4 Material para elaboración de confites	25
2.2 Método para la extracción de los colorantes naturales.....	26
2.2.1 Maceración de etanol 90%.....	26
2.2.2 Maceración de agua	26
2.2.1 Liofilización	27
2.3 Métodos para la elaboración de los confites con el colorante natural.....	27
2.3.1 Diagrama de procesos de los confites	28
2.4 Método experimental.....	30
2.5 Metodología para las pruebas hedónicas	31
2.6 Metodología de cuantificación de antocianinas totales presentes en el extracto del fruto	31
3. RESULTADOS	32
3.1 Protocolo de extracción del colorante	32
3.1.1 Extracción del colorante	32
3.2 Resultados de las encuestas (color rojo)	34
3.2.1 Color	34
3.2.2 Sabor	34
3.2.3 Orden de preferencia	35
3.2.4 Análisis de las muestras ingresadas.	36
3.3 Resultados de las encuestas (color morado).....	36
3.3.1 Color	36
3.3.2 Sabor	37
3.3.3 Orden	37

3.3.4 Análisis de las muestras ingresadas.....	38
3.4 Comparación de los colorantes	39
3.4.1 Costos de los distintos colorantes obtenidos en contraste con los artificiales	40
3.5 Cuantificación de antocianinas en el saúco.....	40
3.5.1 Fórmula para cuantificación en mg/100g	41
3.5.2 Quantification en el estrofótopmetro	41
3.5.2.1 Color rojo	41
3.5.2.2 Color morado	45
4. DISCUSIÓN	49
5. CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES	53
5.1 Conclusiones.....	53
5.2 Recomendaciones.....	53
REFERENCIAS	56
ANEXOS	62

INTRODUCCIÓN

Dada la toxicidad de los colorantes sintéticos, la preocupación en la sociedad está creciendo cada vez más. Food and Drug Administration (F.D.A) restringe en algunos países europeos el uso de colorantes sintéticos por ser potenciales cancerígenos y modificar la hiperactividad en niños, solamente algunos son permitidos. Entre los colorantes sintéticos restringidos fueron: E-130, azul de antraquinona; E-131, azul potente verdoso; E-133, azul brillante; E-51, negro brillante; E-152 negro 7984 (BRISTHAR laboratorio, 2010).

En 2001, la F.D.A aceptó que los colorantes causan problemas conductuales. Para el 2008, el Centro de Ciencia para el Interés Público (C.S.P.I) pidió a la F.D.A prohibiera el uso de estos y a las compañías fabricantes, coloquen etiquetas alertando a consumidores, sin embargo, nada se ha hecho al respecto (Hernández, 2014).

Ingredient Insight Colors (I.I.C) lanzó un informe que muestra que el 53% de los consumidores en los Estados Unidos, se preocupan por el efecto negativo de los aditivos que posee los alimentos, mientras que el 20% admite quisiera tener más productos libres de colorantes artificiales. Así mismo en Europa, 41% en Italia; 35% en Francia; 33% en Alemania y 25% en España, afirman evitar el consumo de alimentos y bebidas que contengan aditivos artificiales (Gómez, 2016).

Los colorantes son sustancias que provienen de orígenes naturales y artificiales con la capacidad de obtener diferentes y específicas longitudes de onda dentro de un espectro visible de luz, con el fin de dar color y teñir fibras o alimentos. Los colorantes artificiales se adhieren a sustancias proporcionando color de manera estable. Hoy en día, existe una lista amplia de colorantes artificiales. En 1886, Estados Unidos incorporó el primer colorante en la fabricación de mantequillas, para los años 90, muchos de los alimentos incluían colorantes en su formulación (Méndez, 2013).

El color de los alimentos es característico y representativo de los diferentes componentes que posee dicho vegetal, como, por ejemplo, el anaranjado debido a la presencia de carotenoides, el verde del perejil por acción de la clorofila, el morado de la col por las antocianinas y el amarillo de los pimientos por betalinas. Esto hace necesario incluir en las comidas los citados alimentos coloridos pues ellos aportan diferentes beneficios para la salud (Estapé, 2016).

Los colorantes son utilizados en la industria por varias razones, recuperación de colores perdidos durante los procesamientos de alimentos, mejorar el color después de cada etapa en el proceso, cambiar el color inicial del alimento proporcionando, mayor realce y para estandarizar los colores en lotes de producción (Belmonte, 2016).

Los colores más brillantes hacen a los productos más llamativos y apetecibles. Esta es una de las razones por la que los niños gustan tanto de los productos de colores intensos. Cabe recalcar que en la mayoría de casos es mínima la cantidad de frutas o verduras que llevan éstos productos (Morón, 2011).

Las características más relevantes están dadas por el color, pues este atributo se asocia a la madurez de una fruta, al sabor, calidad, frescura e incluso, contenido en nutrientes. En la mayoría de los casos, el éxito comercial de un producto depende directamente de la calidad en el proceso de coloreado (Córdoba, 2016).

En la industria, el empleo de colorantes es fundamental, para realzar la tonalidad de los alimentos y para su utilización como aditivos con distintas funcionalidades, estos se encuentran catalogados por la Unión Europea y son precedidos por la letra E con 3 o 4 cifras adelante (Belmonte, 2016).

Los colorantes son aditivos que se utilizan en los alimentos para embellecerlos, éstos pueden ser de origen natural o artificial y depende de la legislación y disponibilidad de cada país. Los colorantes de origen natural, constituyen una opción mejorada para el consumidor porque proporcionan soluciones de valor ante una demanda de productos sanos (Villavicencio, 2008).

Según el departamento de Psicología de la Universidad de Michigan, en un estudio realizado el 2010, prevalece la selección de alimentos naturales u orgánicos, gracias a que pueden poseer menos calorías y pueden ser ingeridos en mayor proporción frente a los artificiales (Angarita, 2012).

Sambucus nigra es el nombre científico de este arbusto más conocido por su nombre común *saúco negro*, este es de tamaño pequeño, originario de Europa, África y Asia y se caracteriza por ser una planta medicinal. Se utilizan sus flores, frutos y troncos; las flores están en la copa de las ramas, son voluminosas y aromáticas, los frutos (bayas) son de color morado intenso y están dispuestos en racimos, estos poseen gran cantidad de antocianinas, flavonoides, ester flavonol y vitamina C (Marcos, 2015).

Mientras más oscura es la fruta, mayor es el contenido de antocianinas, estas son responsables de los colores rojo, azul y morado, son de tipo flavonoide y se consideran sustancias esenciales para mantener sano el organismo (Estapé, 2016).

Las gomitas (dulces comestibles) por ser de textura blanda, incolora y de fácil elaboración, son perfectas para ser utilizadas en procesos de coloración a base de pigmentos naturales como antocianinas. Los dulces son muy apetitosos e irresistibles por su increíble textura blanda y también porque producen una sensación de sabor agradable en la boca, por la diversidad de colores y sabores, así también por su forma divertida. Esta gran diversidad se puede crear con pocos ingredientes que son básicos para la fabricación de gomas, los cuales son azúcar, jarabe de glucosa, gelificantes, ácidos y por supuesto colores y sabores característicos (MULTIMDIOS, 2013).

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Desarrollar un colorante natural desde el fruto del saúco negro (*Sambucus nigra*) para uso en la industria alimentaria.

OBJETIVO ESPECIFICO

- Establecer un protocolo de extracción del colorante desde el fruto del saúco negro.
- Identificar el contenido de antocianinas presentes en los colores rojo y morado de origen natural.
- Identificar la aceptabilidad de los dulces comestibles por parte los consumidores utilizando colorantes naturales del saúco negro.

1. MARCO TEÓRICO

1.1 Cultivo del saúco (*Sambucus nigra*)

El árbol o arbusto denominado saúco negro (Figura 1) es considerado una planta medicinal desde A.C., de esta se utiliza la mayoría de sus partes, de las bayas, se pueden diseñar mermeladas, jaleas, bebidas y más; de las flores, se preparan infusiones medicinales contra alteraciones respiratorias.



Figura 1. Cultivo del saúco negro.
Tomado de (Regelsberger, 2005).

El saúco es una planta que no necesita de muchos cuidados porque es muy resistente, esta se dispersa por semillas en otoño, se adapta muy bien en suelos húmedos, alcalinos o neutros y con abundante luz y calor (Chevallier, 2016).

Este cultivo se propaga muy fácilmente al retoñar de la cepa y además las aves ayudan esparciendo las semillas al alimentarse del fruto maduro. La época entre mayo y septiembre es la mejor para recolectar las flores, estas se encuentran en las copas de los árboles dispuestas en inflorescencias, por otro

lado, la corteza se recolecta en otoño mientras que los frutos en verano (Marques, 2014).

Las bayas del saúco deben consumirse únicamente cuando están maduras y brillantes, como se indica en la Figura 2, cuando están verdes como se muestra en la Figura 3, poseen un alto contenido de sambunigrina con un 0.8 %, este es un glucósido cianogénético, que puede producir vómitos, diarreas entre otros. Por otro lado, cuando están maduras, poseen un elevado contenido de azúcares, ácidos, antioxidante, y vitaminas como A, B1, B2, B3, B3 y C (Arcas, 2008).



Figura 2. Cultivo del saúco, frutos maduros
Tomado de (Herbwisdom, 2008).

Las bayas de este arbusto han sido por siglos un remedio muy popular utilizado como laxante, purgante, diurético y antipirético, en 1995 se utilizó para tratar una pandemia de gripe en Panamá (Herbwisdom, 2008).



Figura 3. Bayas del saúco inmaduras
Tomado de (Regelsberger, 2005).

Las proteínas y los bioflavonoides de las bayas pueden disminuir el síntoma de la gripe. Un estudio realizado en la universidad de Graz, Australia, en pacientes que ingirieron la fruta, presentaron síntomas menos graves (Indigo, 2015).

La madera del saúco negro como se muestra en la Figura 4, es dura, amarilla, flexible, se elaboran muchos productos de esta, como mecheras, peines, cajas (Obiol, J, 1957).



Figura 4. Tronco del saúco
tomado de (Regelsberger, 2005).

1.1.1 Taxonomía del saúco

El saúco negro pertenece a la familia de las Adoxáceas, al género *Sambucus* que reúne a más de treinta especies, siendo *Sambucus nigra* el más común. En la Tabla 1 se identifica la clasificación taxonómica del cultivo del saúco negro, en la cual se observa los diferentes niveles de clasificación.

Tabla 1

Clasificación taxonómica del Saúco negro.

Dominio	Eukarya
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Dipsacales
Familia	Adoxaceae
Género	<i>Sambucus</i>
Especie	<i>Sambucus nigra</i>

Adaptado de (Planflor, 2015).

1.1.2 Necesidades del cultivo

El saúco se puede encontrar en diferentes condiciones climáticas y geográficas, se adapta a distintos tipos de suelo como franco, arcilloso y limoso, de igual manera, se desarrolla a diferentes pH, este cultivo se adapta a suelos; ácidos, alcalinos y neutros. Por otra parte, pueden soportar temperaturas hasta los 29 °C con una buena exposición de luz de al menos 8 horas (Planflor, 2015).

1.1.3 Compuestos químicos

Los compuestos que posee el saúco negro en sus hojas, flores, frutos son los siguientes: en las hojas, sambucina, glucósidos cianogénicos, aldehídos glicólicos, en las flores: flavonoides (quercitina, isoquercitina, eldrina), glucósidos cianogénicos, taninos, mucilagos, vitamina C, polifenoles y agua, en los Frutos: rutina, isiquercitina, ácidos orgánicos (málico, cítrico, tartárico) y antocianinas: crisantemina, sambucianina, sambucianina, compuestos flavonicos, pectina, taninos y vitamina C (Mejía, 2006).

1.1.4 Beneficios del saúco

Gracias a que cuenta con más del 40% de fibra, este fruto tiene el beneficio con el sistema gastrointestinal, que, a duda a reducir la acumulación de gases y estreñimiento, el metabolismo se vuelve más activo y ayuda a reducir peso (Rodriguez, 2017).

Al igual que en la digestión, la fibra ayuda a eliminar el HDL (colesterol malo) dando paso al LDL (colesterol bueno). Al poseer grandes cantidades de potasio, ayuda a proteger el corazón controlando la presión arterial (Rodriguez, 2017).

El saúco es un fruto cargado de antocianinas, estas protegen y ayudan a los problemas del sistema respiratorio, debido al elevado contenido de bioflavonoides, es utilizado en la industria cosmética, las vitaminas favorecen la prevención de arrugas y manchas en la piel (Rodriguez, 2017).

1.1.5 Investigaciones acerca del saúco

Estudios realizados en el campo de la nutrición en 2016, por el Journal of International Medical Research, en EEUU, indicaron que las personas que

consumieron saúco son menos propensas a enfermarse por resfriados. Pruebas en pasajeros que viajaban a distintos lugares con diferentes climas y consumían este fruto, demostraron que sus síntomas desaparecían más rápido.

El departamento de medicina en el Hospital de Zúrich en Suiza, hizo otro estudio en el cual, parte de las flores del saúco en una parte en los ingredientes de un medicamento llamado SINURET, el mismo que era utilizado para sanar la sinusitis (García, 2008).

1.1.6 Productos que se pueden elaborar a partir del saúco

Uno de los productos que habitualmente posee cuerpo y sabor intenso es el vino del saúco, este tipo de bebidas por ser muy tánico, tiene un envejecimiento más largo en relación a otros tipos. Este producto es muy fácil de preparar y tiene todas las propiedades de las bayas del saúco. Para elaborarlo se necesita aguardiente, azúcar, agua, canela y por supuesto, fruto del saúco (Martínez, 2011). Es muy común escucharla en España y en muchos otros países de Europa, la mermelada de saúco se elabora sometiendo a calor con agua y azúcar por varios minutos, esta es de una textura untada y de un sabor palatable, las bayas, al no deshacerse por completo generan una consistencia agradable (Rodríguez, 2017).

En el mercado, existen muchos suplementos para distintas necesidades. Actualmente, se comercializan más de 100 productos suplementarios que tiene como ingrediente principal o secundario el fruto del saúco. Además, se puede extraer parte de las flores, hojas y frutos del cultivo para fabricar dichos productos (Martínez, 2011).

1.1.7 Análisis bromatológico del saúco negro

El saúco es una baya que se utiliza para mantener la actividad antioxidante, gracias a esto, pueden reducir el colesterol, mejorar la visión, reforzar el sistema inmunológico y mejorar la salud del corazón. En la Tabla 2 se aprecia los componentes que posee (Mejía, 2006).

Tabla 2

Análisis bromatológico del fruto del saúco negro.

Muestra	Parámetro	Método	Resultado %
Saúco negro	Humedad	Gravimétrico	83.83
	Materia seca	Gravimétrico	16.17
	Proteína	Kjeldahl	7.74
	Grasa	Soxhlet	2.77
	Cenizas	Gravimétrico	4.21
	Fibra	Gravimétrico	16.59

1.2 Concepto de los métodos de extracción

La maceración es uno de los procesos antiguos para extracciones, se emplea para obtener principios activos líquidos de un sólido. Por lo general, el solvente utilizado es el agua, sin embargo, se puede utilizar alcohol, vinos, jugos y aceites vegetales. Para llevar a cabo este proceso se sumerge el producto durante un tiempo determinado en el solvente (López, 2015).

La liofilización es un método de deshidratación o desecación de productos donde el agua congelada es eliminada por sublimación, es decir, una vez que es congelado, el agua pasa del estado sólido a gaseoso en condiciones de

vacío, sin deteriorar las propiedades del producto inicial. El producto queda totalmente seco (Parzanese, sf).

1.3 Compuestos pigmentantes

Colorante o pigmento es una sustancia química derivada o extraída a partir de un vegetal, animal o mineral con la finalidad de dar color a comidas, medicamentos, textiles (Belmonte, 2016).

El fin de otorgar colorantes a los alimentos es hacerlos más atractivos, visiblemente saludables y apetitosos según los requerimientos de los consumidores. En estos productos los colorantes son aditivos debido a que otorgan un color específico a distintos tipos de alimentos, se los encuentran en diferentes productos y en cantidades tan pequeñas de ppm (Belmonte, 2016).

Se adicionan colorantes a los alimentos para simular percepciones de un sabor, pues comúnmente se tiende a asociar los colores con los distintos sabores del mercado (Mendez, 2013). La coloración natural de los alimentos se debe a que en ellos están presentes sustancias como carotenoides, antocianinas, clorofilas en las frutas y hemoproteína en la carne. Por otro lado, también existen colorantes de origen sintético que son incorporados a los alimentos por su gran estabilidad, tinción y disponibilidad (Salcedo, 1997).

Los antioxidantes naturales son altamente apreciados gracias a que se utilizan en el diseño de los alimentos que son beneficiosos para la salud del consumidor, estos son muy importantes porque tienen la capacidad de neutralizar los radicales libres, los cuales son promotores de las enfermedades degenerativas, muerte celular y cáncer. La forma de transformar el radical libre es gracias a que este cede un electrón, oxidándose en radicales débiles no tóxicos (Villanueva, Condezo y Ramirez, 2010).

Cuando un haz de luz cae sobre un cuerpo que es traslúcido, una cierta parte de esta luz es absorbida por el mismo y el haz de luz restante atraviesa dicho

cuerpo. A mayor cantidad de luz absorbida, es mayor la cantidad de absorbancia del cuerpo, así mismo, a mayor coloración o turbidez será menor su transmitancia; estos dos aspectos suceden en un mismo fenómeno. Para medir estos parámetros se hace caer un haz de luz determinada (380-750nm) sobre la solución y se aplica las técnicas de espectrofotometría (Gonzales, 2010).

1.3.1 Colorantes naturales

Son aquellos que se obtienen a partir de minerales, animales o vegetales; no se considera un aditivo si no es incorporado intencionalmente. Estos se clasifican en los siguientes grupos: carotenoides, antocianinas, clorofilas, betalinas (Salcedo, 1997).

Los carotenoides son aquellos cuya estructura química básica es de dobles enlaces insaturados, algunas moléculas que poseen átomos de O₂ en su estructura se los conoce como Xantofilas, los colores que se asocian a los carotenoides van desde los amarillos pálidos, anaranjado, rojo pálido y llegan a un rojo oscuro intenso (Salcedo, 1997).

Por otro lado, las antocianinas forman uno de los seis grupos de flavonoides que existen, las antocianinas son hidrosolubles y son los característicos de los colores que determinan rojo, anaranjado, azul y morado. Sus funciones principales en la planta son la protección de la radiación y llamar la atención de los insectos por sus colores.

Las clorofilas son los pigmentos más comunes presentes en las plantas y en la naturaleza, son fundamentales por su habilidad de absorber longitudes de onda de luz que están en el espectro de la luz visible. Dos tipos de clorofilas A y B que son las más comunes, están situadas en los cloroplastos y proporcionan el color verde, por otro lado, las C1, C2 son pigmentos que se encuentran en algunas algas de color verde o marón; los tipos D se encuentran en algas y

bacterias que otorga una coloración roja. Estas no son hidrosolubles, únicamente en solventes orgánicos (Salcedo, 1997).

Los pigmentos, betalinas; son colorantes que están formados por más de setenta pigmentos solubles en agua, están subdivididos en dos: betacianinas y betaxantinas, estas son responsables de colores rojos y amarillos (Salcedo, 1997). Las betacianinas representan a los colores rojos, violetas y se encuentran en remolachas, tunas y en algunos hongos, su espectro visible esta entre 534 y 552 nm. Las betaxantinas en contraste, poseen colores amarillos que igualmente se encuentran en hongos y bayas de cactus. Su absorción visible esta entre 260 y 320 nm (Salcedo, 1997).

1.3.2 Colorantes sintéticos

Son un tipo de aditivos que se incorporan intencionalmente a los alimentos, son sintetizados a partir de otras sustancias, si no están propias en el alimento no son naturales (Salcedo, 1997).

Una razón para usar los colorantes de origen sintético es su precio porque se pueden procesar a una escala muy grande y a una mínima fracción del costo de los naturales, otra razón muy importante es la vida útil. Sin embargo, aunque existe una variedad infinita de colores y de pigmentos, los que son para el uso en alimentos son muy limitados, así, solo 7 colorantes son permitidos por la FDA como se observa en la Tabla 3 en la parte de abajo.

Los alimentos, que no tienen color propio como dulces, postres, botanas, bebidas y productos de alta tecnología de reciente aparición en el mercado (imitaciones de surimi), se colorean artificialmente para hacerlos más atractivos al consumidor (Farbe, 2015).

Tabla 3

Clasificación de los colorantes permitidos por la FDA en algunos países de Europa y EEUU.

Designación	Nombre	Color	Formula
Azul N ₁	Azul Brillante	Azul	C ₃₇ H ₃₄ N ₂ Na ₂ O ₉ S ₃
Azul N ₂	Indigotina	Anil	C ₁₆ H ₈ N ₂ Na ₂ O ₈ S ₂
Verde N ₃	Verde Veloz	Turquesa	C ₃₇ H ₃₄ N ₂ Na ₂ O ₁₀ S ₃
Rojo N ₃	Eritrosina	Rosado	C ₂₀ H ₆ Cl ₄ Na ₂ O ₅
Rojo N ₄	Rojo Allura	Rojo	C ₁₈ H ₁₄ N ₂ Na ₂ O ₈ S ₂
Amarillo N ₅	Tartrazina	Amarillo	C ₁₆ H ₉ N ₄ Na ₃ O ₉ S ₂
Amarillo N ₆	Amarillo Ocaso	Anaranjado	C ₁₆ H ₁₀ N ₂ Na ₂ O ₇ S ₂

Tomado de (Food and Drugs Administration FDA, 2002)

Los primeros colorantes sintéticos que se fabricaron, fueron originados de alquitrán de hulla, que son provenientes del carbón. Actualmente la mayoría de estos son derivados del petróleo o aceite (Rohrig, 2015). Estos colorantes son obtenidos mediante un proceso de síntesis química, son reemplazantes de los naturales gracias a sus poderes de tinción, estabilidad, mayor cantidad y lo que se busca es inducir los sabores mediante el color otorgado, estos se dividen en 5 grupos en:

Azoicos: Son los más extensos, presentan colores como amarillo, naranja, rojo.

Triarilmetano: Tienen colores como azul y verde

Indigotina: Estos lucen colores azulados

Xanteno: Muestran coloración roja brillante

Quinoleína: Estos manifiestan un color amarillo intenso.

En la Tabla 4 se identifica las dos clasificaciones de colorantes con algunos ejemplos de cada uno (Salcedo, 1997).

Tabla 4

Clasificación de los colorantes naturales y artificiales

Colorantes naturales

Hidrosolubles:	Curcumina (E100) Cochinilla (E120) Betanina (E162) Caramelo (E150) Antocianinas (E163)
Liposolubles:	Clorofilas (E140) Xantofilas (E161) Carotenoides(E160)
Minerales:	Aluminio (E171) Oro (E175) Plata (E174)

Colorantes artificiales

Azoicos:	Amarillo sol (E110) Azorrubina (E122) Amaranto (E123) Rojo 2G(E128) Negro brillante (E151) Marrón (E155) Litol BK (E180) Rojo AC (E129)
No Azoicos	Amarillo (E104) Eritrosina (E127) Azul plateado (E131) Azul brillante (E133) Verde brillante (E142) Indigotina (E132)

Tomado de (Quiminet, 2007)

1.4 Flavonoides

Los flavonoides son sustancias fenólicas, estas están presentes en vegetales, frutas, en alimentos procesados como el vino y la cerveza, se han encontrado más de 5000 tipos de flavonoides distintos. Es necesario la ingesta de estos compuestos en la alimentación diaria, el valor recomendado para comerlos es de 23 mg/día. Muchos estudios han demostrado diversos beneficios para su

salud gracias a su acción antioxidante y su potente poder de eliminar radicales libres. Estudios indican que algunos de estos poseen acciones prooxidativas, antiinflamatorias, antivirales o antialérgicos, cumpliendo también así un papel fundamental frente a enfermedades cardiovasculares, cáncer y diversas patologías (Martínez et al, 2002).

El cuerpo humano no puede producir estas sustancias químicas, el mismo debe consumirlas mediante los alimentos o ya sea en forma de suplementos, estas sustancias nos ayudan a la salud por su gran contenido de antioxidantes. Los flavonoides fueron descubiertos por Szent-György en el año 1930, se caracterizan por tener elevada cantidad de vitamina C.

Estos contienen un número que es variable de grupo hidroxilo fenólicos en su estructura química, gracias a esto se les aporta una alta capacidad antioxidante, con ello son excelentes defensores a problemas de daño oxidativo. Por otra parte, ayuda a la eliminación de radicales libres y eso se debe a que poseen radical hidroxilo y superóxido, que tienen la capacidad de modificar la síntesis de eicosanoides y proteger a las lipoproteínas de baja densidad (Martínez et al, 2002).

1.4.1 Estructura química

Los flavonoides poseen un peso molecular muy bajo, y comparten un esqueleto común de difenilpiranos (C₆-C₃-C₆), formados por anillos fenilos A y B con un anillo C de pirano de forma como observamos en la Figura 5. La acción de antioxidante presente en estos grupos son dependientes de las propiedades redox. Estas se pueden clasificar en 4 grupos distintos:

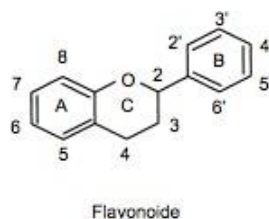


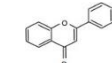



Figura 5, Estructura básica de un flavonoide
Tomado de (Martínez, González, Culebras, 2002)

Por otro lado, en la Tabla 5 se observa estructura de cada uno de los distintos tipos de flavonoides.

Tabla 5

Estructuras de los distintos tipos de flavonoides con sus radicales.

Grupo	Descripción	Estructura
Flavonos	-OH en la posición 3 del anillo C	
Flavanas	Grupo carbonilo en la posición 4 del anillo C y un OH en la posición 3	
Flavonas	Carboxilo en la posición 4 del anillo C	
Antocianidinas	Grupo -OH en la posición 3 y 4 del anillo C	

Tomado de (Martínez, González, Culebras, 2002)

1.4.2 Antocianinas

Las llamadas antocianinas son el grupo de pigmentos más importantes y son fácilmente detectadas por el ojo humano, estas son de carácter hidrosoluble. Las antocianinas son glucósidos de las antocianidinas, están conformadas por una antocianidina unida a un azúcar por un enlace de glucósidico.

Estas están distribuidas ampliamente en los vegetales, gracias a estas se presentan los distintos colores, que abarcan desde gamas de rojos hasta azules. Estas están presentes en distintas estructuras de las plantas, como en las frutas, las flores, los tallos, las hojas y muchas veces en las raíces (Guerrero, Castañeda, 2015).

Las antocianinas tienen diversas funciones en la planta, aparte de dar el color característico son fundamentales para la atracción de polinizadores como los insectos, otra función es dar protección contra la radiación, y potentes antimicrobianos (Astrid, 2015).

1.4.2.1 Tipos de antocianinas

Existe una gran variedad de antocianinas que se encuentran en la naturaleza, estudios han reportado más de 635 grupos diferentes, y cada una de ellas con variada estructura en su base, de estas, 6 se caracterizan por ser las más comunes en su especie: pelargonidina, peonidina, cianidina, malvadina, petudinina y definidita; además son las seis estructuras más utilizadas en la actualidad, en la Figura 6 notamos la estructura de estas (Guerrero, Castañeda, 2015).

El pigmento elargonidina, es responsable del color rojo gracias a que tiene 2 sustituyentes de hidrógeno en su estructura. Son pigmentos vegetales que por naturaleza tienen función antioxidante y están presentes en flores y en frutos (Guerrero, Castañeda, 2015).

La cianidina, es la más común de las seis mencionadas, presenta un color magenta gracias a que tiene 1 sustituyente de hidrógeno y 1 átomo de hidrógeno. Se encuentra en frutas con colores característicos rojos a morados, esta se puede utilizar para tener efectos antiinflamatorios (Guerrero, Castañeda, 2015).

El pigmento delphinidina es la segunda más común de las seis, es resultante de colores azules gracias a que tiene 2 sustituyentes de hidrógeno, por naturaleza un antioxidante, esta es muy sensible a la acidez. Se caracteriza por los colores azul- morados (Guerrero, Castañeda, 2015).

La peonidina, se deriva fundamentalmente de la Cianidina, petunidina y malvidina, característica de los colores morados y azulados, esta es más estable a pH alto. Gracias a su estabilidad se ha patentado para formulaciones de uso alimentario. (Guerrero, Castañeda, 2015)

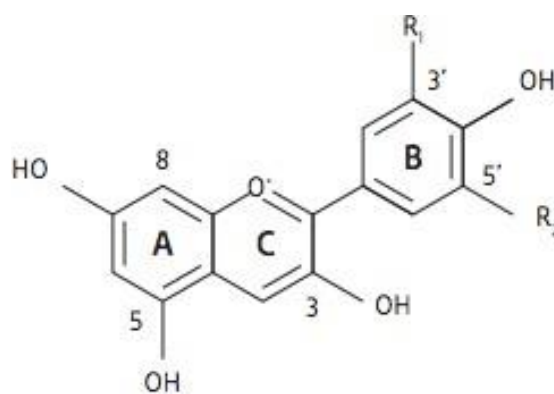


Figura 6. Estructura de la antocianidina

Tomado de (González, 2011)

1.4.2.2 Las antocianinas como colorantes naturales

El interés de estudiar a estos compuestos se ha dado gracias a sus efectos terapéuticos y beneficiosos para la salud del humano, son reductores de enfermedades crónicas, tiene efectos anticancerígenos, antitumorales, antiinflamatorios y antidiabéticos, además que ayuda con la agudeza visual. Por otro lado, además de cumplir su papel fundamental de dar color, ayudan a los productos elaborados al otorgar valor agregado para los clientes (Astrid, 2015).

1.4.3 Estructura y color de las antocianinas

Las antocianinas son pigmentos solubles en agua, se encuentran en las vacuolas de las células, son glucósidos de antocianidinas, estas pertenecen a la familia de los flavonoides, están constituidos por una molécula antocianidina en la cual se une un azúcar mediante enlace glucosídico (Astrid, 2015).

El color característico esta en relación al número y a la orientación que tenga el grupo de hidroxilos y metoxilos, niveles altos de hidroxilación producen tonalidades más azules, por otro lado, niveles altos de metoxilaciones, producen tonos rojos. Estas siempre presentan sustituciones glicosídicas en las posiciones 3 y 5 con mono, di y trisacáridos y así, incrementan su solubilidad (Astrid, 2015).

1.4.4 Factores químicos que determinan el color y estabilidad de las antocianinas

Las antocianinas al ser compuestos naturales constituyen pigmentos de limitado uso en alimentos, cosméticos y en la industria farmacéutica, debido a su baja estabilidad durante las fases de procesos y almacenamiento; otros factores como pH, temperatura, oxígeno, ácidos, actividad de agua (a_w) e inclusive su propia estructura química, determinan que sea un pigmento estable.

Los colores provenientes de los vegetales están relacionados con su estructura y los diferentes colores dependerán del medio ácido o básico cuando este sea sujeto a distintos valores de pH. La acidez actúa como un protector de la molécula en soluciones acuosas a valores de pH que son menores a 2, este pigmento es estable para el color rojo intenso, en valores mayores a 2 y menores a 7 se nota una pérdida de protón dando bases muy inestables e incoloras, mientras que a valores mayores a 7 son quinoidales de un color morado y son muy propensas a oxidaciones con el ambiente (Meléndez, 2004).

Estos pigmentos resisten muy bien a procesos térmicos severos durante tiempos cortos, sin embargo, si pasan los 60°C en tiempos prologados, estas llegan a degradarse; por lo tanto, estas antocianinas hidroxiladas son un poco menos estables que las metiladas, glicosidadas o acetiladas. El incremento de T° C produce la reducción del azúcar glicosilante en la posición número 3, dando como resultado chalconas sin color.

En conclusión, temperaturas elevadas provocan un efecto negativo sobre la estructura de las mismas, mucho más en un tratamiento térmico o en el almacenamiento a temperaturas mayores a 60° C (Meléndez, 2004).

El agua actúa como un nucleófilo al combatir el catión flavilio en C-2, sin embargo, esta degradación puede variar en función de las concentraciones de azúcares. Una vez que los azúcares alcanzan concentraciones altas y la actividad de agua (a_w) es baja, las moléculas tienen menos posibilidad de atacar al catión, por otro lado, cuando estos están en concentraciones bajas, la a_w no se ve afectada. Ya que el agua actúa en las relaciones que afectan a las antocianinas, es mejor eliminarla para así restar las posibilidades de que ataque el nucleófilo al catión flavilio. La copigmentación es uno de los principales factores de estabilidad de la estructura del catión, estas formas de color de las antocianinas pueden estabilizarse por la interacción con componentes que se denominan copigmentos los cuales están presentes en las flores y frutas, estos pueden ser flavonoides, polifenoles, alcaloides. Este procedimiento se lleva a cabo en un rango de pH ácido y esto ocurre a través de una serie de interacciones, las más importantes son intermolecular, auto asociación y formación de metales (Meléndez, 2004).

Las antocianinas logran oxidarse mediante una reacción directa con el oxígeno o bien una reacción indirecta con compuestos que han sido oxidados anteriormente, gracias a esto, los productos se tornan de color marrón o incoloro.

Se ha observado que las antocianinas se destruyen en presencia de oxígeno por la influencia del ácido ascórbico, formando un peróxido de hidrógeno. Si

está en presencia del cobre, esta reacción se acelera y por otro lado, en presencia de flavonas, se inhibe.

La luz afecta a la degradación de las antocianinas, se observa que al sustituir el C-5 en la antocianina hace que sea más susceptible a la foto degradación en presencia de flavonas polihidroxiladas e isoflavonas. Esta reacción hace que se establezca una protección no solo del oxígeno sino también de la luz que reciben las antocianinas (Meléndez, 2004).

1.5 Confites

Este tipo de confites son blandos, están compuestos principalmente de gelatina, saborizantes, colorantes, azúcar y jarabe de glucosa. Gracias a esta composición su estructura puede tomar variadas formas, y así se convierte en uno de los productos más versátiles. Para sus inicios se registraron en Alemania hacia el 1900, mientras que en EEUU ganó popularidad en la década de los 80`s. Has Riegel es el famoso autor de estos deliciosos caramelos blandos. La moda tuvo éxito en EEUU cuando a principios de los años 80`s empezó a importar las gomas en forma de ositos. Hoy en día, continúan siendo muy populares estas golosinas, con ventas anuales que superan los 135 millones de dólares (Perez, 2013).

Las formulaciones base de los ingredientes al momento de elaborar los confites se tornan de un color amarillo pálido gracias al azúcar utilizado, por eso, es necesario adicionar varios tipos de colores y sabores que se relacionen entre sí (Perez, 2013).

1.6 Encuestas hedónicas

La prueba hedónica se caracteriza por una determinación del grado de satisfacción que le genera el producto con la ayuda de una escala proporcionada por los expertos. Estas son un material muy efectivo en el diseño de productos, son cada vez más utilizadas en las empresas fabricantes de alimentos. El objetivo de estas pruebas es conocer si existe o no diferencias significativas en los parámetros de satisfacción del producto, se busca el grado de aceptación del mismo (Menéndez, 2002).

2. MATERIALES Y MÉTODOS

La fase de recolección de materia prima se realizó en la parroquia de Puembo, provincia de Pichincha respecto de los análisis, el sitio de desarrollo fueron los laboratorios de la Universidad de las Américas, Facultad de Ingenierías y Ciencias Agropecuarias ubicada en Quito.

2.1 Materiales para la extracción de los pigmentos y elaboración de los confites

2.1.1 Equipo

- Liofilizador
- Balanza
- Cocina

2.1.2 Material vegetal

- Fruto del saúco negro

2.1.3 Materiales de laboratorio

- Recipientes de vidrio
- Moldes de silicón
- Envases de plástico
- Termómetro
- Calculadora
- Cámara d fotos
- Cucharas
- Moldes
- Etanol 90%

2.1.4 Material para elaborar confites

- Azúcar
- Colorante natural
- Glucosa
- Acido cítrico
- Gelatina sin sabor
- Agua

2.2 Método para la extracción de los colorantes naturales

2.2.1 Maceración en etanol 90%

Se utilizó tres metodologías de extracción de colorantes a partir del fruto maduro del saúco negro (*Sambucus nigra*).

Primeramente, se utilizó solvente etanol al 90%, se maceró el fruto maduro por 15 días en condiciones de obscuridad y baja humedad, posteriormente, se obtuvo una pasta, con ayuda de una malla tamizadora como se observa en la Figura 7, la presión sobre la misma permite se obtenga dos fases, una parte líquida y otra sólida.



Figura 7. Extracción del líquido colorante

2.2.2 Maceración en agua

Más adelante, se utilizó agua como solvente, se maceró el fruto maduro por 2 días (tiempo en que no presenta moho) en condiciones de obscuridad y baja humedad, posteriormente, se obtuvo una pasta, con ayuda de una malla tamizadora y ejerciendo presión sobre la misma, como se observa en la Figura 8 se obtiene dos fases, una parte líquida y otra sólida.



Figura 8. Obtención del líquido colorante artesanalmente

2.2.3 Liofilización

Por último, se liofilizó completamente el fruto maduro, este procedimiento duró tres días consecutivos, no fue necesaria la utilización de solventes; posteriormente, se hidrató con agua potable, con ayuda de malla tamizadora y presión para obtener dos fases, una líquida y una sólida.

2.3 Métodos para la elaboración de los confites con el colorante natural

Se llamó Muestra 1 (ME1) a la fracción líquida obtenida del experimento realizado mediante la primera metodología a base de etanol 90%, de esta se utilizó 3 dosis diferentes para la elaboración de gomitas cuyo peso final de 200 gramos sin tomar en cuenta el peso del colorante, la dosificación fue de 10 gramos de colorante, 20 gramos de colorante y 40 gramos de colorante.

Se llamó Muestra 2 (MA1) a la fracción líquida obtenida del experimento realizado mediante la segunda metodología a base de agua potable, de esta se utilizó 3 dosis diferentes para la elaboración de gomitas cuyo peso final de 200 gramos sin tomar en cuenta el peso del colorante, la dosificación fue de 10 gramos de colorante, 20 gramos de colorante y 40 gramos de colorante

Se llamó Muestra 3 (ML1) a la fracción líquida obtenida del experimento realizado mediante la primera metodología de liofilización, de esta se utilizó 3 dosis diferentes para la elaboración de gomitas cuyo peso final de 200 gramos sin tomar en cuenta el peso del colorante, la dosificación fue de 10 gramos de colorante, 20 gramos de colorante y 40 gramos de colorante

2.3.1 Diagrama de procesos de los confites

La fórmula que se escogió para la elaboración de los confites se describe mediante el siguiente flujograma de proceso en la Figura 9.

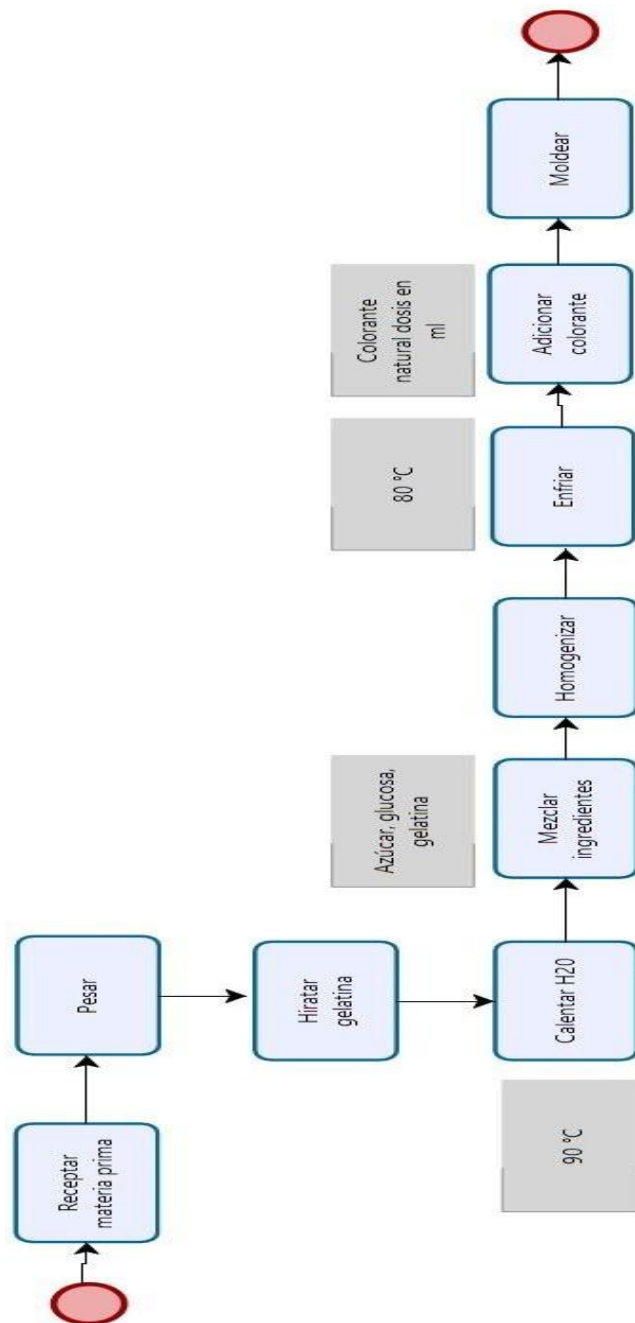


Figura 9. Diagrama de procesos de elaboración de confites.

Los ingredientes utilizados fueron los siguientes:

- 120 gramos de azúcar
- 40 gramos de glucosa
- 20 gramos de gelatina hidratada

- 20 gramos de agua
- Colorante (el peso se determinó en función de la metodología)

2.4 Método experimental

Para el análisis de los métodos de extracción respecto al peso de las antocianinas presentes en el fruto se usó un (DCA) diseño completamente al azar (3X3).

Una vez definidas las muestras, se realizaron 3 repeticiones, lo que significa que se obtuvo 9 unidades experimentales al final para observar la variabilidad entre estas y minimizar los errores entre las mismas. Para el procesamiento de los datos se utilizó el programa Minitab 17.

La valoración de estas muestras dio como resultado 6 combinaciones; 3 para el color rojo y 3 para el color morado, respecto a la dosis de la muestra para la coloración buscada, esta información puede observarse en la tabla 6. Los datos previos presentan la aplicación de encuestas hedónicas a treinta personas para observar la preferencia de cada muestra.

Tabla 6

Cantidades en gramos del líquido colorante a añadir para obtención producto final, tonalidades roja y morada.

Líquido colorante	solvente	coloración
10 gramos	Alcohol	Rojo
20 gramos	Agua	Rojo
20 gramos	Liofilizado	Rojo
20 gramos	Alcohol	Morado
40 gramos	Agua	Morado
40 gramos	Liofilizado	Morado

2.5 Metodología para las pruebas hedónicas

Para la obtención de los resultados de las encuestas, se realizó un formato (Anexo 3) en el cual 30 personas fueron seleccionadas para realizar la misma. Esta se basó en ordenar de forma ascendente la muestra de mayo preferencia. Los colores rojos se desarrollaron el día 15 de abril del 2018, y para el color morado, el día 22 de abril del 2018.

2.6 Metodología de cuantificación de antocianinas totales presentes en el extracto del fruto.

El espectro visible de luz va desde una longitud de onda de 10 nm hasta 750 nm, además, se conoce con el nombre de espectro óptico de la luz (Pino, 2002).

Para identificar los rangos totales de absorbancia de las muestras primeramente se calibró el espectrofotómetro en las dos unidades a estudiar 400 nm y 700 nm colores violetas y rojos respectivamente.

Una vez calibrado y encerado el equipo se colocó 3 muestras (repeticiones) del líquido en las cubetas para la lectura respectiva de cada una de las muestras; alcohol, agua y liofilizado a 400 nm y 700 nm en función del color.

Una vez obtenidos los datos, se procedio a realizar el análisis de contenido de antocianitas, con la medida de absorbancia a partir de la fórmula de Leyva que está en los resultados, esta permite la obtención del contenido de antocianinas en mL/100g. Con estos resultados totales, se procede a introducir los datos en el programa Minitab 17, para identificar la existencia o no de variabilidad entre tratamientos y un análisis de Tukey para la separación de medias.

3. RESULTADOS

3.1 Protocolo de extracción del colorante

El fin de elaborar este estudio, como es el protocolo de extracción de un colorante, el saúco en nuestro caso, es poder desarrollar un colorante desde el fruto maduro, que se lo puede encontrar en varias partes de nuestra topografía. Los pasos siguientes suministran un orden específico para obtener un líquido colorante para uso en la industria alimentaria, esto se puede realizar en otras frutas.

3.1.1 Extracción del colorante

Las bayas de saúco son frutas que a la madurez son comestibles, de estas se puede extraer un colorante gracias a las antocianinas presentes que sirve para teñir tejidos y alimentos (Pineda, 2005).

Para dar inicio a la extracción, se recepta los racimos con frutos maduros del saúco negro, de los cuales únicamente se usa las bayas, las mismas se desgranar y se lavan para retirar cualquier tipo de impurezas. Posteriormente se pesa 200 gramos de bayas limpias de saúco con 100 gramos de agua para dejarlos macerar en frascos de vidrio por 48 horas, en condiciones de obscuridad y baja humedad. Después de las 48 horas se procede a prensar el mosto resultante del macerado con ayuda de una tela tamizadora con una porosidad de 150 micras aproximadamente y haciendo presión con las manos, se extrae el líquido, obteniendo así una solución de color morado intenso y una torta residual.

Finalmente, se almacena el líquido extraído en frascos de vidrio y a una temperatura de 4°C. En el siguiente diagrama de procesos, se observa el procedimiento. El rendimiento obtenido (Figura 10), comprendió el 73% de producto, el líquido resultante fue de color morado intenso con aroma característico a saúco.

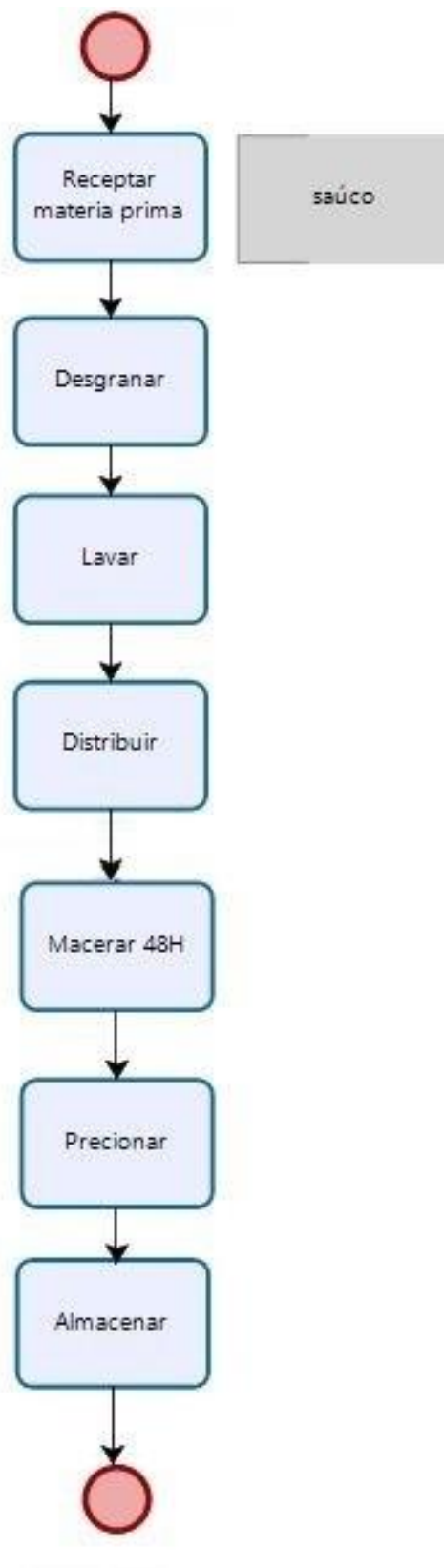


Figura 10. Diagrama de procesos de la extracción del colorante natural.

3.2 Resultados de las encuestas (color rojo)

De acuerdo con la Tabla 6 los encuestados seleccionaron sus preferencias en cuanto a color y a sabor; además, se seleccionó el orden de preferencia, de manera integral para las distintas combinaciones de color rojo.

3.2.1 Color

Las encuestas mostraron que el 60% de participantes gusta del color de la muestra ME1, el 30% gusta del color de la muestra MA1 y por último el 10% gusta del color de la muestra ML1 como se observa en la Figura 11.

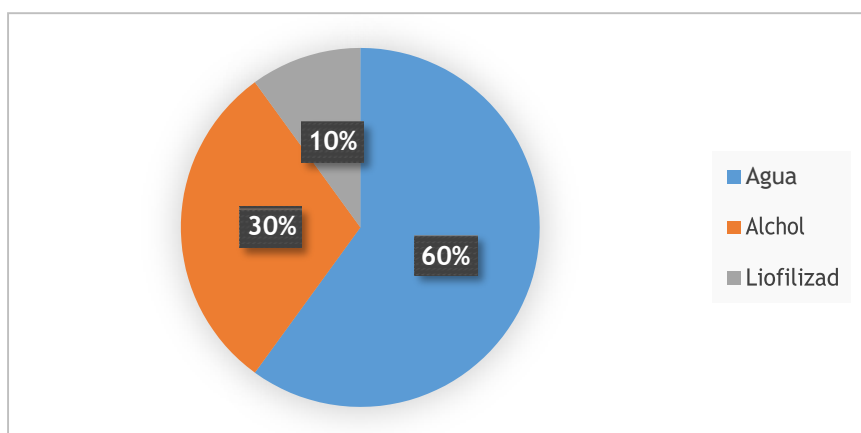


Figura 11. Datos de los resultados del color en las gomitas.

3.2.2 Sabor

Las encuestas mostraron que el 57% de participantes gusta del color de la muestra MA1, el 33% gusta del color de la muestra ME1 y por último el 10% gusta del color de la muestra ML1 como se observa en la Figura 12.

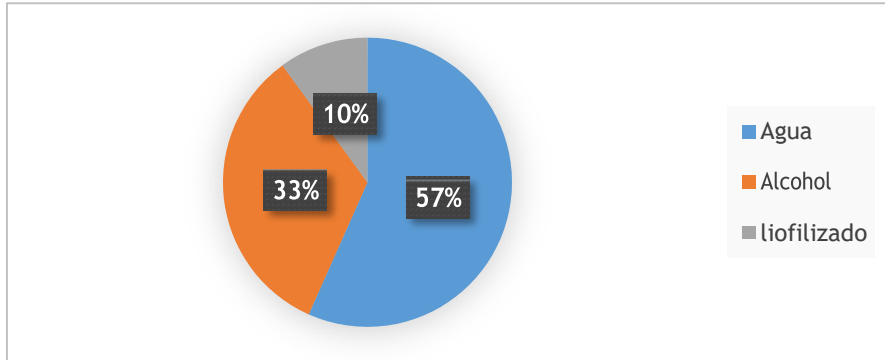


Figura 12. Datos de los resultados del sabor en las gomitas.

3.2.3 Orden de preferencia

Las encuestas mostraron que el 40% escogió primero la muestra MA1, luego figuró la muestra ML1 y finalmente la muestra ME1, el 23% eligió la muestra MA1, luego la muestra ME1 y finalmente la muestra ML1, el 14% escogió primero la muestra ME1, luego la muestra MA1 y finalmente la muestra ML1, el 23% restante como se observa en la Figura 13.

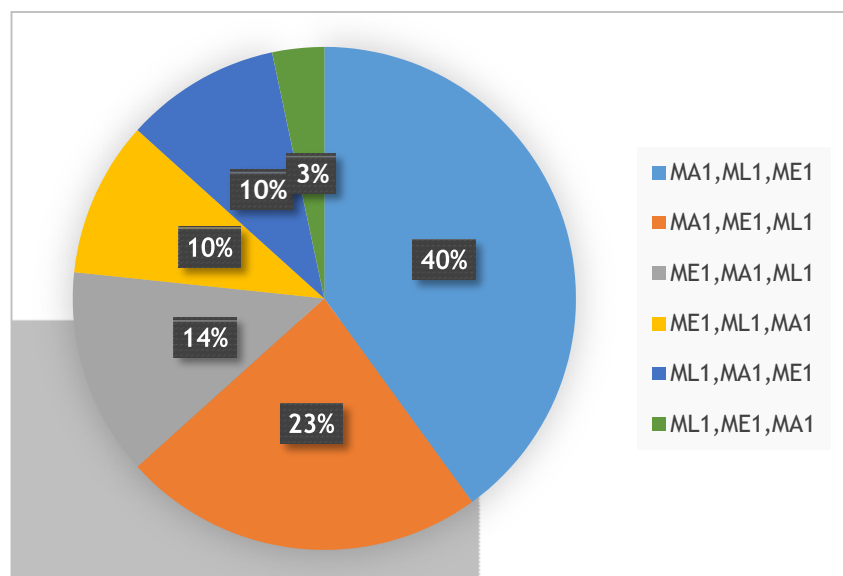


Figura 13. Datos de los resultados del orden de preferencia en las gomitas.

3.2.4 Análisis de las muestras ingresadas

Las encuestas mostraron que el 56% y el 60% de la población les gusta el sabor y el color respectivamente otorgado por las muestras MA1 (agua), como se observa en la Figura 14.

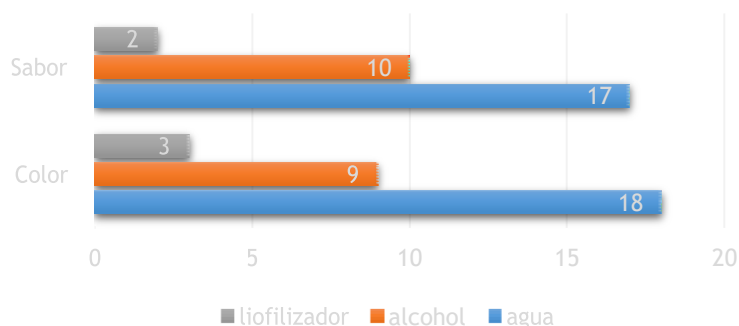


Figura 14. Datos de los resultados del color y sabor en las gomitas naturales

3.3 Resultados de las encuestas (color morado)

De acuerdo con la Tabla 6 los encuestados seleccionaron sus preferencias en cuanto a color y a sabor; además seleccionaron el orden de su preferencia de manera integral en distintas combinaciones en color morado.

3.3.1 Color

Las encuestas mostraron que el 67% de participantes gusta del color de la muestra MA1, el 16% gusta del color de la muestra ME1 y por último el 17% gusta del color de la muestra ML1 como se observa en la Figura 15.

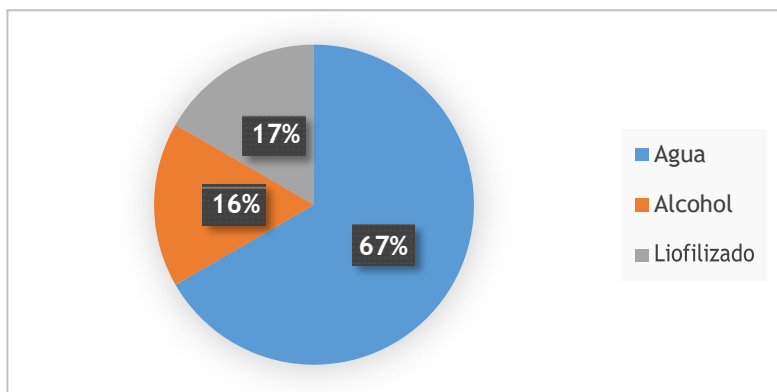


Figura 15. Datos de los resultados del color en las gomitas.

3.3.2 Sabor

Los encuestados mostraron que el 67% de participantes gusta del color de la muestra MA1, el 27% gusta del color de la muestra ME1 y por último el 6% gusta del color de la muestra ML1 como se observa en la Figura 16.

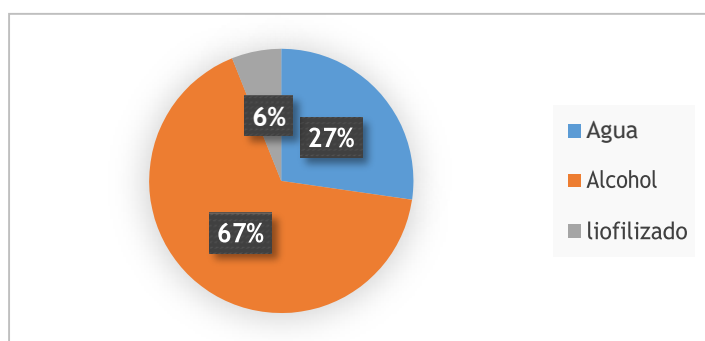


Figura 16. Datos de los resultados del sabor en las gomitas naturales.

3.3.3 Orden de preferencia

El 50% del participante escogieron el siguiente orden, primero la muestra MA1, luego la muestra ME1 y finalmente, la muestra ML1. El 37% escogieron primero la muestra ME1, luego la muestra MA1 y finalmente, la muestra ML1;

por último, el 13% ordenaron de la siguiente manera, primero la muestra ME1, luego la muestra ML1 y finalmente la muestra MA1, como se visualiza en la Figura 17.

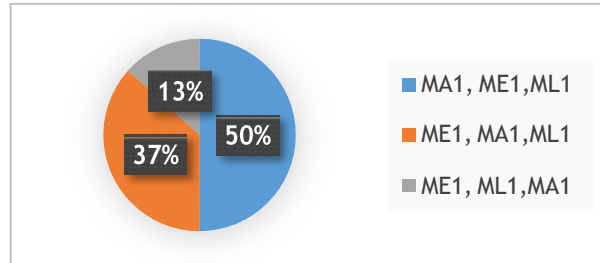


Figura 17. Datos de los resultados del orden en las gomitas.

3.3.4 Análisis de las muestras ingresadas

Los participantes manifestaron que el 50% de la población les gusta el sabor y el color de las muestras con liquido colorante ME1 y MA1 respectivamente, como se observa en la Figura 18.

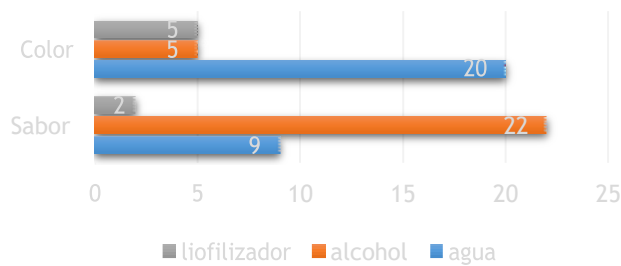


Figura 18. Datos de los resultados del color y sabor en las gomitas.

3.4 Comparación de los colorantes

En la solución de líquidos por cada metodología se obtiene una sola de estas, cuando jugamos con la dosis se puede obtener dos tonalidades como son rojas y moradas. Mientras que con los colorantes artificiales solo tenemos una coloración específica, en la Figura 19 podemos observar las distintas dosis del colorante para así obtener 2 tonalidades.



Figura 19. Comparación de los colorantes naturales rojo y morado con colorante natural.

El colorante artificial resultó ser 50 veces más potente que el colorante natural, así que se utilizó 0,2 gramos de colorante artificial y 10 gramos de líquido colorante natural en concentración de alcohol, para obtener la misma tonalidad de color rojo. El saúco, al poseer un fruto compuesto de antocianinas, proporcionan color y sabor, mientras que el colorante artificial solo proporcionara color.

3.4.1 Costos de los distintos colorantes obtenidos en contraste con los artificiales

En la Tabla 7, se muestran los distintos costos de producción de los colorantes obtenidos en agua, etanol al 90% y el de liofilizado en contraste con el colorante artificial, con el fin de visualizar los rangos de variabilidad de un costo con otro. El mejor resultado reflejado al costo, corresponde al colorante artificial como se observa en la tabla, por otro lado, estos costos fueron necesarios para teñir una muestra de 15 gomitas (tabla del molde).

Tabla 7

Costos de producción de los 3 tratamientos y el artificial.

Tratamiento	Costo de producción
Agua	\$ 0.694
Alcohol	\$ 0.763
Liofilizado	\$ 1.187
Artificial	\$ 0.684

3.5 Cuantificación de antocianinas en el saúco

La absorbancia es una medida que refleja cómo es atenuada la radiación cuando atraviesa un elemento o un cuerpo, esta depende del espesor y grosor de la muestra. La espectrofotometría indica que la absorbancia es calculada dividiendo la eficacia de luz que ingresó a través de la muestra (Pérez, 2015). En este estudio se va a tomar dos medidas que son 400 y 700 nm para el color rojo y violeta respectivamente como se muestra en la Figura 20.

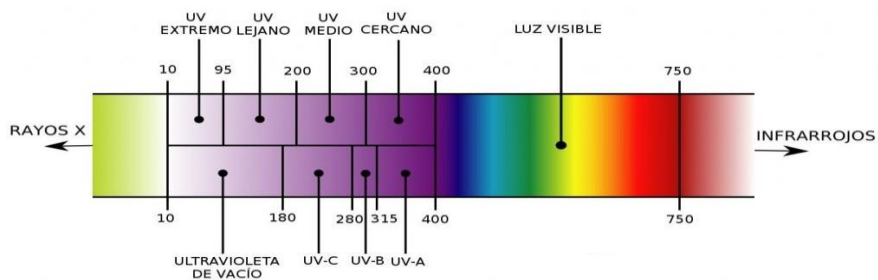


Figura 20. Espectro de la luz en nanómetros
Tomado de (Ecuared, 2005)

3.5.1 Fórmula para cuantificación en mg/100g de las antocianinas

Leyva utiliza la fórmula detallada más adelante para conocer las antocianinas totales (AT) en unidades de mg/100g, la misma se utilizó con cada unidad de las muestras preparadas. La citada fórmula figura a continuación.

$$AT \text{ (mg/100g)} = (\text{Abs} \times V \times 449 \times 1000) / (P \times 23900)$$

Dónde:

Abs= absorbancia de la muestra

V= volumen de la muestra ingresada

P= peso de la fruta

449= peso molecular antocianina

23900=coeficiente de extinción molar de la antocianina

(Leyva, 2009)

3.5.2 Cuantificación en el espectrofotómetro

3.5.2.1 Color rojo

Una vez calibrado el equipo para una absorbancia de 700 nm (colores rojos), se corrió el mismo y se obtuvo los siguientes resultados de absorbancia de las 3 muestras ingresadas como se muestra en la Figura 21.

The image shows a digital display from a spectrophotometer. At the top, it reads 'S-T-C Avanzada' and 'Nombre Análisis: CREA1'. The time is '12:31' and the date is '1Ene00'. Below this, it says 'Celda n 3'. The main display area shows a table with the following data:

#	Abs
1	1.980
2	2.367
3	3.280

At the bottom of the screen, it says 'Pag. 1, Muestras 1 - 3' and there are two buttons: 'Salvar Datos' and 'Medir Muestras'.

Figura 21. Análisis de absorbancia de las soluciones a 700nm

En la Tabla 8, se observa los datos de la Figura 21, en los cuales se muestran las antocianinas totales que el espectrofotómetro reflejó de cada una de las repeticiones que en total fueron 3.

Tabla 8

Medidas de absorbancia con tres repeticiones cada una.

Método extracción	Repeticón 1	Repeticón 2	Repeticón 3
(A) alcohol	1.980	1.922	2.500
(B) agua	2.367	2.808	2.690
(C) liofilizado	3.280	3.333	3.209

En la Tabla 9, se identifica las antocianinas totales una vez que se ingresó en la fórmula de Leyva mencionada anteriormente y en cada una de las repeticiones respectivas.

Tabla 9.

Antocianinas totales en rango de 700nm expresadas en mg/100g

Método extracción	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3
alcohol	40.73	40.98	54.01
agua	54.47	63.59	64.36
lifiolizado	64.86	65.91	63.45

En la Tabla 10, se encuentra las diferencias de tratamientos en dichas medidas Y_i y Y''_i , y en cada una de las repeticiones

Tabla 10

Niveles de medias de los tratamientos

Método extracción	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Y_i	y''_i
alcohol	62.80	65.27	66.30	194.37	64.79
agua	71.80	70.65	74.72	217.17	72,39
lifiolizado	61.44	61.88	62.13	185.45	61.82
Y= suma de Y_i	Y. 596.99				

Finalmente, en la Tabal 11, se muestra el diseño completamente al azar con el valor de F de tabla y Valor p, se observa que valor p es menor que F calculada,

por ende, podemos decir que al menos uno de los tres tratamientos es diferente, y no se acepta la hipótesis alternativa.

Tabla 11

Análisis de varianza para el color rojo

F.V	G.L	S.C	C.M	F	Valor p
Tratamiento	2	178.396	89.198	34.479	0.001
Error	6	15.519	2.587		
Total	8	193.915			

CV: 2.425

En la Tabla 12, se encuentra la comparación de Tukey al 5%, dando como resultado que existe por lo menos un tratamiento diferente como se identifica en la tabla.

Tabla 12.

Comparación en parejas de Tukey 5% color rojo

Factor	N	Media	Agrupación
b	3	72,39	A
a	3	64,79	B
c	3	61,82	B

En conclusión, el tratamiento b (colorante líquido en alcohol al 90%) es el mejor tratamiento con una media de 72,39, debido a que con menor cantidad de líquido se puede teñir la misma cantidad, mientras que los otros tratamientos a y c (agua y liofilizado respectivamente) son parecidos entre sí, como se observa en la Figura 22, que B sería el mejor tratamiento.

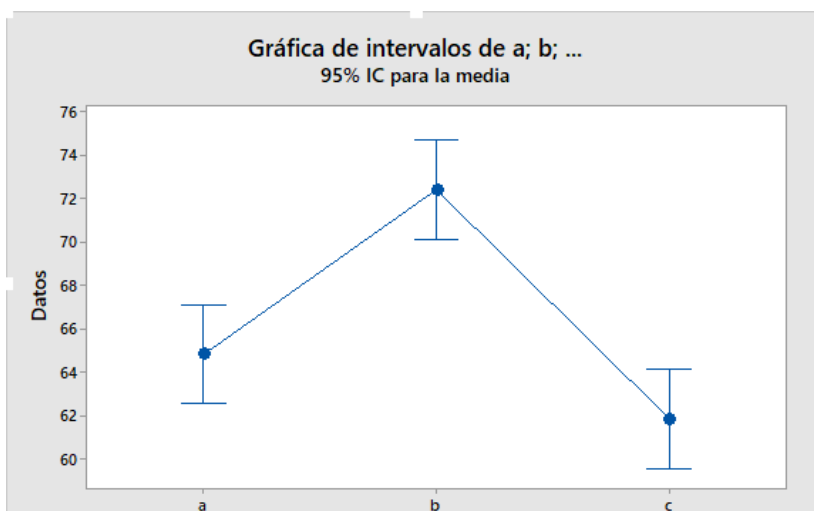


Figura 22. Gráfica de intervalos para el color rojo.

3.5.2.2 Color morado

Una vez calibrado el equipo para una absorbancia de 400 nm (colores morados), se corrió el mismo y se obtuvo los siguientes resultados de absorbancia de las 3 muestras ingresadas como se muestra en la Figura 23.

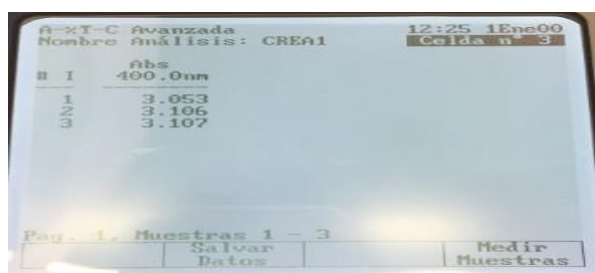


Figura 23. Análisis de absorbancia de las soluciones a 400nm

En la Tabla 13, se observa los datos de la Figura 23, en los cuales muestran las antocianinas totales que el espectrofotómetro reflejó de cada una de las repeticiones que en total fueron 3.

Tabla 13

Medidas de absorbancia con tres repeticiones cada una en color morado.

Método extracción	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3
(A) alcohol	3.053	3.069	3.061
(B) agua	3.106	3.120	3.123
(C) liofilizado	3.107	3.129	3.142

En la Tabla 14, se identifica las antocianinas totales una vez que se ingresó en la fórmula de Leyva mencionada anteriormente y en cada una de las respectivas repeticiones.

Tabla 14.

Antocianinas totales color morado expresadas en mg/100g

Método extracción	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3
alcohol	62.80	65.27	66.30
agua	71.80	70.65	74.72
lifiolizado	61.44	61.88	62.13

En la Tabla 15, se encuentra las diferencias de tratamientos en dichas medidas Y_i y Y''_i , y en cada una de las repeticiones

Tabla 15

Niveles de medias de los tratamientos

Método extracción	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Yi	Y ^{”i}
alcohol	62.80	65.27	66.30	135.72	45.24
agua	71.80	70.6	74.72	182.42	60.80
liofilizado	61.44	61.88	62.13	194.22	64,74
<i>Y= suma de Yi</i>			Y.. 512.36		

Finalmente, en la Tabal 16 se muestra el diseño completamente al azar con el valor F de tabla calculada y Valor p, se observa que el valor p es menor que F calculada, por ende, podemos decir que al menos uno de los tres tratamientos es diferente, y no se acepta la hipótesis alternativa.

Tabla 16

Análisis de varianza para el color morado.

F.V	G.L	S.C	C.M	F	F Tabla
Tratamiento	2	638.042	319.021	10.695	0.011
Error	6	178.975	29.829		
Total	8	817.017			

CV: 9.59

En la Tabla 17, se encuentra la comparación de Tukey al 5%, dando como resultado que existe al menos un tratamiento diferente como se identifica en la tabla.

Tabla 17

Comparación en parejas de Tukey 5% color morado

Factor	N	Media	Agrupación
c	3	64,74	A
b	3	60.81	A
a	3	45.24	B

En conclusión, el tratamiento c (colorante líquido en liofilizado) con una media de 64,74. y el B (tratamiento en etanol al 90%) con una media de 60.81 son los mejores tratamientos y los más parecidos, mientras que el tratamiento c (liofilizado es el mejor resultado por que se tiñe la misma cantidad con menor cantidad de líquido. Por otro lado, el tratamiento a en agua quedo muy por debajo de la media de los anteriores, con eso se dice que por lo menos en uno existe diferencia significativa como se observa en la Figura 24.

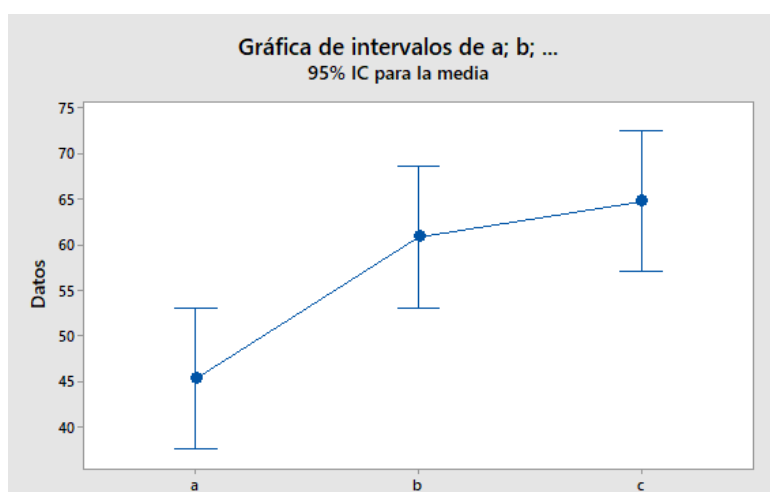


FIGURA 24. Gráfica de intervalos color morado.

4. DISCUSIÓN

Para los años 90, muchos de los alimentos consumidos por la población estadounidense contenían colorantes artificiales en su formulación (Mendez, 2013). La F.D.A (Food and Drugs Administration) lanzó un estudio cuyos resultados reportan que los colorantes artificiales podrían causar problemas conductuales e hiperactividad en niños. Para el 2008, el Centro de Ciencia para el Interés Público pidió a la F.D.A a las compañías fabricantes prohibiera el uso de estos, esto nos dice Méndez en el año 2013. La industria de colorantes naturales alimentarios ha ido en aumento en los últimos años. El uso de pigmentos naturales en alimentos está en crecimiento principalmente por la conciencia en los consumidores sobre los potenciales peligros que traen los colorantes artificiales, de tal manera que estas constituyan un alimento en la dieta diaria. En el análisis realizado por agrocalidad, se puede identificar todos los componentes benéficos que poseen los frutos del saúco negro, tales como: fibras, proteínas.

Un estudio realizado por Elizabeth Gonzales en el año 2006 en la universidad de El Salvador, en la facultad de química y farmacia sobre extracciones de colorantes naturales de frutas como las fresas y uvas por dos métodos diferentes (Soxhlet y maceración) con solvente etanol, dió como resultado líquidos colorantes rojos y rojos oscuros respectivamente, siendo así el primer método el mejor para extracciones. En el presente estudio se realizó la extracción con una misma metodología (maceración con etanol) en diferentes soluciones (agua, etanol y liofilizado), obteniendo resultados similares en líquidos colorantes, tomando en cuenta que el resultado final fue un 73% de efectividad en este método, de tal manera que si utilizáramos un método de extracción por Soxhlet se podría aprovechar más la fruta.

Un estudio realizado en la universidad de Costa Rica por el ingeniero César Parral en el 2015, en el cual los colorantes naturales de la pitahaya pueden aplicarse en forma de pulpa, jugo, concentrado o polvo en productos lácteos, repostería, confites, helados y otros. El color presente en la pitahaya se debe

gracias a las betalinas presentes en el mismo, estas pueden ir de colores amarillos a rojos. La pitahaya además de otorgar color al producto tiene la condición de tener un sabor muy neutral. Esta característica permite que los líquidos resultantes puedan ser utilizados como ingredientes en productos alimenticios, otorgando un color agradable sin cambiar su sabor. Mientras que en este estudio se realizó pruebas en confites con colorantes naturales del fruto del saúco negro, se demostró que los colores resultantes debido a las antocianinas fueron coloraciones rojas y moradas mediante la dosis usada de 10g, 20g y 40g de líquido colorante, por otra parte, el saúco posee un contra sabor en el producto final, como no es así con la pitahaya que tiene un sabor neutral.

En el año 2011 Manera nos dice que los antioxidantes de las frutas y vegetales en general pueden ser capaces de aislar los radicales libres del organismo, mismos que causan daño celular y son los que podrían generar enfermedades cardiovasculares, cerebrovasculares, gripes, tipos de cáncer y algunos trastornos degenerativos. Los frutos rojos o también llamados frutos del bosque, en especial frutos de color oscuro, como son las bayas de saúco negro, ocupan las primeras posiciones en poseer un alto contenido de antocianinas en su estructura. García señala que las bayas de saúco como antes mencionado poseen gran cantidad de antocianinas, por ello, es un alimento que no debiera faltar en la dieta diaria, un estudio realizado en

E.E.U.U. por el Journal of International Medical Research demuestra que personas que injirieron frutos de saúco son menos propensas a enfermarse por resfriado gracias al poder antioxidante y elevado concentrado de vitamina C. Por otro lado, el departamento de medicina en el Hospital de Zúrich en Suiza, hizo otro estudio en el cual, parte de las flores del saúco en una parte en los ingredientes de un medicamento llamado SINURET, el mismo que era utilizado para sanar la sinusitis.

En la literatura Estapé nos indica que el color de los vegetales y frutos es proporcional al porcentaje de antocianinas presentes en estos, cuando más oscura es la fruta, más contenido de antocianinas posee, siendo responsables de las coloraciones en tonos rojos, azules y morados. Un estudio realizado por Döhler demuestra que para un 84,7% de los consumidores, el color de un alimento es determinante al momento de la compra. Por otro lado, en la facultad de psicología de la universidad de Michigan, Angarita realizó un estudio en el 2010, donde prevalece la selección de alimentos naturales u orgánicos, gracias a que pueden poseer menos calorías y ser ingeridos en mayor proporción frente a los artificiales. En el año 2016, la institución Ingredient Insight Colors (IIC) lanzó un informe que demuestra que el 53% de los consumidores en los Estados Unidos, se preocupan por el efecto negativo de los aditivos que posee los alimentos, así mismo en Europa, 41% en Italia; 35% en Francia; 33% en Alemania y 25% en España, afirman evitar el consumo de alimentos y bebidas que contengan aditivos artificiales. En las encuestas realizadas por los consumidores se demostró la aceptabilidad del producto (dulces comestibles con colorantes naturales). Los participantes optaron por la muestra ME1 que es la del extracto de alcohol, no solo por su color sino también por su sabor, esto es un valor agregado que posee este colorante al ser de origen natural por ser extraído de un fruto. A un 60% de personas encuestadas gusta el color y sabor de los dulces con extracto de agua en coloración roja, mientras que a un 66% gusta el color morado otorgado por el extracto de agua y finalmente, al 73% gusta el sabor otorgado por el extracto de alcohol.

Un informe de Mintel y Leatherhead Food Research revela que los colorantes naturales superaron a las de colorantes artificiales en ventas en el año 2011. El colorante alimentario ha superado el valor de los colorantes artificiales a nivel mundial. En ese mismo año, las ventas globales de colorantes naturales subieron a los seiscientos millones de dólares, que es un 29%, mucho más de lo que fue en el 2007 (7%). Uno de los grandes motivos de la utilización de colorantes artificiales es su bajo costo. Se puede evidenciar que efectivamente el costo de producción de los colorantes artificial es el de menor costo, en contraste con los otros tres colorantes obtenidos anteriormente, pero como se

observa las cifras citadas los consumidores están optando por los colorantes naturales para no tener problemas de salud posteriormente. El colorante en extracción de agua sería una excelente opción por su costo y por su procedencia natural.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

El protocolo establecido anteriormente ayuda al lector a realizar su propio colorante de forma artesanal.

Se identificó los niveles de antocianinas presentes en el líquido colorante mediante la fórmula de Leyva.

El colorante natural del fruto del saúco no solo proporciona color, sino que a su vez sabor, en los resultados de las encuestas se observó que las muestras con la base en agua son mayormente elegidas por su sabor, mientras que las muestras con la base en etanol son mayormente elegidas por su color.

Los resultados de las encuestas en la sección del sabor, demuestran que la tonalidad de las gomitas puede influir en la selección y preferencia.

Las coloraciones naturales presentes en las gomitas fueron 50 veces menos potentes que los colorantes artificiales.

El precio más accesible es el del colorante artificial, en segundo lugar, está en extracto en base de agua en cuanto a precio.

En la parte estadística se identificó que el tratamiento ML1 es el mejor tratamiento para obtener la coloración morada, mientras que MA1 es el mejor tratamiento para obtener coloración roja, de acuerdo al programa MINITAB.

La dosis de cada uno varía de un color rojo a un morado, así también variando el sabor en cada una de los tratamientos.

5.2 Recomendaciones

Se recomienda seguir los pasos ordenadamente en el apartado de protocolo para obtener similitudes en los resultados.

Es recomendable utilizar la misma muestra para todos los tratamientos al hacer los análisis de laboratorio con los distintos equipos, para evitar una incongruencia en los resultados finales.

Se recomienda al consumidor que pruebe todas las gomitas antes de llenar la encuesta, posteriormente dar su veredicto.

Con un estudio más amplio queda abierta la posibilidad de obtener una gama más amplia de colores que nacen del rojo como por ejemplo el rosado o tonos de azul que tienden al morado.

Es recomendable evaluar otras alternativas de extracción de los colorantes que sean economías y con otros frutos de diferentes tipos para elaborar colorantes en una gama más amplia de colores.

Se recomienda promover la investigación de uso de los colorantes naturales en la industria de alimentos, en especial en confites debido a la alta demanda actual de productos naturales.

Se recomienda incentivar a la gente a que cultive este tipo de arbustos porque aportan beneficios a la salud del consumidor.

Es recomendable usar en el menor tiempo posible los líquidos que han sido extraídos porque a partir de los 15 días, presentan un cuadro de moho.

Es recomendable utilizar solventes de grado alimenticio, siempre que va a ser destinado al consumo humano.

Se recomienda usar ácido cítrico en la formulación de las gomitas puesto que ayuda a conservar la misma y potenciar el sabor.

El colorante natural resultante es líquido por lo que necesita un almacenamiento especial debido que la temperatura y la luz pueden afectar a su estabilidad.

A pesar de que el colorante natural parece ser de un manejo mucho más complejo que el colorante artificial, es importante destacar que puede ser utilizado como un método de comercialización altamente potencial en alimentos con coloraciones intensas sin poner en riesgo el parámetro de ser 100% natural.

El colorante natural puede ser utilizado en industrias de fabricación de utensilios de cocina y elementos que están en contacto con el ser humano, por ejemplo, jabones, pasta de dientes, etc.

REFERENCIAS

- Angarita. (2012). Natural vs artificial. Recuperado el 10 de octubre de 2017. <https://www.listindiario.com/la-vida/2012/05/28/234036/natural-vs-artificial>
- Arcas, E. (2008). Propiedades del sáuco. Recuperado el 05 de noviembre de 2017. <http://www.botanical-online.com/medicinalssauco.htm#>
- Arroyo, G. (2009). Teñido de fibras. Recuperado el 19 de septiembre de 2017. <http://www.ugto.mx/eugreka/contribuciones/46-tenido-de-fibras-naturales-con-colorantes-naturales>
- Astrid, G. G. (2015). Las antocianinas como colorantes. Recuperado el 20 de noviembre. <https://www.agenciasinc.es/Noticias/Las-flores-polinizadas-por-insectos-tienen-una-fragancia-mas-fuerte-que-las-fecundadas-con-el-viento>.
- Belmonte, L. (2016). Colorantes en alimentos. Recuperado el 18 de septiembre de 2017. <http://quimica.ugto.mx/index.php/nyt/article/viewFile/204/pdf>
- BRISTHAR laboratorio. (2010). Colorantes. Recuperado el 13 de Septiembre 2017. <http://www.bristhar.com.ve/colorantes.html>
- Chevallier, A. (2016). Remedios naturales. Recuperado el 05 de noviembre de 2017. <http://www.remedios-naturales.org/sauco-negro/>
- Córdoba, I. J. (2016). Analiza calidad. Recuperado el 28 de septiembre de 2017. <http://quimica.ugto.mx/index.php/nyt/article/viewFile/204/pdf>
- Etapé, G. (2016). Antocianinaspigmento con gran poder antioxidante Recuperado el 18 de septiembre de 2017. <https://soycomocomo.es/especialista/salud-viva/descubre-las-antocianinas>

- Farbe. (2015). Farbe, *tastin the color of nature*. Recuperado el 26 de noviembre de 2017. <http://www.farbe.com.mx/tipos-de-colorantes-y-su-fuente-de-extraccion/>
- FDA. (2004). Aditivos en alimentos. Recuperado el 15 de noviembre de 2017. <http://vm.cfsan.fda.gov/~mow/sfoodadd.html>
- FDA. (2002). Departamento de salud. Recuperado el 26 de noviembre de 2017. <https://www.fda.gov/Food/GuidanceRegulation/GuidanceDocumentsRegulatoryInformation/LabelingNutrition/ucm247926.htm>
- Gamarra, S. (2009). Los colorantes naturales del momento. Recuperado el 18 de noviembre de 2017. <http://www.alimentacion.enfasis.com/articulos/14761-los-colorantes-naturales-del-momento>
- García, C. (2008). Propiedades y beneficios del saúco para la salud. Recuperado el 15 de noviembre de 2017. <https://www.saludeo.com/propiedades-beneficios-sauco/>
- Gómez, E. (2016). Colorantes Naturales. Recuperado el 12 de diciembre de 2017. <http://www.ainia.es/tecnoalimentalia/consumidor/colorantes-naturales-tendencias-en-alimentación-y-otros-productos-de-consumo/>
- Gonzales, M. (2010). Química, Absorbancia y transmitancia. Recuperado el 16 de noviembre de 2017. <https://quimica.laguia2000.com/conceptos-basicos/transmitancia-y-absorbancia>
- González, M. (2011). Antocianinas. Recuperado el 17 de diciembre de 2017. <https://quimica.laguia2000.com/elementos-quimicos/antocianinas>
- González. (2014). Introducción al análisis sensorial. Recuperado el 28 de noviembre de 2017. <http://www.seio.es/descargas/Incubadora2014/GaliciaBachillerato.pdf>

- Guerrero, Castañeda. (2015). Pigmentos en frutas y hortalizas rojas. Recuperado el 17 de diciembre de 2017. <http://web.udlap.mx/tsia/files/2016/05/TSIA-9-Castaneda-Sanchez-et-al-2015.pdf>
- Herbwisdom. (2008). Beneficios de la Baya del saúco. Recuperado el 05 de noviembre de 2017. <https://www.herbwisdom.com/app/herbwisdom/assets/images/9b6316b7ae8a792c5b0771743f8cfb3c.jpg?v=1497220024>
- Hernández, I. (2014). Colorantes en los alimentos. Nutrigps. Recuperado el 13 de septiembre de 2017. <http://www.nutrigps.com/2014/06/21/colorantes-en-los-alimentos-porque-debemos-preocuparnos/>
- Índigo, E. (2015). bayas de saúco, propiedades. Recuperado el 06 de noviembre de 2017. <https://indigohierbas.es/las-bayas-de-sauco-sambucus-y-sus-propiedades/>
- López, M. (2015). Maceración. Recuperado el 15 de noviembre de 2017. <http://www.lineaysalud.com/que-es/macerar-maceración>
- Manera, M. (2011). Frutas rojas ricas en antioxidantes. Recuperado el 20 de noviembre de 2017. http://www.consumer.es/web/es/alimentacion/aprender_a_comer_bien/alimentos_a_debate/2011/02/02/198654.php
- Marcos, A. (2015). Sauco propiedades. Recuperado el 19 de octubre de 2017. topplant: <https://www.topplant.es/sauco/>
- Marques. (2014). Plantas medicinales. Recuperado el 05 de noviembre de 2017. <http://missaromatica.blogspot.com/2014/04/sauco-sambucus-nigra-condiciones.html>
- Martínez et al, G. C. (2002). Nutrición Hospitalaria. Recuperado el 12 de diciembre de 2017. <http://www.nutricionhospitalaria.com/pdf/3338.pdf>
- Martínez. (2011). Zumo y licor de bayas de saúco. Recuperado el 15 de Noviembre de 2017. <http://www.hierbasyespecias.com/2011/09/zumo-y-licor-de-bayas-silvestres-de.html>
- Meléndez M. (2004). Estabilidad de los pigmentos carotenoides en los alimentos. Recuperado el 10 de diciembre de 2017. http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222004000200011

- Mejía, M. C. (2006). Plantas medicinales. Recuperado el 12 de enero de 2017. <http://cibasicasuc.blogspot.com/2006/08/presentacin-del-libro-plantas.html>
- Méndez, A. (2013). La guía, Química. Recuperado el 17 de septiembre de 2017. <https://quimica.laguia2000.com/general/colorantes-quimicos-y-alimentarios>
- Menéndez, W. (2002). Obtención de colorante. Recuperado el 15 de enero de 2018. <http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/950/1/1802.pdf>
- Mintel. (2014). Ventas de colorantes naturales. Recuperado el 10 de enero de 2018. <http://es.mintel.com/blog/alimentos/las-ventas-de-colorantes-alimentarios-naturales-suben>
- Morón, M. d. (2011). Cuáles son los peligros para la salud de los colorantes artificiales. Recuperado el 18 de septiembre de 2017. <http://www.bekiasalud.com/articulos/cuales-son-peligros-para-salud-de-colorantes-artificiales/>
- MULTIMEDIOS. (2013). De qué están hechas las gomitas. Recuperado el 20 de octubre de 2017. <http://www.multimedios.com/deportes/hechas-gomitas.html>
- Parzanese, M. (2001). Tecnologías para la industria alimentaria. Recuperado el 31 de Octubre de 2017. http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/sectores/tecnologia/Ficha_03_Liofilizados.pdf
- Pérez, J. (2015). Definición de absorbancia. Recuperado el 20 de febrero de 2018. <https://definicion.de/absorbancia/>
- Pérez. (2013). Definición de. Recuperado el 15 de enero de 2018. <https://definicion.de/protocolo-de-investigacion/>
- Pérez. (2013). Friday night. Recuperado el 15 de enero de 2018. <http://fridaynight11.blogspot.com/2013/05/historia-de-las-gomitas.htm>

- Pino, F. (2002). Espectro visible de la luz. Recuperado el 20 de noviembre de 2017. <https://www.vix.com/es/btg/curiosidades/2011/10/02/el-espectro-visible-de-luz>
- Planflor. (2015). Herbario comunero. Recuperado el 06 de noviembre de 2017. <https://herbario-comunero.wikispaces.com/Plantas+Medicinales>
- Quiminet. (2007). Los colorantes y su clasificación. Recuperado el 26 de noviembre de 2017. <https://www.quiminet.com/articulos/los-colorantes-y-su-clasificacion-18841.htm>
- Regelsberger. (2005). planflor. Recuperado el 05 de noviembre de 2017. <https://www.planfor.es/compra,sauco-negro,1844,ES;>
- Regelsberger. (2005). Planfor. Recuperado el 04 de diciembre de 2017. <https://www.planfor.es/compra,sauco-negro,1844,ES>
- Restrepo, M. (2007). Sustitución de colorantes en alimentos. Recuperado el 28 de noviembre de 2017. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-44492007000100006
- Rodríguez, C. (2017). Propiedades y beneficios del Saúco para la salud. Recuperado el 15 de noviembre de 2017. <https://www.saludeo.com/propiedades-beneficios-sauco/>
- Rohrig, B. (2015). La química de los colorantes de alimentos. Recuperado el 09 de octubre de 2017. <https://www.acs.org/content/dam/acsorg/education/resources/highschool/chemmatters/spanishtranslations/october2015-foodcolor.pdf>
- Salcedo, A. M. (1997). Determinación de colorantes rojos en alimentos. Recuperado el 17 de noviembre de 2017. https://books.google.com.mx/books?id=VUM8PK8jxcQC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Torres, V. (2016). Colorantes nocivos para la salud. Recuperado el 17 de noviembre de 2017. <https://www.entrenamiento.com/salud/colorantes-mas-nocivos-para-salud/>
- Ugaz, O. L. (1997). Colorantes naturales. Recuperado el 10 de enero de 2017. <http://www.librosperuanos.com/libros/detalle/871/Colorantes-naturales>

Villanueva, Condezo y Ramírez. (2010). Antocianinas. Recuperado el 27 de noviembre de 2017.

http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612010000500023

Villavicencio, C. (2008). Nutrición. Recuperado el 10 de octubre de 2017.

<https://alimentos.blogia.com/temas/24-colorantes/>

ANEXOS

Anexos 1. Estructuras de las antocianinas y sus radicales

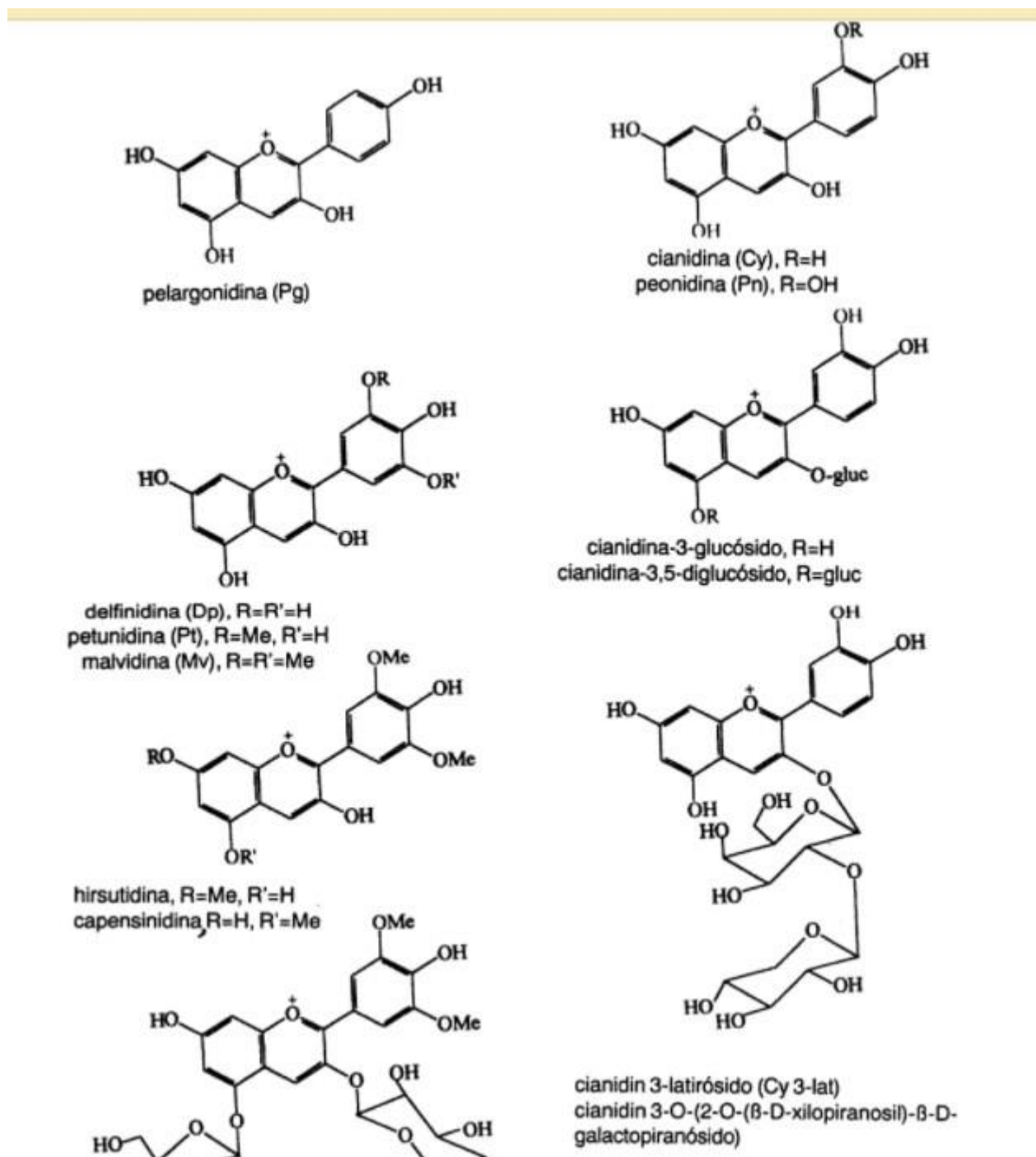


Figura 25. Estructuras de los distintos tipos de antocianinas con sus radicales. Tomado de (UGAZ, COLORNATES NATURALES, 1997)

Anexo 2. Libro de campo

Libro de campo

- Recolección de Saúco para los distintos análisis

Fecha: 10/03/2018

Lugar: Puembo. Quito-Ecuador

Puembo es una parroquia del Distrito Metropolitano de Quito, ubicada al noreste de la capital, provincia de Pichincha.

Altitud: 2400 m.s.n.m

Clima: oscila entre los 16 y 18.5 grados centígrados, clima cálido seco.

Superficie: 31.77 km²



Figura 26. Fruto del saúco fresco

- Puesta del Saúco en los diferentes tratamientos

Fecha: 11/03/2018

Cantidad:

Agua: 200 gr de sauco Alcohol: 200gr de sauco

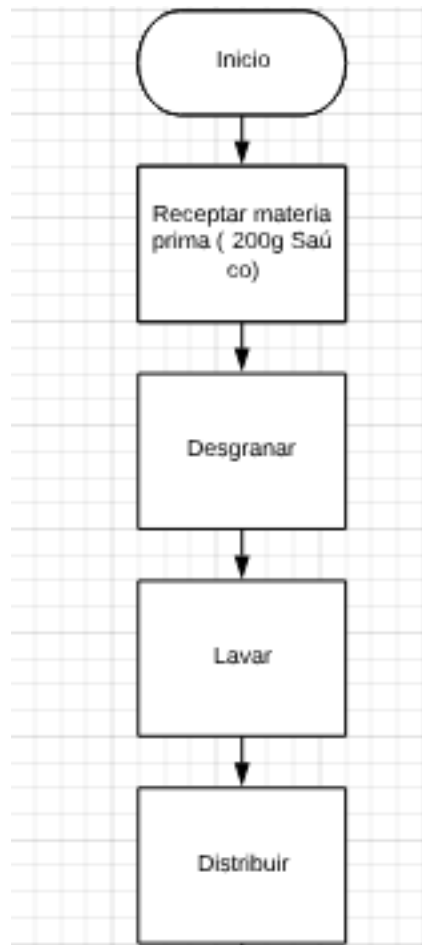
100 gr de agua

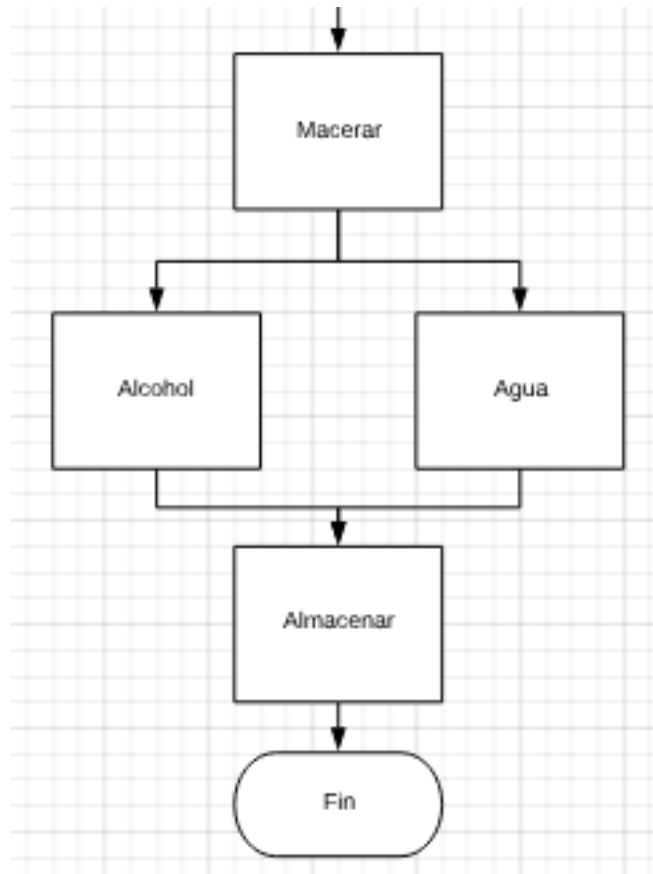
100 gr de alcohol.



Figura 27. Bayas de saúco clasificadas con solvente

Diagrama de procesos





- Puesta del Saúco en el liofilizado
 Fecha: 25/03/2018
 Cantidad ingresada: 200 gr
 Cantidad saliente: 49.76 gr

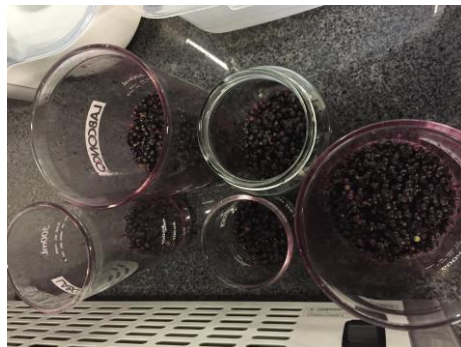
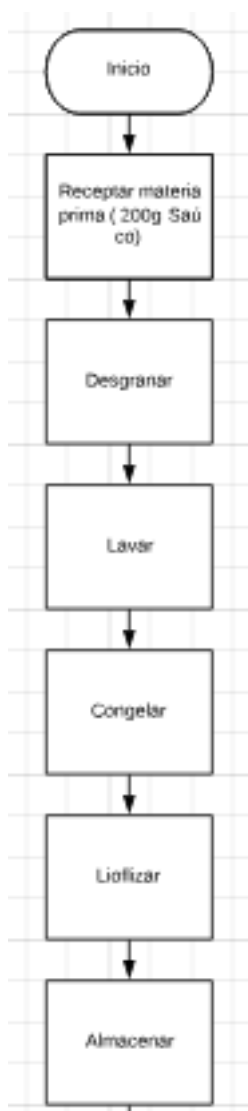


Figura28. Saúco liofilizado



Figura 29. Peso del saúco liofilizado

Diagrama de procesos



- Hidratación del liofilizado

Fecha: 1/04/2108

Cantidad: 38 gr de Saúco liofilizado con 19 gr de agua, cantidad total del sumo: 40 gr líquido.



Figura 30. Saúco liofilizado e hidratado

- Realización de las gomitas con el extracto del liofilizado

Fecha: 6/oct/2017

Cantidad de ingredientes

100 gr azúcar

45 gr agua

40 gr glucosa

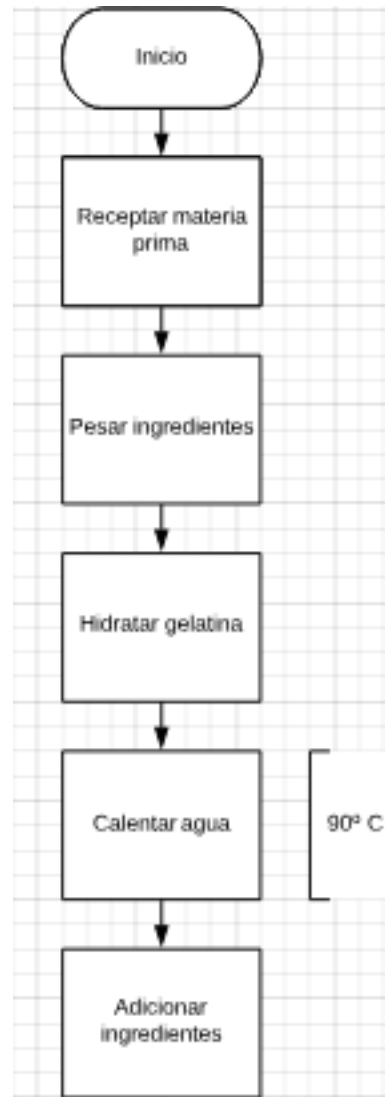
10 gr de gelatina sin sabor

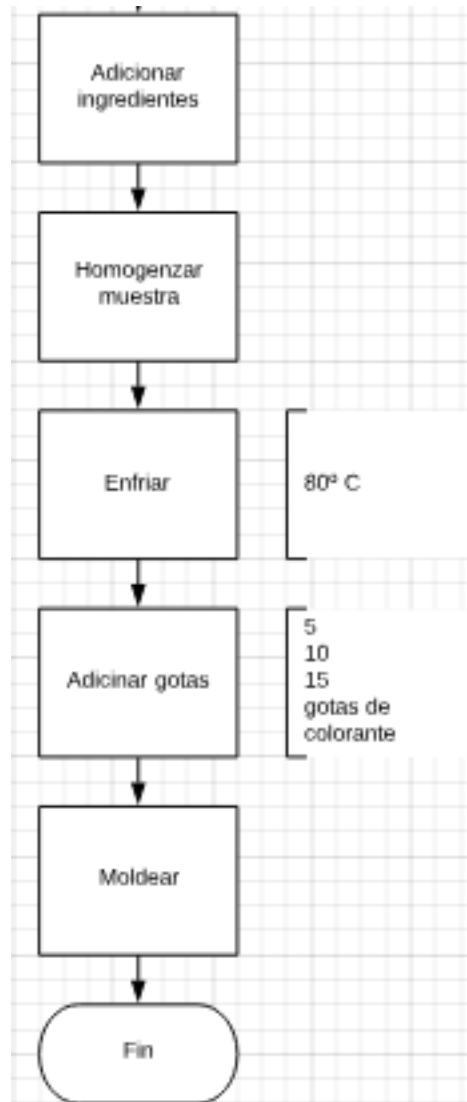
5/10/15 gotas respectivamente del liquido extraído del Saúco (gomita de corazón es la que tiene colorante artificial)



Figura 31. Gomitas con 5,10 y 15 gotas de colorante natural y 1 gota de artificial

Diagrama de procesos





- Primera extracción del Saúco con agua y alcohol (2 semanas de lo que se maceró)
- Fecha: 7/04/2018
- Cantidad: 200 gr de Saúco y 100 gr de agua
Alcohol 219 ml de líquido colorante total



Figura 32. Saúco con solvente alcohol

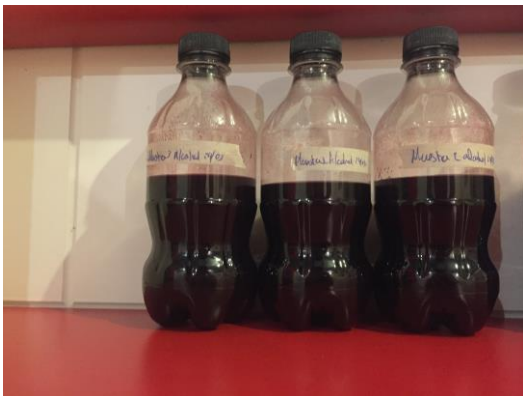


Figura 33. Extracto de pigmento con etanol

- Realización de la maceración en agua únicamente por 2 días, ya que no se puede dejar más tiempo por el moho.

Fecha 7/04/2018

Cantidad 200 gr de saúco y 100 gr de agua



Figura 34. Extracción mecánica Figura 35. Extracto del pigmento con agua

- Realización de las gomitas con los distintos colorantes y con distintas dosis

Fecha: 8/04/2008

Formulación:

125 gr de azúcar

40 gramos de agua colorante (alcohol y agua respectivamente en las fotos)

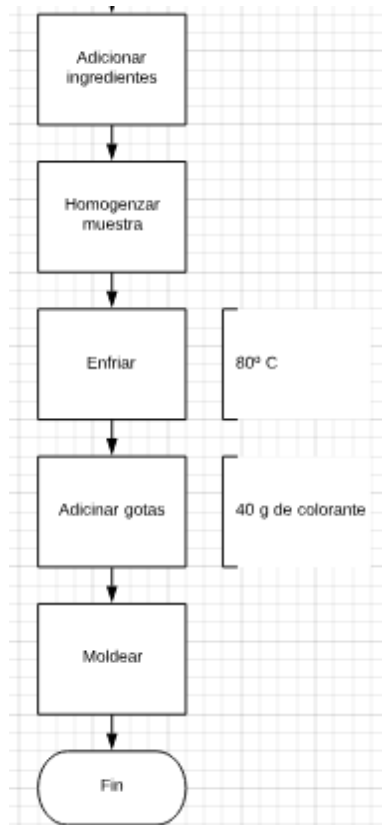
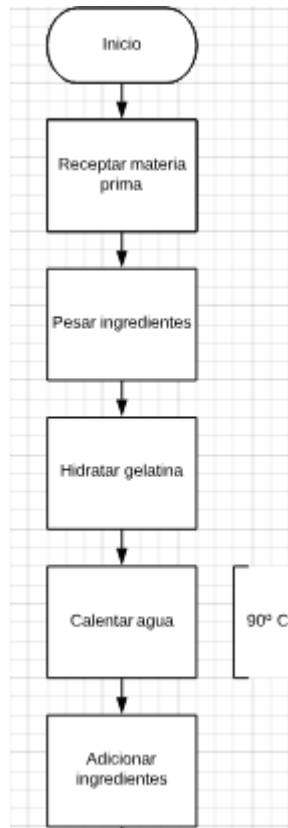
40 gr glucosa

10 gr de gelatina sin sabor hidratada en 50 gr de agua



Figura 36. Gomitas con colorante natural

Diagrama de procesos



- Realización de gomitas con los colorantes distintos y menor dosis

Fecha: 8/04/2018

Formulación:

125 gr de azúcar

20 gr de agua

20 gr de colorante en agua líquida

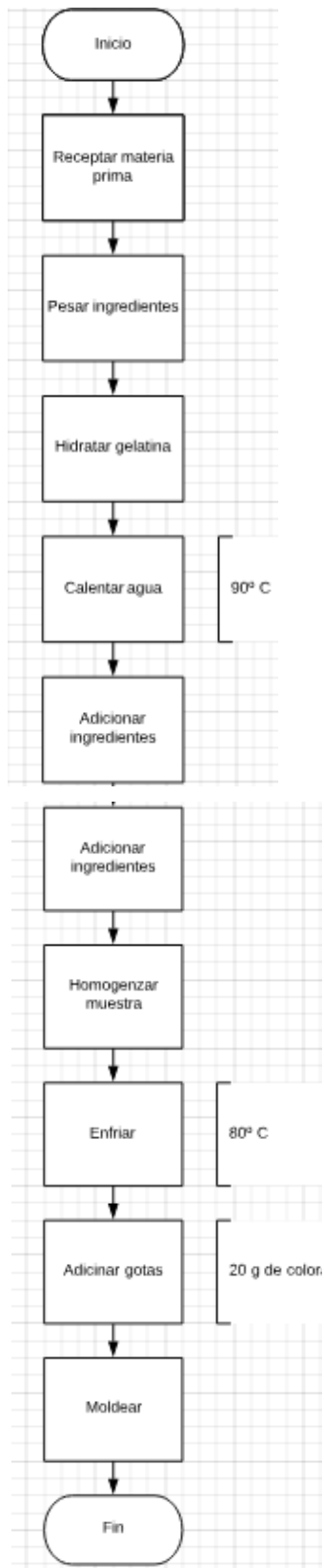
40 gr de glucosa

10 gramos de gelatina sin sabor hidratada con 50 gr de agua



Figura 37. Gomitas con colorante natural (rojo)

Diagrama de procesos



- Comparación de las dosis de las gomitas

Fecha: 9/04/2018

En la izquierda la de menor dosis (20 ml) y la derecha mayor dosis (40 ml)



Figura 38. Comparación de los colorantes naturales

Formulación de gomitas con colorante artificial

Fecha: 15/04/2018

125 gr de azúcar

40 gr de agua

40 gr de glucosa

10 gramos de gelatina sin sabor hidratada con 50 gr de agua

0.2 gramos de colorante artificial



Figura 39. Gomas con colorante artificial

Nota: para la realización de las gomas con el colorante artificial se realizó la misma dilución del caso del liofilizado, se puso 20 gramos de colorante rojo 40 con 10 gramos de agua, y a partir de esa solución se cogió 0.2 gramos de colorante para utilizarlo.



Figura 40. Peso en gramos del colorante artificial usado.

Anexo 3. Prototipo de encuesta hedónica para saber cual es la mejor muestra.

Pruebas de evaluación sensorial tesis Agroindustrial

Nombre.....

Fecha.....

1.- Frente a usted tiene tres muestras de gomitas, usted debe observar cada una y seleccionar cual de las tres muestras le gusta más su color

Muestras		
MA1	ME1	ML1
Prefiero la muestra		

2.- Frente a usted tiene tres muestras de gomitas, usted debe probar cada una y seleccionar cual de las tres muestras prefiere por su sabor

Muestras		
MA1	ME1	ML1
Prefiero la muestra		

3.- Ahora que probó las tres gomitas, enumere de acuerdo a su preferencia de cual más le gusto

Muestra
1. _____
2. _____
3. _____

Observaciones

Muchas Gracias!

Anexo 4. Análisis bromatológico del fruto del Saúco por la entidad AGROCALIDAD

 AGROCALIDAD AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA Y MICROBIOLOGÍA Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf: 02-2372-842/2372-844/2372-845	PGT/B/09-FO01
	Informe de Análisis	
	Hoja 1 de 1	

Informe N°: LN-B-E17-276

Fecha emisión Informe: 31/10/2017

DATOS DEL CUENTE

Persona o Empresa solicitante: Nicolas Aguirre

Dirección: Calle 24 de Mayo y Pasaje Victor Hualpa
 OE1-28

Teléfono: 2390635

Correo Electrónico: nnaguirre@udlanet.ec

Provincia: Pichincha Cantón: Quito

N° Orden de Trabajo: B-17-CGLS-2396

N° Factura/ Memorando: 11084

DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra: Saúco Negro	Conservación de la muestra: Ambiente	
Lote: --	Tipo de envase: Frasco de vidrio	
Provincia: Pichincha	Coordenadas:	X:---
Cantón: Quito		Y:---
Parroquia: San Carlos		Altitud:---
Responsable de toma de muestra: Nicolas Aguirre		
Fecha de toma de muestra: 11/10/2017	Fecha de inicio de análisis: 12-10-2017	
Fecha de recepción de la muestra: 11/10/2017	Fecha de finalización de análisis: 31/10/2017	

RESULTADOS DEL ANÁLISIS BROMATOLÓGICO

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO	UNIDAD	MÉTODO	RESULTADO	ESPECIFICACIÓN/ REFERENCIA
B171048	Saúco Negro	Humedad	%	Gravimétrico	83,83	---
		Materia Seca	%	PEE/B/01	16,17	---
		Proteína	%	Kjeldahl	7,74	---
		(Nx6,25)				
		Grasa	%	Soxhlet PEE/B/03	2,77	---
		Cenizas	%	Gravimétrico	4,21	---
		Fibra	%	PEE/B/04	16,59	---
		ENN*	%	Gravimétrico	68,69	---
PEE/B/05	Cálculo	68,69	---			

ENN*: Elementos No Nitrogenados

Analizado por: Quím. A. Patricia Obando

Observaciones: Los resultados de grasa, proteína, ceniza y fibra se expresan en materia seca

Anexo Gráficos: NA

Anexo Documentos: NA


 Lic. Jorge Traxler
 Responsable Técnico
 Laboratorio de Bromatología y Microbiología

AGROCALIDAD
 AGENCIA ECUATORIANA
 DE ASEGURAMIENTO
 DE LA CALIDAD DEL AGRO
 LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA
 Y MICROBIOLOGÍA
 TUMBACO - QUITO

Anexo 5. Personal realizando las encuestas y degustación de las gomitas



Figura 41. Catadores de las gomitas



Figura 42. Catadores de las gomitas



Figura 43 Catadores de las gomitas



Figura 44 Catadores de las gomita

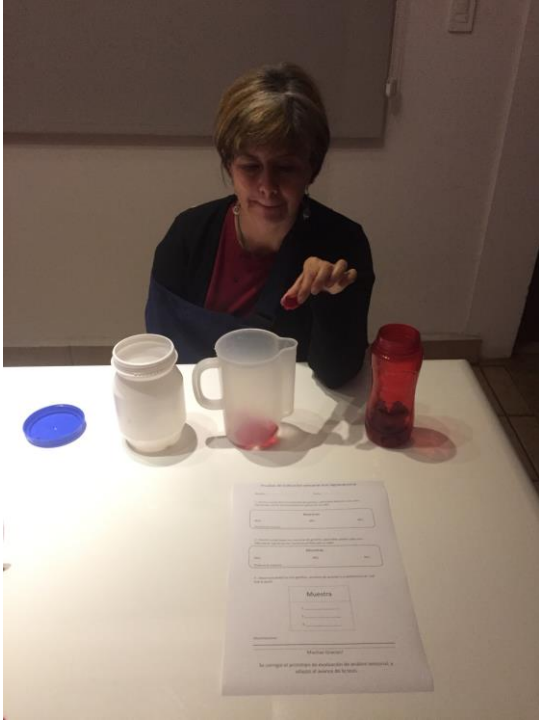


Figura 45. Catadores de las gomitas



Figura 46. Catadores de las gomitas

Anexo 6. Análisis de la absorbancia de las distintas muestras del Saúco



Figura 47. Muestras para el ingreso al espectrofotómetro.

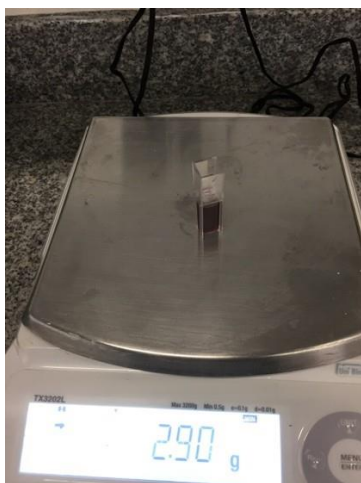


Figura 48. Muestra 1 alcohol

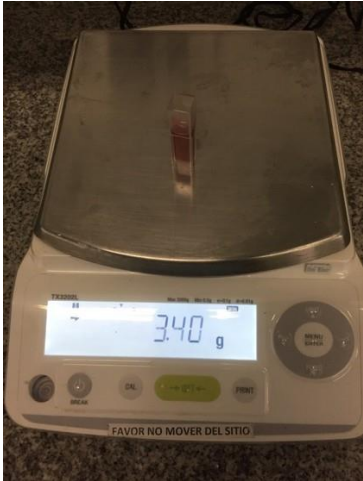


Figura 49. Muestra 2 agua

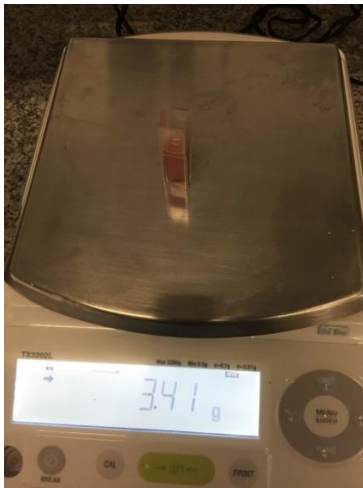


Figura 50. Muestra 3 liofilizado

Anexo 7. Árboles de Saúco esparcidos por la capital



Árbol captado en el sector de
PUEMBO, valle de Tumbaco.

Ubicada al noroccidente de la capital
de Quito, altitud de 2 400 msnm,
temperaturas aproximadas 16.5 y
18.5 °C.

Figura 51. Fotografías del árbol de
saúco en Puenbo



Árbol captado en el sector de San
Carlos, Al norte de la capital, altitud
2.500 y 3.000 msnm y temperaturas,
14- 18 °C.

Figura 52. Fotografías del árbol de
saúco en Quito norte.



Árbol captado en la av. Simón bolívar, al norte de la capital, vía que lleva al valle Cumbayá. Altitud 2500, 2800 msnm, con climas que van desde los 12 hasta los 22 °C.

Figura 53. Fotografías del árbol de saúco en av. Simón Bolívar.



Figura 54. Gomititas con colorante artificial rojo.



Figura 55. Gomas con colorante natural de Saúco.



Figura 56. Gomas con colorante artificial morado.



Figura 57. Gomas con colorante natural morado.

Anexo 8. Costos de producción en realizar las gomitas con el colorante natural y artificial.

4.4.1.1 GOMITAS CON COLORANTE MA

Tabla 18.

Costos de realización de producto final con extracción en agua

Materiales	Gramos	P.V.P. unitario
AGUA	40 g	0.027 ctvs.
GLUCOSA	40 g	0.150 ctvs.
GELATINA	10 g	0.300 ctvs.
AZÚCAR	125 g	0.210 ctvs.
COLORANTE (agua y fruto)	10 g	0.007 ctvs.

Total costo producción: 0,694 dólares.

4.4.1.2 GOMITAS CON COLORANTE ME1

Tabla 19.

Costos de realización de producto final con extracción en alcohol

Materiales	Cantidad g/unidades	P.V.P. unitario
AGUA	40 g	0.027ctvs.
GLUCOSA	40 g	0.150 ctvs.
GELATINA	10 g	0.300 ctvs.
AZÚCAR	125 g	0.210 ctvs.
COLORANTE (alcohol y fruto)	10 g	0.076 ctvs.

Total costo de producción: 0.763 dólares

4.4.1.3 GOMITAS CON COLORANTE ML1

Tabla 20.

Costos de realización de producto final con extracción liofilizado.

Materiales	Cantidad g/unidades	P.V.P. unitario
AGUA	40 g	0.027 ctvs.
GLUCOSA	40 g	0.150 ctvs.
GELATINA	10 g	0.300 ctvs.
AZÚCAR	125 g	0.210 ctvs.
COLORANTE (fruto y liofilizado)	10 g	0.500 dólar

Total costo de producción: 1.187 dólares

4.4.1.4 GOMITAS CON COLORANTE ARTIFICIAL

Tabla 21.

Costos de realización de producto final con colorante artificial

Materiales	Cantidad g/unidades	P.V.P. unitario
AGUA	40 g	0.027 ctvs.
GLUCOSA	40 g	0.150 ctvs.
GELATINA	10 g	0.300 ctvs.
AZÚCAR	125 g	0.210 ctvs.
COLORANTE (artificial)	0.2g	0.003 ctvs.

Total costos: 0.684 ctvs. de dólar

