



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA INGENIERÍA EN INDUSTRIAS PECUARIAS

**“CARACTERIZACIÓN DE YOGURT TIPO III UTILIZANDO LAS
ANTOCIANINAS DE LA FLOR DE JAMAICA (*Hibiscus sabdariffa*)
COMO COLORANTE NATURAL”.**

Trabajo de Titulación

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar por el grado académico de:

INGENIERO EN INDUSTRIAS PECUARIAS

AUTOR: HENRY ALEXIS HUMANANTE GUAYANLEMA

DIRECTOR: ING. ENRIQUE CÉSAR VAYAS MACHADO M.C.

Riobamba – Ecuador

2022

© 2022, Humanante Guayanlema Henry Alexis

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, HENRY ALEXIS HUMANANTE GUAYANLEMA, declaro que el presente Trabajo de Titulación, de enfoque investigativo es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor; asumo toda la responsabilidad legal y académica de los contenidos expuestos en este Trabajo de Titulación, el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 13 de julio del 2022

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Humanante H.', enclosed within a large, loopy blue oval scribble.

Henry Alexis Humanante Guayanlema

060421341-3

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA INGENIERÍA EN INDUSTRIAS PECUARIAS

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El Trabajo de Titulación: Tipo: Proyecto de Investigación, “**CARACTERIZACIÓN DE YOGURT TIPO III UTILIZANDO LAS ANTOCIANINAS DE LA FLOR DE JAMAICA (*Hibiscus sabdariffa*) COMO COLORANTE NATURAL**”, realizado por el señor: **HENRY ALEXIS HUMANANTE GUAYANLEMA**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. César Iván Flores Mancheno PhD. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2022-07-13
Ing. Enrique César Vayas Machado M.C. DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN		2022-07-13
Ing. Byron Leoncio Díaz Monroy PhD. MIEMBRO DEL TRIBUNAL		2022-07-13

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios por haberme dado la vida y darme sabiduría en mi trayecto de profesión, a mis padres, en especial a mi hermano Cristian Humanante quien ha sido el pilar fundamental, mi guía, para que yo siga adelante y me supere como profesional, a mi Padre Angel Humanante que ha luchado noche y día en su trabajo para darme estabilidad económica para que yo siga con mi sueño en ser Ingeniero, a mi Madre Carmen Guayanlema que me ha dado su amor, me ha dado sus consejos para no desviarme en malos pasos, a mis sobrinos Matías, Renata y Valentina que son mi motivo de alegría, y de superación cada día. A mis amigos que formaron parte de mi vida durante este largo camino, que con su apoyo y cariño que siempre me brindaron, logre esta meta tan anhelada ya que sin ellos no hubiera sido mis días tan especiales en mi carrera universitaria.

Henry

AGRADECIMIENTO

A toda mi familia, que aportaron con su granito de arena y con sus palabras me ayudaban a no darme por vencido y luchar cada día.

Mis más sinceros agradecimientos a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, en especial a la carrera de Ingeniería en Industrias Pecuarias, por haberme permitido formarme profesionalmente en sus aulas.

A mis docentes que aportaron con sus conocimientos y que de cada uno de ellos aprendí sus mejores enseñanzas, de manera especial a mi director Ing. Enrique Vayas, de la misma manera mi asesor Ing. Byron Díaz que me brindaron su conocimiento, tiempo y apoyo siendo mis guías del presente trabajo.

Mis más sinceros agradecimientos.

Henry

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
RESUMEN.....	xi
ABSTRAC.....	xii
INTRODUCCIÓN	1

CÁPITULO I

1.	MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	3
1.1.	Leche	3
1.2.	Yogurt	4
1.2.1.	<i>Historia del yogurt</i>	4
1.2.2.	<i>Definición del yogurt</i>	4
1.2.3.	<i>Composición química del yogurt</i>	4
1.2.4.	<i>Clasificación</i>	5
1.3.	Proceso de la elaboración del yogur	6
1.3.1.	<i>Estandarizar la Leche</i>	6
1.3.2.	<i>Mezclar Ingredientes</i>	6
1.3.3.	<i>Homogeneizar</i>	6
1.3.4.	<i>Pasteurizar</i>	6
1.3.5.	<i>Enfriamiento</i>	6
1.3.6.	<i>Inoculación</i>	7
1.3.7.	<i>Incubación</i>	7
1.3.8.	<i>Batido</i>	7
1.3.9.	<i>Empaque</i>	7
1.4.	Características Sensoriales.....	7
1.4.1.	<i>Sabor</i>	8
1.4.2.	<i>Olor</i>	8
1.4.3.	<i>Color</i>	8
1.4.4.	<i>Aspecto</i>	8
1.5.	Flor de Jamaica	8
1.5.1.	<i>Generalidades</i>	8
1.5.2.	<i>Clasificación taxonómica y descripción de la planta</i>	9

1.5.3.	<i>Producción de flor de Jamaica en el ecuador</i>	10
1.5.4.	<i>Composición química</i>	10
1.5.5.	<i>Propiedades</i>	12
1.6.	Colorantes	12
1.6.1.	<i>Definición</i>	12
1.7.	Tipos de colorantes	13
1.7.1.	<i>Colorantes artificiales</i>	13
1.7.1.1.	<i>El azul brillante FCP (E133)</i>	13
1.7.1.2.	<i>Indigotina (E132)</i>	14
1.7.1.3.	<i>Verde ácido brillante BS (E142)</i>	14
1.7.1.4.	<i>Rojo Allura AC (E129)</i>	14
1.7.1.5.	<i>Amaranto (E123)</i>	14
1.7.1.6.	<i>Eritrosina (E127)</i>	14
1.7.1.7.	<i>Tartrazina (E102)</i>	15
1.7.1.8.	<i>Amarillo ocaso FCF (E110)</i>	15
1.7.2.	<i>Colorante Natural</i>	15
1.7.3.	<i>Colorantes naturales hidrosolubles</i>	15
1.7.3.1.	<i>Curcumina (E100)</i>	15
1.7.3.2.	<i>Riboflavina, lactoflavina o B2 (E101)</i>	15
1.7.3.3.	<i>Cochinilla (E120)</i>	16
1.7.3.4.	<i>Caramelo (E150)</i>	16
1.7.3.5.	<i>Betanina o rojo de remolacha (E162)</i>	16
1.7.3.6.	<i>Antocianos (E163)</i>	16
1.8.	Tipo de pigmentos vegetales	16
1.8.1.	<i>Clorofílicos</i>	16
1.8.2.	<i>Carotenoides</i>	16
1.8.3.	<i>Antociánicos</i>	17
1.8.4.	<i>Flavonoides</i>	17
1.8.5.	<i>Betaláinicos</i>	17
1.9.	Clasificación de los pigmentos naturales	17
1.10.	Antocianinas	18
1.10.1.	<i>Estructura de la antocianina</i>	18
1.11.	Factores que afectan la estabilidad de las antocianinas	19
1.11.1.	<i>pH</i>	19
1.11.2.	<i>Temperatura</i>	19
1.11.3.	<i>Enzimas</i>	20

1.11.4.	<i>Luz y oxígeno</i>	20
1.12.	Propiedades funcionales de las Antocianinas	20
1.13.	Importancia del color en los alimentos	21
1.14.	Métodos de extracción de las antocianinas	21
1.14.1.	<i>Extracción sólido – líquido</i>	21
1.14.2.	<i>Método Soxhlet</i>	21
1.15.	Proceso de extracción del colorante Natural mediante el Método Soxhlet	22
1.15.1.	<i>Método Extracción</i>	23
1.15.2.	<i>Recomendaciones para el proceso de extracción</i>	23
1.15.3.	<i>Ventajas de extractor Soxhlet</i>	23
1.16.	Solventes utilizados para la extracción	24
1.16.1.	<i>Agua destilada</i>	24
1.16.2.	<i>Etanol</i>	24

CAPÍTULO II

2.	METODOLOGÍA	25
2.1.	Búsqueda de información bibliográfica	25
2.2.	Criterios de selección	25
2.3.	Métodos de sistematización de la información	26

CAPÍTULO III

3.	RESULTADOS DE INVESTIGACIONES Y DISCUSIÓN	27
3.1.	Técnicas de extracción de colorantes vegetales	27
3.1.1.	<i>Análisis microbiológicos de las Antocianinas</i>	29
3.2.	Proporción más idónea de las antocianinas en el yogurt	29
3.3.	Determinación de la vida de estante del colorante natural (antocianinas) con el yogurt	35

	CONCLUSIONES	33
--	---------------------------	----

	RECOMENDACIONES	34
--	------------------------------	----

BIBLIOGRAFÍA

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1: Composición de la leche	3
Tabla 2-1: Composición química del yogurt.....	5
Tabla 3-1: Clasificación taxonómica de la Planta Flor de Jamaica.....	9
Tabla 4-1: Análisis realizados a la Planta Flor de Jamaica	11
Tabla 5-1: Análisis realizados a los cálices de la Flor de Jamaica, en base seca.	11
Tabla 6-1: Colorantes sintéticos azoicos y no azoicos.....	13
Tabla 7-1: Clasificación de colorantes naturales según su solubilidad.....	18
Tabla 8-3: Técnicas de extracción de colorantes vegetales.....	27
Tabla 9-3: Análisis microbiológicos de la Antocianina.....	29
Tabla 10-3: Proporción más idónea de las antocianinas en el yogurt	30
Tabla 11-3: Determinación de la vida de estante del yogur con el colorante natural.....	31

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1: Flor de Jamaica	8
Figura 2-1: Estructura Antocianica.....	19
Figura 3-1: Transformación molecular de la cianidina en función del pH	19
Figura 4-1: Extractor método soxhlet	22

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo la caracterización de yogurt tipo III utilizando las antocianinas de la flor de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) como colorante natural. Lo cual se realizó una búsqueda bibliográfica descriptiva de diversas plataformas digitales y repositorios digitales como: Google académico, Scielo, DSpace ESPOCH, UTA, UTC y repositorios de universidades internacionales como: Universidad Nacional de Ingeniería (Nicaragua), Escuela Agrícola Panamericana (Zamorano-Honduras), Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga (Perú), tomando en cuenta que el 80% va desde el año 2015 hasta la actualidad, y el otro 20% son de años que van desde 1995 hasta el 2015, la información se clasifico de acuerdo a los criterios de selección según los años de publicación tomando en cuenta los más actuales y sintetizando la información válida en tablas de formato de Excel y Word para una mejor comprensión. Como resultados, para la extracción de las antocianinas por el método Soxhlet ya que su rendimiento de extracto es mayor al de la centrifugación y maceración, para las pruebas con respecto a la proporción idónea colorante - yogurt se evaluaron por el método de análisis sensorial mediante la prueba hedónica, indicando que el nivel de aceptación está por encima del 50 % y en cuanto al tiempo de evaluación colorante - yogurt, un pH no inferior a 4,0 ni superior a 4,6 y a temperatura de refrigeración, las características organolépticas del producto permanecen estables. Se concluye que las antocianinas pueden aplicarse como colorante en el yogurt, siendo aceptado por los catadores, teniendo en cuenta que la técnica adecuada para la extracción de las antocianinas por el método Soxhlet. Se recomienda realizar más estudios para sustituir colorantes sintéticos por pigmentos naturales.

Palabras clave: <Caracterización> <flor de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa*)> <Antocianinas> <método Soxhlet> <extracción de pigmentos>

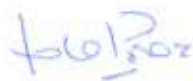


1600-DBRA-UTP-2022

ABSTRACT

This research had as objective the characterization of type III yogurt using the anthocyanins of Jamaica flower (*Hibiscus sabdariffa*) as a natural colorant. A descriptive bibliographic search of various digital platforms and digital repositories such as: Google academic, Scielo, DSpace ESPOCH, UTA, UTC and repositories of international universities such as: Universidad Nacional de Ingeniería (Nicaragua), Escuela Agrícola Panamericana (Zamorano-Honduras), Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga (Peru). 80% of this information date from 2015 to the present, and the other 20% range from 1995 to 2015. The information was classified according to the years of publication and the valid information was recorded using Excel and Word format tables for better understanding. The extraction of anthocyanins was carried out with the Soxhlet method since its extract yield is higher than that of centrifugation and maceration. The sensory analysis was done using the hedonic test which indicated that the level of acceptance is above 50 % and for the evaluation of the time colorant - yogurt, a pH not lower than 4.0 nor higher than 4.6 and at refrigeration temperature was evidenced. The organoleptic characteristics of the product remain the same. It is concluded that anthocyanins can be applied as a colorant in yogurt which is accepted by tasters taking into account that the appropriate technique for the extraction of anthocyanins is the Soxhlet method. Further studies are recommended to replace synthetic colorants by natural pigments.

Keywords: <Characterization> <Jamaica flower (*Hibiscus sabdariffa*)> <Anthocyanins> <Soxhlet method> <Pigment extraction>.



Gloria Isabel Escudero Orozco

0602698904

INTRODUCCIÓN

Hoy por hoy la industria alimentaria se ha visto sujeta a serios cambios debido a que los consumidores están prefiriendo por productos más sanos y en especial sin colorantes sintéticos o artificiales, ya que los artificiales tienden a ser muy perjudiciales para la salud humana. Por este motivo el sector agroindustrial invierte muchos esfuerzos y medios en la búsqueda de nuevas opciones. Según Badui, manifiesta que el color de los alimentos viene a ser un atributo de alto peso ante juicio del consumidor, ya que este puede llegar a ser determinante para que un producto alimenticio sea aceptado o rechazado (Cano, 2011, p.19).

Según Badui menciona que los colorantes sintéticos que se incorporan en los productos alimenticios, han provocado que en estos últimos años se excluyan del mercado ya que son considerados dañinos para la salud humana; causando que se incremente la demanda de colorantes naturales principalmente en los países desarrollados. Entre los pigmentos naturales de interés para la industria alimentaria, están las antocianinas (Cano, 2011, p.19).

Las antocianinas representan el grupo más importante de pigmentos hidrosolubles detectables en la región visible por el ojo humano (Castillo, 2017, p.7). Estos pigmentos son responsables de la gama de colores que abarcan desde el rojo hasta el azul en varias frutas, vegetales y cereales, acumulados en las vacuolas de la célula (Garzón, 2008).

Una de las plantas con mayor contenido de antocianinas es la flor de Jamaica, es una planta herbácea anual que pertenece a la familia de las Malváceas. Es originaria de África tropical y actualmente su cultivo se extiende por México, América Central y del sur, y en el sudeste asiático (Castillo, 2017, p.7). En el Ecuador la flor de Jamaica se siembra solo en ciertas áreas de la Amazonía donde existen pequeñas áreas de producción como la provincia de Napo, Morona Santiago y Pastaza (Rosado, 2020, p.20). El color de cálices de Jamaica está relacionado con el contenido de antocianinas 300 mg/100g expresado como cianidina 3- glucósido (Castillo, 2017, p.7).

Los extractos líquidos de la flor de Jamaica por su contenido de antocianinas representan el potencial para el reemplazo competitivo de colorantes sintéticos en alimentos, y para la obtención de productos con valor agregado dirigidos al consumo humano (Castillo, 2017, p.8).

Según Garzón (2008), menciona que el interés por los pigmentos antociánicos e investigación científica se han incrementado en los últimos años, debido no solamente al color que confieren a los productos que las contienen sino a su probable papel en la reducción de las enfermedades

coronarias, cáncer, diabetes; a sus efectos antiinflamatorios y mejoramiento de la agudeza visual y comportamiento cognitivo.

Los beneficios que ofrece las antocianinas como colorantes naturales, son suplentes de colorantes sintéticos, con una buena alternativa para prevenir una gran cantidad de enfermedades a la población por el uso excesivo de alimentos procesados con colorantes artificiales. (Garzón, 2008).

Hoy en día el consumo de yogurt en el mundo es alto, ya que es un alimento de alto valor nutritivo. Sin embargo este producto la mayoría elabora con aditivos sintéticos como: colorantes, saborizantes y conservantes con la finalidad de modificar y mejorar aspectos físicos, químicos y sensoriales (Llamuca, 2018, p. 17). Por ende pueden producir a largo plazo alergias y otras patologías como asma, urticaria crónica, así también ciertos trastornos psicomotores que pueden estar efectuándose por una acción directa del colorante en el sistema nervioso central (Llamuca, 2018, p.17).

Por lo manifestado anteriormente se plantearon los siguientes objetivos:

Establecer el método más eficiente para la obtención de las antocianinas presentes en la flor de Jamaica para la utilización como colorante natural en el yogurt emanado por diferentes autores.

Identificar cual es la proporción más idónea del colorante natural extraída de la flor de Jamaica en la elaboración del yogurt mediante la indagación de fundamentos teóricos.

Conocer mediante una revisión bibliográfica la vida de estante del yogurt con el colorante natural de la flor de Jamaica.

CAPITULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. Leche

Producto de la secreción mamaria normal de animales bovinos lecheros sanos, obtenida mediante uno o más ordeños diarios, higiénicos, completos e ininterrumpidos, sin ningún tipo de adición o extracción, destinada a un tratamiento posterior previo a su consumo (NTE INEN 9, 2012, p.1).

Es el producto obtenido de la secreción de las glándulas mamarias de las vacas, sin calostro, por ende debe ser sometido a tratamientos térmicos u otros procesos siempre y cuando se garantice que el producto sea inocuo; además existen otras operaciones que el producto puede ser sometido, como la clarificación, homogeneización, estandarización entre otras, siempre y cuando no contaminen al producto (Rámos, 2010, p.3).

A continuación, en la tabla 1-1 se puede observar la composición química de la leche cruda.

Tabla 1-1: Composición de la leche

COMPONENTE	CANTIDAD
Agua	87%
Lactosa	4,8%
Grasa	3,7%
Proteínas	3,4%
Minerales	0,7%

Fuente: Vayas, E., 2019

Realizado por: Humanante, Henry, 2022

1.2. Yogurt

1.2.1. Historia del yogurt

El yogurt, algunos sitúan su origen en Turquía, Balcones, Bulgaria o en Asia central; se dice que en un comienzo las personas que conformaban los pueblos ganaderos nómadas trasladaban leche entera que recogían de los bovinos lecheros en bolsas fabricadas con piel de cabra, donde gracias al calor y el contacto con la dermis de dicha piel, sucedía un crecimiento de bacterias lácticas dando como resultado una leche fermentada semisólida y coagulada (Aranceta y Serra, 2004, p.6).

1.2.2. Definición del yogurt

Producto coagulado obtenido por fermentación láctica de la leche o mezcla de esta con derivados lácteos, mediante la acción de bacterias lácticas *Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus* y *Streptococcus salivaris subsp. Thermophilus*, pudiendo estar acompañadas de otras bacterias benéficas que por su actividad le confieren las características al producto terminado; estas bacterias deben ser viables y activas desde su inicio y durante toda la vida útil del producto (NTE INEN 2395, 2011, p.2).

1.2.3. Composición química del yogurt

El yogurt gracias a su contenido en proteínas, vitaminas y minerales, es un producto alimenticio rico en nutrientes y que deben formar parte de una dieta sana y equilibrada. Gracias a la fermentación del azúcar de la leche que se transforma en ácido láctico, suele obtener un sabor ácido. Por ende, el yogurt también requiere de bacterias benignas, las más frecuentes del género *lactobacillus*, bacterias que desdoblán la lactosa y previenen el crecimiento de otros patógenos peligrosos que permiten la degradación del producto (Escalante, 2018, p.13).

Los principales minerales del yogurt son el calcio, el magnesio y el fósforo, que son los principales minerales para nuestros huesos. Curiosamente, estos minerales se hallan en mayor cantidad en el yogurt que en la leche. Tal vez los microorganismos que envejecen la leche para transformarla en yogurt, además de hacerla más digestiva, incrementan cuantos minerales; el yogurt reduce la cantidad de colesterol en la leche antes de la fermentación (Buitrago, 2008, p.27), ver tabla 2-1.

Tabla 2-1: Composición química del yogurt

Compuestos (unidades/100g)	Yogurt entero	Yogurt descremado	Yogurt de frutas
Calorías	72	64	98
Proteínas (g)	3,9	4,5	5,0
Grasas (g)	3,4	1,6	0,25
Carbohidratos (g)	4,9	6,5	18,6
Calcio (mg)	145	150	176
Fósforo (mg)	114	118	153
Sodio (mg)	47	51	-
Potasio (mg)	186	192	254

Fuente: (Cueva, 2003, p.4)

Realizado por: Humanante, Henry, 2022

1.2.4. Clasificación

Como plantea la NTE INEN (2011, p. 3), el yogurt se clasifica de acuerdo al contenido de grasa, los ingredientes, proceso de elaboración.

Según el contenido de grasa en:

- ✓ **Tipo I:** Entera.
- ✓ **Tipo II:** Semidescremada (parcialmente descremada).
- ✓ **Tipo III:** Descremada

De acuerdo a los ingredientes en:

- ✓ Natural,
- ✓ Con ingredientes

De acuerdo al proceso de elaboración en:

- ✓ Batido,
- ✓ Coagulado o aflanado,
- ✓ Tratado térmicamente
- ✓ Concentrado,
- ✓ Deslactosado.

1.3. Proceso de la elaboración del yogur

García (2008, pp.18-20), describe el proceso de elaboración del yogur de la siguiente manera:

1.3.1. Estandarizar la Leche

Para estandarizar la leche, la maquina descremadora se utiliza principalmente para regularizar la cantidad de grasa en un 2 % y 7 % de solidos que contendrá el producto, es necesario precalentar la leche alrededor de 35°C, para certificar una distribución homogénea de la grasa (García, 2008, pp.18-19).

1.3.2. Mezclar Ingredientes

Para mezclar los ingredientes, se recomienda la utilizar tanques o marmitas con agitadores, para asegurar una correcta distribución de los ingredientes. Cuando un yogur natural se elabora de forma correcta, no necesita usar estabilizador. Si fuese necesario, se recomienda mezclarlo con el azúcar y agregarlo a una temperatura inferior a 45 °C (García, 2008, p.19).

1.3.3. Homogeneizar

La estabilidad y consistencia del yogur se ven mejorados por esta operación. La firmeza del gel aumenta al hacerlo. Se recomienda la utilización de una presión de 100 kg. /cm² y de una temperatura de 40 °C. A demás de aumentar la estabilidad y la consistencia, la homogeneización da al yogur “cuerpo” evitando que la grasa presente en el producto se separe (García, 2008, p.19).

1.3.4. Pasteurizar

La pasteurización permite una mezcla libre de microorganismos patógenos, ayuda a desintegrar y consolidar los ingredientes, desarrolla aún más el sabor y la calidad de almacenamiento, al tiempo que permite que el producto sea uniforme. Para esta actividad se sugiere la utilización de una olla, donde se pone la mezcla, la cual se debe llevar a una temperatura de 85°C por 30 minutos. (García, 2008, p.19).

1.3.5. Enfriamiento

Con el fin de que el producto obtenga una temperatura apropiada al agregar el cultivo, debe

enfriarse a una temperatura de 40-45°C. En cuanto a este proceso debe realizarse lo más higiénicamente para no contaminar la mezcla, además de realizarlo rápido (García, 2008, p.19).

1.3.6. Inoculación

Se utiliza para inocular la mezcla entre 2-3% de cultivo formado por partes iguales de *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*. Se debe combinar muy bien al añadir el cultivo y realizarlo de manera higiénica para impedir una contaminación (García, 2008, p.20).

1.3.7. Incubación

La mezcla con el cultivo se debe incubar a 45 °C durante 3 - 4 horas, tiempo necesario para que el yogur consiga un pH aproximadamente de 4,6-4,7 (García, 2008, p.20).

1.3.8. Batido

Para esta actividad se sugiere la utilización de una mezcladora o con algún utensilio físicamente. Este proceso también está pensado para enfriar al yogur para que no entre demasiado caliente en la cámara de refrigeración (García, 2008, p.20).

1.3.9. Empaque

En seguida de que el producto es batido deberá ser puesto en los recipientes en los que se comercializará según se desee (García, 2008, p.20).

1.3.10. Almacenamiento

Después de ser empacado el producto se coloca en cámaras frigoríficas a una temperatura de 4-5°C, donde se almacenará hasta su consumo (García, 2008, p.20).

1.4. Características Sensoriales

La NSO (2003, p.5), menciona que las características sensoriales deben tener ciertas particularidades como se detalla a continuación:

1.4.1. Sabor

El yogur poseerá el sabor adecuado para cada forma de presentación, no debe ser demasiado ácido por sobre maduración, sabor amargo o cualquier sabor desagradable (NSO, 2003, p.5).

1.4.2. Olor

El producto deberá tener el olor característico para cada forma de presentación y estará exento de cualquier olor insípido (NSO, 2003, p.5).

1.4.3. Color

El yogur natural corresponderá tener color blanco o levemente amarillento; los otros productos deberán poseer el color característico para cada forma de presentación (NSO, 2003, p.5).

1.4.4. Aspecto

El yogur en todas sus presentaciones, deberá tener aspecto de coágulo uniforme, sin grumos ni burbujas y debe ser independiente del suero separado. El producto con fruta debe tener aspecto característico con la fruta uniformemente distribuida (NSO, 2003, p.5).

1.5. Flor de Jamaica

1.5.1. Generalidades



Figura 1-1. Flor de Jamaica

Fuente: (Llamuca, 2018, p.22)

El nombre científico de la Flor de Jamaica es *Hibiscus Sabdariffa*, que se deriva del griego "*hibiskos*", esta proviene de África tropical y reinstalado en el continente americano durante el

periodo colonial; pertenece a una planta herbácea de la familia Malváceas, crece anualmente hasta una altura de 1,5 a 3 m dependiendo de la variedad y ahora, gracias a las investigaciones realizadas, la flor no solo es manejada en medicina por sus propiedades antioxidantes, antihipertensivas y anticancerígenas sino además en diferentes áreas industriales, como: textiles, perfumería, cosmetología, gastronomía y, sorprendentemente, en la industria alimentaria por sus cualidades se lo utiliza en productos tales como: mermeladas, jaleas, gelatinas, cremas, colorantes, entre otros (Ordóñez y Saavedra, 2016, p. 32).

Análisis químicos descubren la presencia en la flor de Jamaica de unas sustancias llamadas antocianinas que aguardan propiedades antioxidantes por lo que no revelan actividad tóxica ni mutagénica, esta es claramente la explicación de que en muchas regiones del planeta se ingiera como agua fresca o té (Ordóñez y Saavedra, 2016, p. 32).

Según el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (1998) los principales países que contienen una mayor rendimiento de producción de Flor de Jamaica a nivel internacional son: China, India, Uganda, Indonesia, Malasia y México, esto es debido a la calidad de semilla que ellos sujetan (Ordóñez y Saavedra, 2016, p. 33).

1.5.2. Clasificación taxonómica y descripción de la planta

Cronquist en 1981 realizó la clasificación taxonómica de la Planta Flor de Jamaica, la misma que se mantiene hasta la actualidad, ver tabla 3-1.

Tabla 3-1: Clasificación taxonómica de la Planta Flor de Jamaica

Clasificación Taxonómica	
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subciase	Dilleniidae
Orden	Malvales
Familia	Malvaceae
Género	Hibiscus
Especie	H. Sabdariffa L.
Nombre común	Flor o Rosa de Jamaica
Sinonimia	HibiscuscruentusBertol

Fuente: (Ordóñez y Saavedra, 2016, p. 33)

Realizado por: Humanante, Henry, 2022

1.5.3. Producción de flor de Jamaica en el Ecuador

La flor de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) se ha implantado con éxito durante mucho tiempo en Ecuador. La cosecha en general se crea en condiciones ideales de temperatura que oscilan entre los 15 y los 38 °C; sin embargo, puede soportar temperaturas en el rango de 12 y 46 °C, requieren una precipitación normal anual de 900 mm³, sin perjuicio de suelos arenosos que impidan el encharcamiento del agua a fin de proteger al cultivo de parásitos y microorganismos (Chavarría, 2012, p. 12).

Debido a los atributos ecológicos de la zona amazónica, que reúnen las condiciones ideales para el desarrollo de Flor de Jamaica, su producción se encuentra en los territorios de Napo, Morona Santiago y Pastaza, sitios como Tena, Puyo, Macas, Pomona, Teniente Hugo Ortiz y Sucúa. A la fecha solo en el área de Pomona, el 12% de la población está implicada en el desarrollo y producción de derivados de flor de Jamaica (López, 2017, p.35)

En las provincias de Pastaza, Tena y Morona Santiago, para su venta los cálices están siendo procesados para la elaboración de bebidas refrescantes, además en los mercados locales se puede encontrar las flores frescas y secas, las cuales se venden para ser utilizadas en infusiones por sus propiedades diuréticas. Sin embargo hoy en día su cultivo ha tenido una gran acogida ya que el cáliz también puede ser manipulado para la elaboración de subproductos alimenticios como: vinos, conservas, mermeladas y jaleas (López, 2017, p.35).

Los cálices secos de Jamaica se valoran económicamente en razón de que de ellos se pueden obtener concentrados rojos para la aplicación en la industria de alimentos y farmacéutica. Las antocianinas son las mezclas responsables de este tono (Prieto et al., 2015, p.16).

1.5.4. Composición química

Los análisis químicos de la *Hibiscus sabdariffa* han expuesto la presencia de ácidos orgánicos, compuestos polifenólicos como las antocianinas (responsables del tono rojo), flavonoides, mucílagos, pectinas, polisacáridos, de un aceite esencial (*eugenol*), entre otros compuestos que responsabilizan a esta planta de diversos efectos terapéuticos (Ordóñez y Saavedra, 2016, p. 36).

Se exponen los resultados de los análisis realizados a la Flor de Jamaica por la Universidad de Guatemala, ver tabla 4-1

Tabla 4-1: Análisis realizados a la Planta Flor de Jamaica

COMPONENTE	%
Agua	71,02
Solidos	11,09
Ceniza	0,09
Materia insoluble	6,67
Ácido Málico	2,77
Azúcares	8,36

Fuente: (Ordóñez y Saavedra, 2016, p. 36)

Realizado por: Humanante, Henry, 2022

La composición en los cálices varía según la variedad que se esté utilizando, en la tabla se muestran los resultados de investigaciones realizadas a los mismos, en los cuales se puede evidenciar el importante contenido de fibra, carbohidratos y ácido ascórbico; así como cierto número de aminoácidos (Ordóñez y Saavedra, 2016, p. 37), ver tabla 5-1.

Tabla 5-1: Análisis realizados a los cálices de la Flor de Jamaica, en base seca.

ELEMENTO	TIPOS DE CÁLICES			
	Frescos	Rojos	Rojo-oscuro	Blancos
Humedad (%)	9,20	86,50	85,30	9,30
Proteína cruda (%)	1,15	17,40	8,60	7,53
Extracto etéreo (%)	2,61	2,10	2,90	0,12
Fibra cruda (%)	12,00	8,50	9,80	12,00
Cenizas (%)	6,90	6,50	6,80	9,50
Carbohidratos (%)	68,15	65,50	71,90	61,55
Ácido ascórbico (mg/ 100g)	6,70	63,50	54,80	15,50
Caroteno (mg/ 100g)	0,03	-	.	-
Tiamina (mg/ 100g)	0,12	-	.	-
Roboflavina (mg/ 100g)	0,28	-	-	-
Niacina (mg/ 100g)	1,77	.	-	-

Fuente: (Ordóñez y Saavedra, 2016, p. 37)

Realizado por: Humanante, Henry, 2022

1.5.5. Propiedades

Diversos estudios realizados a la Flor de Jamaica revelan la presencia de varios compuestos mencionados anteriormente que le proporcionan los siguientes beneficios:

1. **Excelente antioxidante:** Esta propiedad le permite al hombre reducir los niveles de grasa en la sangre, ideal para personas con elevados niveles de colesterol. Regula el nivel de insulina en personas con diabetes. Lucha con células malignas de diversas formas de cáncer sin afectar a las células sanas, lo que hace que se prevenga esta enfermedad a la que aún no se le ha encontrado cura (Ordóñez y Saavedra, 2016, p. 38).
2. **Diurético:** ayuda a personas con retención de líquidos o problemas renales; además, al ser rico en sales minerales, puede ser una bebida hidratante ideal para deportistas (Ordóñez y Saavedra, 2016, p. 38).
3. Relajante del sistema nervioso central, no produce sueño, sino que ayuda a nivelar el SNC ayudando a controlar el estrés permitiendo un descanso natural (Ordóñez y Saavedra, 2016, p. 39).

1.6. Colorantes

1.6.1. Definición

Un colorante se lo puede definir como un aditivo o sustancia que esta se lo ubica de manera intencional a un alimento/producto en pequeñas dosis o cantidad con el fin de rescatar su color perdido tras un procesado industrial, para resaltar el color original o para dotarle de un color más atractivo (Sánchez, 2013, p.238).

Los colorantes pueden ser conseguidos mediante síntesis, aislada o derivada a partir de la materia prima vegetal, animal o mineral que puede ser incorporado a los alimenticios, medicamentos o cosméticos para proporcionar color al producto final (Ordóñez y Saavedra, 2016, p.19).

En la industria alimenticia se emplean como aditivos, pueden ser de dos tipos: los colorantes naturales derivados de pigmentos vegetales, animales o minerales y los colorantes sintéticos procedentes de procesos químicos. Los porqués de sus usos varían desde aspectos como la estandarización del color por diferencias de lotes, recuperar el color que se pierde tras el procesado o realzar la tonalidad esperada por el consumidor, quien lo asocia con calidad y frescura y frescura (Calvo, 2019).

1.7. Tipos de colorantes

1.7.1. Colorantes artificiales

Son aquellos colorantes conseguidos mediante un proceso químico industrial, han sido muy utilizados por las ventajas que éstos presentan ante los colorantes naturales (Córdoba, 2014, p.25).

Los colorantes sintéticos existen en abundancia; sin embargo, solo pocos de ellos están aprobados para su utilización en productos alimentos en correspondencia con la toxicidad o inocuidad de cada uno de ellos. Estos requieren de una certificación; incluyen sustancias químicas sintetizadas con alto grado de pureza (Córdoba, 2014, p.25).

A continuación, en la tabla 6-1 se puede observar los colorantes sintéticos o artificiales.

Tabla 6-1: Colorantes sintéticos azoicos y no azoicos

COLORANTES SINTÉTICOS AZOICOS	
Tartrazina (E102)	Rojo allura AC (E129)
Amarillo anaranjado S o amarillo sol FCF (E110)	Negro brillante BN (E151)
Azorrubina, carmoisina (E122)	Marrón FK (E154)*
Amaranto (E123)	Marrón HT (E155)*
Rojo cochinilla A o rojo Ponceau 4R (E124)	Litol Rubina BK (E180)**
Rojo 2G (E128)*	
COLORANTES SINTÉTICOS NO AZOICOS	
Amarillo de quinoleína (E104)	Indigotina o carmín de índigo (E132)
Eritrosina (E127)	Azul brillante FCF (E133)
Azul patentado V (E131)	Verde ácido brillante BS (E142)

Fuente: (Sánchez, 2013, p.239)

Realizado por: Humanante, Henry, 2022

1.7.1.1. El azul brillante FCF (E133)

Es un colorante se emplea como aditivo capaz de teñir de azul los alimentos, se emplea en teñido de helados, aperitivos y en repostería. Sensible a la sustancias oxidantes y a la luz. Se considera

higiénico, aunque en grandes dosis puede acumularse en los riñones y vasos linfáticos (Sánchez, 2013, p.244).

1.7.1.2. Indigotina (E132)

Este colorante es el único representante de la familia de colorantes conocida como “indigoides” que se puede utilizar legalmente para colorear alimentos. El índigo carmín es uno de los colorantes artificiales menos estables, y el color puede degradarse en ambientes muy ácidos o en presencia de sulfatos. Autorizado en todo el mundo, se incorpora en bebidas no alcohólicas, caramelos, confitería y helados (Sánchez, 2013, p.244).

1.7.1.3. Verde ácido brillante BS (E142)

Color de verde oscuro a azul oscuro. Se utiliza en bebidas refrescantes, productos de confitería, chicles, caramelos. Se considera cancerígeno en dosis elevadas y también provoca cambios genéticos en experimentos con bacterias (Sánchez, 2013, p.244).

1.7.1.4. Rojo Allura AC (E129)

Tono rojo obtenido sintéticamente mediante acoplamiento azoico del petróleo. Se usa en la elaboración en productos de confitería y subproductos de la industria cárnica. Se introdujo en los EE.UU a mediados de la década de 1980 como suplente del amaranto (Sánchez, 2013, p.243).

1.7.1.5. Amaranto (E123)

Tono rojo presente en caramelos, productos de pastelería, licores. Incertidumbre sobre reacciones alérgicas y cancerígenas. En 1976 fue prohibido en EE.UU aunque no se pudo confirmar fehacientemente los peligros de este tinte (Sánchez, 2013, p.242).

1.7.1.6. Eritrosina (E127)

Ampliamente muy usado en productos lácteos con sabor a fresa, en mermeladas, dulces y productos cárnicos. Debido a su alto contenido en yodo, puede ser nocivo a la hora de actuar sobre la glándula tiroidea, por lo que en Europa no está permitido en la alimentación infantil. Son relativamente sensibles a los efectos de la luz (Sánchez, 2013, p.244).

1.7.1.7. Tartrazina (E102)

Tono amarillo limón. Las variedades de alimentos que contengan este color deben transmitir la advertencia: “puede perjudicar la actividad y la atención de los niños”. Algunas variedades de alimentos que lo contienen son refrescos en polvo, dulces, helados, aperitivos, salsas. Es el colorante que proporciona las respuestas más desfavorables y está asociado a la acumulación de sustancias cancerígenas (Sánchez, 2013, p.242).

1.7.1.8. Amarillo ocaso FCF (E110)

Tono amarillo anaranjado. Emerge en mermeladas, galletas y productos de pastelería, refrescos de naranja, sopas instantáneas, harina para rebozar. Al igual que la tartrazina, se considera cancerígeno y alérgico común (Sánchez, 2013, p.242).

1.7.2. Colorante Natural

Los colorantes naturales son pigmentos coloreados que, según su origen, pueden ser obtenidos de materias primas de origen vegetal y animal; aunque también se los puede encontrar u obtener de origen mineral (Ordóñez y Saavedra, 2016 pág. 21)

1.7.3. Colorantes naturales hidrosolubles

1.7.3.1. Curcumina (E100)

Tono anaranjado amarillento, obtenido de la base de cúrcuma o adquirido industrialmente por envejecimiento con la ayuda de microorganismos. Se encuentra en refrescos, mermeladas, margarinas, quesos, pasteles y artículos de cocina de repostería, curry, té, salchichas y platos combinados a base de arroz. No presenta nocividad, a excepción alérgicas (Sánchez, 2013, p.240).

1.7.3.2. Riboflavina, lactoflavina o B2 (E101)

Tono amarillo fluorescente, con un ligero olor. Es vitamina B2. Se adquieren de la levadura sintética de cerveza. Se encuentra en el hígado, las verduras, las sopas, las salsas, las pastas, los productos lácteos y también es producida por la flora intestinal. Se considera inofensivo (Sánchez, 2013, p.240).

1.7.3.3. Cochinilla (E120)

Color rojo carmín, obtenido del insecto cochinilla del nopal del caparazón seco de las hembras fecundadas. Son estables a la luz, al calor y a los ácidos de las frutas. Utilizado en licores, vinos de frutas, golosinas, refrescos, confituras, etc. Promotor de algunas reacciones alérgicas (asma y perturbaciones gastrointestinales) (Sánchez, 2013, p.240).

1.7.3.4. Caramelo (E150)

Tono color marrón. Se consigue calentando azúcar o almidón. Se localiza en postres, refrescos de cola, cerveza, cócteles, pasteles, pan, avena, chocolate. Se considera inofensivo, aunque en ciertas pruebas con roedores se han expuesto modificaciones en la sangre (Sánchez, 2013, p.240).

1.7.3.5. Betanina o rojo de remolacha (E162)

Tono rojo tenue. Se extrae de la remolacha por prensado. Está disponible en productos horneados, goma de mascar, yogur, salsas, pasteles. Se considera inofensivo y, asimismo, en determinadas investigaciones se ha demostrado actividad anticancerígena (Sánchez, 2013, p.241).

1.7.3.6. Antocianos (E163)

Tonos vegetales del rojo al violeta azulado. Se consigue por extracción de moras, fresas, grosellas, uvas, frambuesas, maíz negro. Vigente en bebidas, mermeladas, yogur, helado y productos lácteos. Sin efectos secundarios, son inestables a la luz y oxígeno (Sánchez, 2013, p.241).

1.8. Tipo de pigmentos vegetales

1.8.1. Clorofilicos

Son los pigmentos fundamentales en la naturaleza y se encuentran en los cloroplastos de las plantas, la capacidad fundamental es la fotosíntesis, produce el color verde de las plantas, este pigmento suele ser abundante en las hortalizas. Su estructura consta de una porfirina que tiene enlazado a un magnesio en el eje del núcleo tetrapirrólico (Llamuca, 2018, p.29).

1.8.2. Carotenoides

Tono naranja amarillento obtenido de concentrados de vegetales como la zanahoria, algas o elaborado por microorganismos modificados genéticamente. Son precursores de la vitamina A. Se estabiliza mediante el ácido ascórbico y protege contra la descomposición oxidativa. Emerge en mantequillas, margarinas, queso, mahonesa, helados, postres, mazapán. Sin efectos secundarios (Sánchez, 2013, p.241).

1.8.3. Antociánicos

Este tipo de pigmentos están presente más en frutas que en hortalizas y verduras pueden ser de rojos, azules y púrpuras. La función de este pigmento en las plantas es la protección solar y atraer insectos polinizadores; su característica principal es que son hidrosoluble, en su estructura química son los glucósidos que contienen antocianidinas procedentes del catión flavilio (2-fenilbenzopiridilo) (Llamuca, 2018, p.29).

1.8.4. Flavonoides

Entre los flavonoides podemos hallar flavonoles, catequinas y antocianinas que son las encargadas de dar tono a las frutas, vegetales y flores, siendo las más famosas reconocidos la quercetina, miricetina kaempferol. Se distinguen por el hecho de que son polifenoles solubles en agua (Llamuca, 2018, p.30).

1.8.5. Betalaínicos

Son colorantes naturales formadas a partir de 70 tipos de pigmentos solubles en agua, este grupo se puede clasificar las betaxantinas y betacianinas siendo estas de tono rojo o violeta (Llamuca, 2018, p.30).

1.9. Clasificación de los pigmentos naturales

Los pigmentos naturales son aquella que se pueden conseguir de la materia viva. Se los puede clasificar de acuerdo a su estructura molecular en: flavonoides, carotenoides, antocianinas y betalaínas; indiginoides, derivados del indol, tetrapirroles y pirimidinas; porfirinas; quinónicos curcumina y cuercuminoides (Llamuca, 2018, p.30), ver tabla 7-1.

Tabla 7-1: Clasificación de colorantes naturales según su solubilidad

COLORANTES NATURALES HIDROSOLUBLES	
Curcumina (E100)	Riboflavina, lactoflavina o B2 (E101)
Cochinilla o ácido carmínico (E120)	Caramelo (E150)
Betanina o rojo de remolacha (E162)	Antocianos (E163)
COLORANTES NATURALES LIPOSOLUBLES	
Clorofilas (E140 y 141)	Carotenoides (E160)
Xantofilas (E161)	
MINERALES	
Carbón vegetal (E153)	Carbonato cálcico (E170)
Dióxido de titanio (E171)	Óxidos e hidróxidos de hierro (E172)
Aluminio (E173)	Plata (E174)
Oro (E175)	

Fuente: (Sánchez, 2013, p.238)

Realizado por: Humanante, Henry, 2022

1.10. Antocianinas

Pigmentos vegetales naturales más característicos e hidrosolubles incluyen colores que van del rojos hasta el azul, se hallan comúnmente en raíz, tallos, hojas, flores y frutos, en las plantas son un atractivo para la polinización, protege de la luz solar, contaminación microbiana y viral (Llamuca, 2018, p.31).

Los pigmentos naturales de antocianina son una subclase de flavonoides también llamados flavonoides azules, mezclas no nitrogenadas de origen vegetal, muy extendidas en la naturaleza, sus colores característicos pueden variar de incoloros a morados (Llamuca, 2018, p.31).

1.10.1. Estructura de la antocianina

Está formada por la unión de grupo flavilo que es la antocianidina con la fracción de la azúcar forma las antocianinas, existen un promedio de 20 antocianidinas de origen vegetal (Badui, 2006b: p.421), ver figura 2-1.

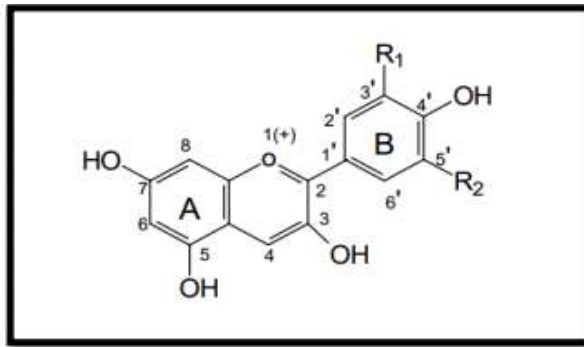


Figura 2-1. Estructura Antocianica

Fuente: (Badui, 2006, p.140)

1.11. Factores que afectan la estabilidad de las antocianinas

1.11.1. pH

Las antocianinas expresan ser muy estables en medio ácido e inestables en medio neutro y alcalino, cuando estas se hallan en medio ácido $\text{pH} < 4$ predomina el ion flavilio siendo notable los colores rojo intenso, mientras que cuando está en medio básico es susceptible al ataque nucleofílico por el agua, esto puede ocurrir a $\text{pH} = 4.5$ apareciendo el pseudobase carbidol posteriormente las chalconas que son incoloras y con $\text{pH} > 5$ tienden a aparecer nuevamente una variedad de colores que van entre azules, verdes y amarillos (Llamuca, 2018, p.33), ver tabla 3-1.

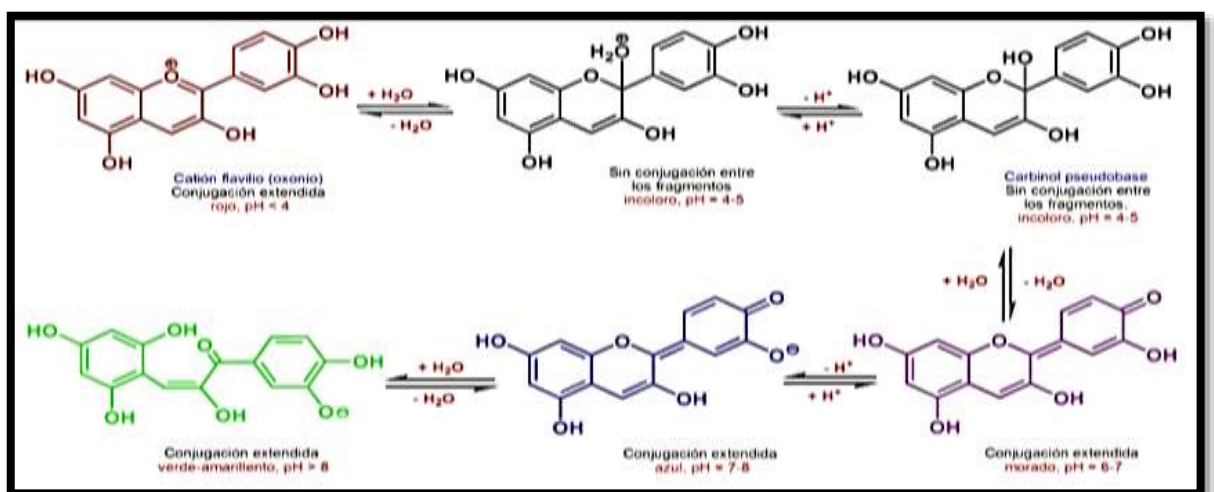


Figura 3-1. Transformación molecular de la cianidina en función del pH

Fuente: (Espino, 2014, p. 38)

1.11.2. Temperatura

Es uno de los factores que influyen en la estabilidad de las antocianinas, estas pueden agotarse por el calor durante el acopio y manipulación de alimentos; al secar las soluciones de antocianinas a temperatura > a 100°C se degrada el color y a temperatura < de 90°C la degradación es mínima (Llamuca, 2018, p.33).

1.11.3. Enzimas

Las polifenoloxidasas, esterasas, peroxidasas, glicolasas, hidrolizan los compuestos fenólicos produciendo pigmentos de colores amarillos y café típico de un oscurecimiento originado por las enzimas que totalmente se debe al rompimiento del anillo heterocíclico cuando existe el catecol generando o-quinona que oxida el pigmento (Llamuca, 2018, p.33).

1.11.4. Luz y oxígeno

Las antocianinas son inestables en la luz y tienden a ser más susceptibles a la degradación fotoquímica; si bien se oxida fácilmente cuando se combina con el ácido ascórbico, formando el peróxido de hidrógeno. (Llamuca, 2018, p.33).

1.12. Propiedades funcionales de las Antocianinas

Las antocianinas es un extenso grupo de pigmentos hidrosolubles que se hallan en el reino vegetal y tiene una importancia creciente debido a dos caracteres. El primer se debe al efecto sobre las características sensoriales de los alimentos, la segunda es por su aporte en la fortaleza de la salud en las personas. El agregar las antocianinas como colorantes es una oportunidad para trabajar la apariencia general de nuestros alimenticio y cuidar nuestra salud (Llamuca, 2018, p.33).

De acuerdo con Ordóñez y Saavedra (2016, p.27) las principales propiedades de las antocianinas en el cuerpo humano son:

- Antioxidantes. Mejoran y conservan la piel del ser humano en buen estado.
- Evita resfriados y gripes, alergias e infecciones.
- Previene la retina del ojo, conservando la nitidez de la vista.
- Evita las hemorragias.
- Previene enfermedades cardiovasculares. Se recomienda para personas con colesterol alto en sangre.

1.13. Importancia del color en los alimentos

Resulta ser que el color es uno de los factores más importantes en la industria de alimentos, ya que es un índice de calidad, como puede advertir cuando el producto está estropeado, o haya sufrido algún tipo de cambio en su composición, así como también puede ser un indicativo de su aporte nutricional, y predicción de otras compensaciones como el olor y sabor (Llamuca, 2018, p.34).

1.14. Métodos de extracción de las antocianinas

Existen varias técnicas o métodos de extracción de antocianinas que pueden ser aplicados como, por ejemplo: sólido-líquido, maceración, cocción, mediante cromatografía, centrifugación, etc. cada técnica tiene sus explicaciones que se deberán cumplir para así lograr una mayor extracción del colorante natural (Chimbolema, 2021, p.31).

1.14.1. Extracción sólida – líquido

La extracción sólido – líquido cuyo propósito es la separación de uno o más componentes contenidos en una fase sólida, mediante el uso de una fase líquida o disolvente. El componente o componentes que se trasladan de la fase sólida a la líquida reciben el nombre de soluto, mientras que el sólido insoluble se denomina inerte. La extracción sólido – líquido recibe diferentes nombres según la finalidad del proceso, así, se le conoce también como lixiviación, lavado, percolación, etc. (Barbosa, 2005, p.768).

1.14.2. Método Soxhlet.

Método utilizada para obtener concentrados fluidos, que consiste en poner el vegetal ya sea seco o fresco, en contacto con el disolvente que solubiliza los principios activos, luego de lo cual tiende a concentrarse y se puede desechar una mayor o menor cantidad del disolvente utilizado (Llamuca, 2018, p.35).

Las ventajas de usar de este equipo, son la asombrosa difusividad de los componentes dinámicos en el fluido y la solvatación del fluido supercrítico, por lo que este método es excelente para extracción por solvente líquido (Llamuca, 2018, p.35).

Uno de los solventes más utilizados para la extracción es el etanol, el cual penetra directamente con la capa lipídica de los vegetales, cambiando así la región y espesor de la capa, que incrementa

la fluidez de la membrana aumentando la permeabilidad de la bicapa lipídica a las moléculas polares, tampoco es tóxico para la salud (Llamuca, 2018, p.35), ver figura 4-1.

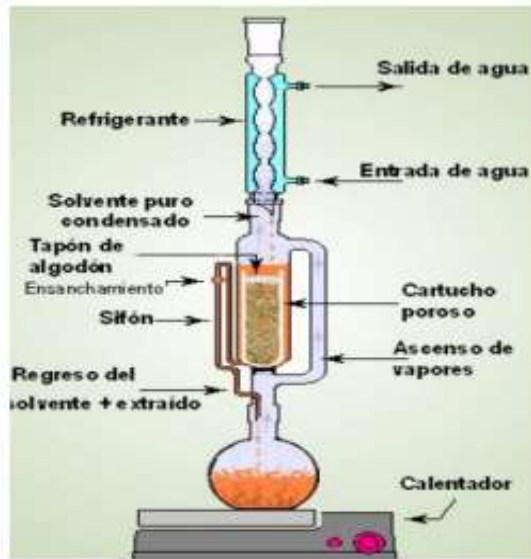


Figura 4-1. Extractor método soxhlet

Fuente: (Núñez, 2008, p.1)

1.15. Proceso de extracción del colorante Natural mediante el Método Soxhlet.

Para la extracción de los colorantes naturales de los vegetales se emplea el disolvente alcohol etílico a 95° de pureza. (Andrango y Anguisaca, 2016, p.47).

La solución se prepara de la siguiente forma: en un vaso de precipitación de 500 ml se adjunta la muestra de 200 ml de mosto de los vegetales y 250 ml de alcohol etílico, llegando a un volumen de 450 ml se realiza una correcta homogenización de la solución (Andrango y Anguisaca, 2016, p.47).

De acuerdo Lamuca (2018, p.35), menciona los siguientes factores que se debe tomar en cuenta previo la extracción.

- Antes de la extracción, se debe ensamblar el equipo y colocar la muestra, luego se debe ubicar el solvente en el balón matraz.
- Encender el reverbero para inducir la ebullición del solvente que se evapora hacia el condensador.
- El condensado cae sobre el tubo Soxhlet que contiene el dedal con la muestra.
- El nivel del solvente sube tapando el dedal hasta que se produce el refluo el cual vuelve

con el solvente y el material extraído al balón.

- Este proceso se repite tantas veces como sea necesario hasta agotar la muestra. La sustancia extraída o principio activo se concentrara en el balón que contiene el solvente.

1.15.1. Método Extracción

La extracción se basa en la separación de porciones biológicamente activas, utilizando un solvente y un proceso de extracción adecuado. Los principios a extraer se encuentran disueltos en el citoplasma de la célula vegetal o formando sales que se encuentran facilitar la extracción de los mismos, la droga es sometida a un proceso de molturación o troceado que destruye las estructuras que los contienen, mejorando así el rendimiento de la extracción (Andrango y Anguisaca, 2016, pp.26-27).

1.15.2. Recomendaciones para el proceso de extracción:

- Para poder efectuar el proceso de extracción por medio de la utilización del equipo Soxhlet, es recomendable que el operador ponga poca cera en cada parte de ensamble que tienen los materiales de vidrio (en el matraz balón, en el extractor Soxhlet y en el refrigerante), para evitar una fuga en el momento de obtener el vapor. (Hernández, 2013)
- También es recomendable que el operador siempre haga uso de guantes de látex, para no afectar la muestra ni el material. (Hernández, 2013)
- Hay que tener cuidado de que el agua que circula por el refrigerante debe de estar fría, para que de esa manera se pueda llevar a cabo la condensación de los vapores de forma correcta. (Hernández, 2013)
- Observar que los vapores obtenidos por el calentamiento de la disolución no salgan por el refrigerante, ya que podría causar un accidente en el área de trabajo. (Hernández, 2013)
- Obtener de manera exacta los pesos requeridos (Hernández, 2013).

1.15.3. Ventajas de extractor Soxhlet

- Permite operar a temperaturas bajas.
- Protege del oxígeno, por ende, evita la oxidación de la materia.
- Permite el control y condiciones de extracción mediante cambio de presión y/o temperatura.
- Rapidez de extracción en comparación con otros métodos como la maceración (Hernández, 2013)

1.16. Solventes utilizados para la extracción

1.16.1. Agua destilada

El agua d es aquella sustancia cuya síntesis depende de la unidad de partículas de H₂O y ha sido depurada o limpiada por refinación, se valora como un soluble polar prótico ya que contiene un enlace O-H, esta se considera la decisión más ideal como soluble, Desde una perspectiva natural, debido a su capacidad para formar puentes de hidrógeno, el agua refinada es un gran soluble (Benites, 2015, p.34).

El agua destilada disfruta de los beneficios de ser natural, económica, incombustible y no venenosa, se disuelve asombrosamente ya que los átomos polares del agua generalmente aíslan las sustancias iónicas, como el cloruro de sodio, en sus partículas constituyentes, estas se aglomeran alrededor de las partículas cargadas y las separan unas de otras, razón por la cual se considera que posiblemente sea uno de los mejores solubles en la extracción de colores; sin embargo, los impedimentos son que no es excepcionalmente particular, también se modifica fácilmente por la actividad de los microorganismos y tiene la desventaja de tener una baja capacidad de disolución con las resinas (Benites, 2015, p.34).

1.16.2. Etanol

El etanol se conoce como licor etílico, un licor que se presenta en estados típicos de tensión y temperatura como un fluido grisáceo, se valora como un soluble polar prótico ya que contiene un enlace etanol O-H (CH₃-CH₂-OH). El etanol disfruta de los beneficios de ser más particular, tiene cierta actividad antimicrobiana e inactiva los productos químicos; sin embargo, la carga es que no es regular ni asequible (Benites, 2015, p.34).

CAPÍTULO II

2. METODOLOGÍA

2.1. Búsqueda de información bibliográfica

Para obtener información se realizó una investigación detallada en plataformas confiables que se dispone para recabar información sobre la aplicación de Antocianinas en Productos Alimenticios, tratando de que el material bibliográfico sea la más actualizada posible y procurando que contemplen estudios realizados en las condiciones similares a lo aspirado.

2.2. Criterios de selección

El criterio de selección de información se basó principalmente en el título del trabajo, palabras claves, los resultados obtenidos se encontraban en idioma español, los intervalos de los años de publicación fueron desde 2015 a la actualidad, y que para ampliar la información se buscó de años atrás, que brindan información relevante, por lo que se realizó una selección de acuerdo a:

- Información clara y precisa.
- Año de publicación.
- Fuente o autor
- Idioma
- Accesibilidad.

La recopilación de los documentos se obtuvo de plataformas digitales tales como: Google, Google académico, Scielo, Scopus, Repositorio institucional de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en la base DSpace, también de repositorios institucionales a nivel nacional tales como: Universidad de Cuenca, Universidad Politécnica Estatal del Carchi, Universidad Técnica de Ambato, Universidad Técnica de Cotopaxi, Universidad Técnica de Machala, Universidad Central del Ecuador, y en instituciones internacionales de países como: Universidad Nacional de Ingeniería (Nicaragua), Escuela Agrícola Panamericana (Zamorano-Honduras), Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga (Perú), Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión (Perú)

2.3. Métodos de sistematización de la información

Para el siguiente trabajo de tipo bibliográfico se empleó la técnica de la recopilación, y selección, excluyendo información que no contribuya para la comprensión del trabajo. La información obtenida se ordenó de la manera más adecuada resumiéndola, mediante tablas en formato Excel y en formato Word. Las mismas que facilitarán su respectiva organización y ordenamiento correspondiente a la información de la investigación.

CAPÍTULO III

3. RESULTADOS DE INVESTIGACIONES Y DISCUSIÓN

Los resultados que se obtuvieron de las investigaciones realizadas son expuestos en las siguientes tablas:

3.1. Técnicas de extracción de colorantes vegetales

En la tabla 8-3, se describe las técnicas de extracción que ciertos autores aplicaron para la obtención de las antocianinas.

Tabla 8-3: Técnicas de extracción de colorantes vegetales

REFERENCIA	MATERIA PRIMA	MÉTODO	SOLVENTE	Temperatura	Tiempo	pH	Cantidad/100g
Ordóñez y Saavedra (2016)	Flor de Jamaica	Soxhlet	Etanol	25°C	1.16h.	3	42.7 ml
Llamuca (2018)	Flor de Jamaica	Soxhlet	Etanol	45°C	3h	3,15	89 ml
Chicaiza y Flores (2016)	Flor de Jamaica	Centrifugación	Metanol	15°C	30 min.	2,37	200 mg
Castillo (2017)	Flor de Jamaica	Centrifugación	Etanol	10°C	30 min.	2,76	296 mg
Lucas (2019)	Caronta de maíz morado	Maceración	Etanol	4°C	12h	2	706 mg

Realizado por: Humanante, Henry, 2022

Ordóñez y Saavedra (2016) aplican el método soxhlet que es un método de extracción con solventes; el solvente escogido fue el etanol a un 96% de concentración a temperatura 25°C, durante 7 horas ya que se realizaron 6 extracciones con diferente peso de muestra, es decir por cada extracto se demoró 1,16 h., el extracto que obtuvieron fue en líquido, obteniendo un volumen de 52.9 ml/123.8 g (42.7 ml/100g). Así mismo Llamuca (2018) en su investigación aplica por el método soxhlet, para la extracción utilizó materia fresca y seca, el solvente escogido fue etanol a un 90% de concentración y ácido cítrico al 0.03%, a 45°C de temperatura durante 1 hora en la muestra de materia seca y 2 horas en la muestra de materia fresca, el extracto que obtuvieron fue en líquido, con un volumen de 48 ml/50 g (m. fresca) y 41 ml/50 g (m. seca). Para la eliminación de la solución alcohólica presente en el colorante ambas investigaciones utilizan un rotavapor que está presente en el mismo equipo soxhlet

Castillo (2017) Señala que el método aplicado en su investigación fue la centrifugación, con etanol a una concentración del 41.6% como solvente y se estandarizó el pH con ácido clorhídrico 0.1%, trabajando la centrifuga a una velocidad de 4000 rpm durante 30 minutos a una temperatura de 10°C, teniendo como resultado un extracto acuoso; el contenido de antocianinas fue de 296 mg /100 g. Sin embargo, Chicaiza y Flores (2016) también aplican por el método de centrifugación, con 30% agua y 70% metanol como solvente; y se estandarizó el pH con ácido clorhídrico 0.1%, trabajando la centrifuga a una velocidad de 4000 rpm durante 30 minutos a una temperatura de 15°C, teniendo como resultado un extracto acuoso, la cantidad de extracto que obtuvieron es de 200 mg /100 g extraídas de los cálices deshidratados de Jamaica.

En base a la investigación realizada por Lucas (2019) aplica el método de extracción por maceración, como solvente utilizó etanol con concentraciones 60, 70, 80 y 90% acidificado con ácido cítrico al 1%, dejándola reposar por 12 horas a una temperatura de 4°C, luego procedió a filtrar el colorante, para la eliminación del solvente se llevó a evaporación a temperatura de 40 °C. La mayor cantidad de antocianinas extraídas fue utilizando etanol al 80% con ácido cítrico al 1% llegándose a obtener hasta 706 mg/100g de caronta de maíz morado.

Para evitar la degradación de las antocianinas una vez obtenido, depende de ciertos requerimientos, como lo es el efecto del pH que es uno de los factores a considerar, ya que el color permanece inalterado en un intervalo de pH de 3 a 7; cuando esta se encuentra en medio ácido $\text{pH} < 4$ notables a colores rojos intensos; con $\text{pH} > 5$ tienden aparecer una variedad de colores que van entre azules, verdes y amarillos.

En cuanto al tiempo y temperatura dentro del almacenamiento es importante que el extracto se

encuentre a bajas temperaturas, siendo una relación, a título de ejemplo, a 100°C el tiempo para la destrucción del 50% de pigmentos (vida media) es del orden de 1 hora, a 28°C unos 10 días, a 20°C entre 50 y 60 días, y a 0°C – 4 °C aproximadamente 10-12 meses.

Los métodos de extracción del colorante natural anteriormente mencionados tienen efectividad y pueden ser aplicados sin ningún problema; sin embargo el método más eficaz para la obtención de colorante, por el método Soxhlet aplicado por Ordóñez y Saavedra (2016) y Llamuca (2018) ya que este método es muy eficaz al momento del extracto, el residuo de las muestras no presentan color después del proceso, la materia prima no está en contacto con el oxígeno y contiene un rotavapor que ayuda a extraer la porción alcohólica que está presente en el colorante, para así obtener un colorante de grado alimenticio. Sin embargo, su rendimiento es más alto que los otros métodos mencionados.

3.1.1. Análisis microbiológicos de la Antocianina

En la tabla 9-3, se muestra los resultados obtenidos por los autores que realizaron análisis microbiológicos, con el fin de demostrar que el colorante es apto para la adición en productos alimenticios.

Tabla 9-3: Análisis microbiológicos de la Antocianina

REFERENCIA	Coliformes totales (UFC/ml)	Mohos y Levadura (UP/ml)
Llamuca (2018)	<10	<10
Cruz (2019)	<10	<10
Esparza et al. (2019)	<10	<10
Tierra (2018)	<10	<10

UFC= Unidades Formadoras de Colonia, UP= Unidades Propagadoras

Realizado por: Humanante, Henry, 2022

Los resultados microbiológicos por los autores, mencionan que para, coliformes totales y fecales es <10 UFC/ml, mientras que para mohos y levaduras es <10 UP/ml, los resultados se compararon con la normativa ecuatoriana para jugos, pulpa, extractos de frutas y vegetales, la cual establece que en el recuento estándar de placa de coliformes fecales será <10 UFC/ml, mientras que para mohos y levaduras deberá ser <10 UP/ml, de esta manera los colorantes naturales cumplen con las especificaciones garantizando con ello su inocuidad, lo que

permite su aplicación como colorantes en la industria de los alimentos. (INEN 2337, 2008 pag. 7)

3.2. Proporción idónea de las antocianinas en el yogurt

Las Antocianinas es un pigmento que sirve como sustituto del colorante sintético, para dar una coloración rojiza, por lo que puede ser aplicado en productos alimenticios como en el yogurt, ver tabla 10-3:

Tabla 10-3: Proporción idónea de las antocianinas en el yogurt

REFERENCIA	RELACIÓN		Método de aceptabilidad
	Color	Yogurt	
Ordóñez y Saavedra(2016)	6 ml	1 L	Análisis sensorial
Lucas (2019)	3 ml	100 ml	Análisis sensorial
Llamuca (2018)	1,5 ml	100 ml	Análisis sensorial
Esparza et al. (2019)	1,5 ml	100 ml	Análisis sensorial
(Menéndez, (2008)	1,75 ml	100 ml	Colorímetro

Realizado por: Humanante, Henry, 2022

Ordóñez y Saavedra (2016); realiza su estudio utilizando tres tratamientos con diferentes niveles de colorante natural (2, 4 y 6) ml /1 L de yogurt de mora y una muestra testigo (MO), las muestras fueron evaluadas por el método de análisis sensorial a 20 estudiantes mediante la prueba hedónica. La formulación que logró mayor aceptabilidad en relación color-yogurt fue la de 6 ml, notando un color rosado similar al yogurt de fresa, y aplicando la escala hedónica, se calificó como “bueno” con un 60 % de aceptabilidad.

En la investigación de Lucas (2019) utiliza concentraciones de colorante: (1, 2 y 3) ml / 100 ml de yogurt natural; para la aceptabilidad del color, los yogurts fueron analizados por un panel de 15 jueces semientrenados, utilizando el método de análisis comparativo con escalas hedónicas de 1 a 7 puntos. La muestra que obtuvo mayor aceptación fue aquella con 3 ml, notando un color rojo. Respecto a la aceptabilidad el 80 % de catadores califica al producto muy bueno, en un intervalo de 6 y 20% en el intervalo 7 que es excelente.

El estudio de Llamuca (2018) presenta tres concentraciones diferentes, (0.5, 1.0 y 1.5) ml de colorante en 100 ml de yogurt natural Toni, para la aceptación del yogurt con los colorantes

naturales tanto en materia fresca y seca, realizaron encuestas a 30 personas donde sobresalió la muestra de 1.5 ml, con una coloración lila claro en materia fresca y lila fuerte en seca. En materia fresca el 56.7% lo califica como bueno y en materia seca el 96.7% lo califica como muy bueno, mismo que según Esparza et al. (2019) en su estudio aplican las mismas concentraciones que Llamuca (2018) en 100 ml de yogur natural Chivería, emplean encuestas para la aceptabilidad de las muestras a una población de 30 estudiantes (ESPOCH), donde también sobresalió la muestra de 1.5 ml, tanto en materia fresca y seca, con un color rosado similar a la muestra testigo, con una puntuación de 50 % en fresco y un 80% en seco.

Menéndez (2008) aplica 8 extractos diferentes desde 0.25 ml hasta 2 ml, tomó como base para la experimentación 100 ml de yogur natural. Para la respectiva aceptabilidad del producto en cuanto al color utilizó un colorímetro Nippon Denshoku Model ND-7B. y un yogurt industrial, donde la muestra de yogurt natural que contenía 1.75 ml del extracto obtuvieron valores de Luminosidad, Longitud de onda y Pureza aproximados a los del yogurt industrial utilizado como referencia.

Cabe mencionar al no haber una norma donde se establezca los límites máximos permisibles, la adición de colorantes naturales será de acuerdo al gusto.

3.3. Determinación de la vida de estante del colorante natural (antocianinas) en el yogur.

Una de las características que es importante en el producto es la vida útil ya que esto determinará el tiempo que estará a disposición para el consumidor, ver tabla 11-3.

Ordóñez y Saavedra (2016) mencionan que el experimento fue expuesto a temperaturas de 15-16°C, las muestras de yogur tenían un pH inicial igual a 4.5 y sus características organolépticas fueron normales. A los 14 días el valor del pH de todas las muestras aumenta, pero las características organolépticas permanecen estables. A los 21 días las muestras presentan un cambio significativo de pH a 4.8, llegando a cambiar drásticamente el olor y el sabor de las muestras. El color fue la única característica que durante los 21 días se mantuvo constante.

Llamuca (2018) aplica por 25 días en condiciones de refrigeración a temperatura de 4-5°C; las muestras de yogurt hasta los días 10 y 15 tienden a ser estables manteniendo el pH 4.10 del día inicial, a partir del día 16 su pH desciende a 4.07, esto ocurre porque la acidez permite la proliferación de microorganismos fermentadores, pero ninguno inferior a pH 4.0 ni superior a 4.6 que es el rango de pH al cual debe estar el yogur según lo establece el Codex Alimentario (2011), de no cumplirse con este rango el producto hubiera presentado un olor desagradable y sabor

amargo como los resultados obtenidos por Ordoñez (2016). Su color se mantuvo constante durante el tiempo de evaluación.

Tabla 11-3: Determinación de la vida de estante del colorante natural en el yogurt.

REFERENCIA	Tiempo de evaluación	Temperatura	pH	Tipo de análisis	Color (F)	Olor (F)	Sabor (F)
Ordóñez y Saavedra (2016)	21 (días)	15-16°C	4,8	Organoléptico	Rosado	Desagradable	Amargo-ácido
Llamuca (2018)	25 (días)	4-5°C	4,07	Organoléptico	Lila fuerte	Característico	Característico
Tierra (2018)	25 (días)	6-8°C	4,35	Organoléptico	Rosa intenso	Característico	Característico
Lucas (2019)	21 (días)	4°C	3,8	Colorímetro	Rojizo claro	N/A	N/A

Realizado por: Humanante, Henry, 2022

Tierra (2018) en su estudio experimentó durante 25 días, donde cada 5 días realizaba determinación de pH y características organolépticas, al cabo de los 25 días se pudo observar que el pH asciende una diferencia de 0.02 del pH (4.33) inicial, mientras en lo sensorial como el olor y sabor no hubo cambios y su color se mantuvo constante, este experimento se llevó a cabo a temperaturas de 6-8 °C.

Lucas (2019) señala que las mediciones se llevaron a cabo por 21 días a 4°C, por medio del colorímetro, iniciando el tiempo 1 el día en que se mezcló con el colorante y tiempo 2 a los 21 días de almacenamiento, durante los primeros 7 días se dieron los mayores cambios al color de los yogures, ya que se pudo observar que la luminosidad se incrementó un 2,2% llegando a 79,8%, pero luego volvió a sus valores iniciales a los 14 días para mantenerse hasta el final de los 21 días teniendo solo una muy pequeña variación, en cuanto al tono los valores se fueron incrementando siendo en el tiempo uno de 23° y para el tiempo dos de 38°, todo lo contrario ocurrió para los valores de croma estos decrecieron levemente de 16° en el tiempo uno a 14° al tiempo dos. En cuanto al pH no hubo mayor variación solo en los primeros 7 días que se incrementó de 3.6 a 3.8 para luego mantenerse en valores similares a los iniciales. Por ende, el color de los yogures cambio a hacia un tono menos rojizo.

CONCLUSIONES

De acuerdo con las varias revisiones bibliográficas relacionados con la extracción y aplicación de colorantes tenemos las siguientes conclusiones:

La técnica más adecuada para la obtención de colorante natural (Antocianina), por el método Soxhlet, utilizando como solvente alcohol etílico o alcohol etílico acidificado, ya que ayuda a obtener una coloración intensa y no son tóxicos, este método no trabaja a altas temperaturas al momento de la extracción, y en tiempos cortos, su rendimiento de extracto es mayor al de la centrifugación o maceración.

La aplicación de antocianinas como colorante natural en el yogurt, a través de evaluaciones sensoriales se logró comparar que el porcentaje más alto fue del agrado por los catadores en el aspecto del color, cabe recalcar que es importante mencionar que no existe ninguna normativa que indique la dosis máxima de aplicación de un colorante natural en un producto alimenticio; solamente se puede conocer que el reglamento 1333/2008 del Parlamento Europeo menciona que el colorante E-163 (Antocianina) en dosis máxima indica el termino Quasi salis que en español significa cantidad suficiente, o sino también escribe que la dosis es según las buenas prácticas de fabricación pero no indican un rango de valores que establezca una cantidad mínima o máxima.

De acuerdo a los análisis de los autores, se pudo especificar que para la vida de anaquel del yogurt con el colorante se tiene que tomar en cuenta principalmente el factor temperatura, ya que el producto debe estar a grados de refrigeración (0 – 4 °C) o no sobrepasar los 10 °C, para evitar que el pH del producto varié, ya que esto ayudará que el color inicial no cambie su tonalidad o se degrade.

RECOMENDACIONES

Recomendar al empresario que el colorante natural obtenido a partir de la flor de Jamaica, es una alternativa para la sustitución del colorante artificial en los productos alimenticios.

Continuar con el estudio probando diferentes cantidades adicionadas de antocianinas en el yogurt, además evaluar las características fisicoquímicas, sensoriales y el tiempo de vida útil del producto.

Difundir a pequeños y medianos productores, que la flor de Jamaica no solo se puede comercializar en flor, sino también como colorante natural, lo que sería una alternativa más para generar ingresos.

BIBLIOGRAFÍA

ANDRANGO, O. & ANGUISACA, E. “Colorantes UTC” [en línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Técnica de Cotopaxi, Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Carrera de Ingeniería Agroindustrial, Cotopaxi, Ecuador. 2016. pp.11-31 [Consulta: 2021-11-17]. Disponible en: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/3595/1/T-UTC-00832.pdf>

BARBOSA R. *Operaciones Unitarias en la Ingeniería de Alimentos* [en línea]. Madrid-España: Mundi-Prensa Aedos, S.A., 2005. [Consulta: 10 de Noviembre 2021]. Disponible en: http://uprid2.up.ac.pa:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1399/kupdf.net_operaciones-unitarias-en-la-ingenieriacutea-de-alimentos-libropdf.pdf?sequence=1&isAllowed=y

BADUI DERGAL, S. *Química de los Alimentos* [en línea]. 4ª ed. Ciudad de México-México: Pearson Educación de México, S.A. de C.V., 2006. [Consulta: 14 de Abril 2021]. Disponible en: <https://itscv.edu.ec/wp-content/uploads/2019/06/QUIMICA-DE-LOS-ALIMENTOS-4ta-Edicion.pdf>

BENITES, H. P. Comparación de los solventes agua y etanol en la extracción de betalainas a partir de las brácteas de buganvilla (*bougainvillea glabra ch.*) [en línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Nacional del Perú, Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias, Carrera de Ingeniería en Industrias Alimentarias, Huancayo, Perú. 2015. p. 24 [Consulta: 2021-11-15]. Disponible en: <https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/1225/BENITES%20QUILCA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

BUITRAGO, P. Alimentos Enriquecidos con Prebióticos [en línea]. 2008. Colombia 8(1). p. 27 [Consulta: 12 de Septiembre de 2021]. Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/35544233/2008-Buitrago-Alimentos-enriquecidos-con-probioticos>

CALVO ROMERO, Kenia. *Colorantes en la Industria Alimenticia* [Blog]. 2019. [consulta: 10 Abril 2021]. Disponible en: <https://tecnosolucionescr.net/blog/124-colorantes-en-la-industria-alimenticia>.

CANO, A. Extracción y uso de tres pigmentos naturales a partir de tomate de árbol (*Solanum betaceum Cav.*), mortiño (*Vaccinium myrtillus L.*) y mora de castilla (*Rubus glaucus*) COMO alternativa colorante natural para alimentos [en línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Escuela

Politécnica del Ejército, Departamento de Ciencias de la Vida, Carrera de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias, Sangolquí, Ecuador. 2011. p. 19 [Consulta: 2021-04-02]. Disponible en: <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/4929/1/T-ESPE-IASA%20I-004583.pdf>

CASTILLO, R. L. Efecto de uso del extracto de la Flor de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) como colorante natural y fuente de antioxidantes en las características fisicoquímicas de yogur sabor a fresa [en línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Escuela Agrícola Panamericana Zamorano Honduras, Facultad de Agroindustria Alimentaria, San Antonio de Oriente, Honduras. 2017. p. 8 [Consulta: 2021-03-07]. Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6206/1/AGI-2017-014.pdf>

CHAVARRÍA, P. Guía: Flor de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L) e (*Hibiscus cruentus Bertol*) [en línea] (Trabajo de titulación). (Maestría) Asociación para el Desarrollo Eco-Sostenible ADEES, Nicaragua. 2012. p. 12 [Consulta: 2021-04-07]. Disponible en: <http://www.adeesnic.org/wp-content/uploads/2012/02/Gu%C3%ADa-Flor-de-Jamaica.pdf>

CHICAIZA, V., & FLORES, E. Evaluación de extracción, encapsulación y capacidad antioxidante de las antocianinas de la flor de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) [en línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería). Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano Honduras, San Antonio de Oriente, Honduras. 2016. pp.3-9 [Consulta: 2021-09-15]. Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/5760/1/AGI-2016-T015.pdf>

CHIMBOLEMA, W. D. Caracterización de Yogurt Tipo III utilizando la Betalahína de Tubna Roja (*Opuntia ficus-indica*) como Colorante [en línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Industrias Pecuarias, Escuela de Ingeniería en Industrias Pecuarias. Riobamba, Ecuador. 2021. p. 18 [Consulta: 2021-11-14]. Disponible en: <http://dspace.epoch.edu.ec/bitstream/123456789/15523/1/27T00475.pdf>

CÓRDOVA, M. Obtención de un Colorante Orgánico para la Industria Alimentaria a partir del Fruto Pitahaya (*Hylocereus undatus*), en el Laboratorio N° 107 del Departamento de Química de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN-MANAGUA) [en línea] (Trabajo de titulación). (Licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Facultad de Ciencias e Ingenierías, Departamento de Química. Managua, Nicaragua. 2014. p. 15 [Consulta: 2021-04-13]. Disponible en: <https://repositorio.unan.edu.ni/5408/1/70439.pdf>

CRUZ, F. Capacidad antioxidante del yogurt funcional con adición de antocianinas de mastuerzo (*Tropaeolum majus* L.) [en línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería). Universidad Nacional del

Centro del Perú, Facultad de Ingeniería y Ciencias Humanas, Escuela Profesional de Ingeniería Industrial. Junín, Perú. 2019. pp. 55-59 [Consulta: 2021-09-22]. Disponible en: https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/5938/T010_47535515_T_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y

CUEVA, O. A. Elaboración de yogur firme sabor fresa [en línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería). Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano Honduras. San Antonio de Oriente, Honduras. 2003. p. 4 [Consulta: 2021-04-05]. Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1875/1/AGI-2003-T009.pdf>

ESCALANTE, J. Yogur de vaca: propiedades, beneficios y valor nutricional [En línea]. (Investigación). 2018. p.13 [Consulta: 2021-04-02]. Disponible en: <https://www.lavanguardia.com/comer/materia-prima/20220720/8417751/alimento-deberias-dejar-comer-verano.html>

ESPARZA, et al. "Obtención de antocianinas de la Brassica oleracea var. Capitata para el uso en alimentos". *Dominio de las ciencias* [en línea], 2019, (Ecuador) 5(1), pp. 8-10. [Consulta: 2021-09-25]. ISSN: 2477-8818. Disponible en: <file:///C:/Users/Angel.Biostar.000/Downloads/Dialnet-ObtencionDeAntocianinasDeLaBrassicaOleraceaVarCapi-7343634.pdf>

ESPINO, Gustavo. *Antocianinas, los otros pigmentos del reino vegetal* [blog]. España, 2014. [Consulta: 13 de Abril de 2021] Disponible en: <https://ubuscientia.blogspot.com/search?q=Antocianinas%2C+los+otros+pigmentos+del+reino+vegetal>.

GARCÍA, J. L. Valoración de la Calidad del Yogur Elaborado con Distintos Niveles de Fibra de Trigo [en línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Industrias Pecuarias, Escuela de Ingeniería en Industrias Pecuarias. Riobamba, Ecuador. 2008. pp. 18-20 [Consulta: 2021-04-07]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/851/1/27T0119.pdf>

GARZÓN, G. "Las Antocianinas como Colorantes Naturales y Compuestos Bioactivos". *Departamento de Química* [en línea]. 2008. (Colombia) 13(3), p. 2. [Consulta: 2021-05-07]. ISSN 0120 - 548X. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/abc/v13n3/v13n3a2.pdf>

HERNÁNDEZ, Blanca. *Equipo SOXHLET*. [blog] México, 2013. [Consulta: 18 de abril de 2021].

Disponible en: <http://rosagerlam.blogspot.com/>.

LLAMUCA, A. E. Extracción de Colorantes Naturales de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa*), Mora Andina (*Rubus glaucus*) y Uva (*Vitis*) para el uso en la Industria de Alimentos [en línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias, Escuela Bioquímica y Farmacia. Riobamba, Ecuador. 2018. p. 28-69 [Consulta: 2021-04-13]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/8904/1/56T00794.pdf>

LÓPEZ, C. G. Estudio de Estabilidad de los Antioxidantes del Vino de la Flor de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa L*) en el Almacenamiento [en línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Tecnológica Equinoccial del Ecuador, Facultad de Ciencias de la Ingeniería e Industrias, Carrera de Ingeniería en Alimentos. Quito, Ecuador. 2017. p. 6 [Consulta: 2021-04-08]. Disponible en: http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/16679/1/68767_1.pdf

LUCAS, M. Extracción de Pigmentos Antociánicos de la Caranta de Maíz Morado (*Zea mays L.*) y uso como Colorante en la Elaboración de Yogurt [en línea] (Trabajo de titulación). (Tesis) Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Escuela de Posgrado Maestros en Proyectos y Desarrollo Empresarial. Huacho, Perú. 2019. pp. 31-49 [Consulta: 2021-10-20]. Disponible en: <http://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/UNJFSC/3455/Milagros%20Daisy%20Lucas%20Fernandez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

LUDEÑA, V. Obtención y Caracterización del Extracto de Antocianina a partir de la Granada para Alimentos [en línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Nacional de San Cristóbal de Huananga, Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia, Ayacucho, Perú. 2017. pp. 50-57 [Consulta: 2021-10-18]. Disponible en: <https://1library.co/document/zw35x61y-obtencion-caracterizacion-extracto-antocianina-granada-alimentos-punica-granatuml.html>

MENÉNDEZ, W. Obtención del Colorante para su uso en Yogurt a Partir de la Flor de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) y del Mortiño (*Vaccinium myrtillus L.*) [en línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Escuela Superior Politécnica del Litoral, Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción, Guayaquil, Ecuador. 2008. pp. 33-58 [Consulta: 2021-10-13]. Disponible en: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/11951/3/CAPITULOSSS.pdf>

NSO 67.01.10:06:2003. *Productos lácteos yogur especificaciones. los comités técnicos de normalización del consejo nacional de ciencia y tecnología, conacyt.* Disponible en: http://www.puntofocal.gov.ar/notific_otros_miembros/slv104_t.pdf

NTE INEN 2395:2011. *Leches fermentadas. norma técnica ecuatoriana.* Disponible en: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte-inen-2395-2r.pdf>

NTE INEN 9:2012. *Leche cruda. norma técnica ecuatoriana* Disponible en: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/9-5.pdf>

NÚÑEZ, Carlos. *Extracciones con Equipo Soxhlet* [blog]. 2008. [Consulta: 15 Abril 2021]. Disponible en: [http://cenunez.com.ar/archivos/39 ExtraccinconequipoSoxhlet.pdf](http://cenunez.com.ar/archivos/39%20ExtraccinconequipoSoxhlet.pdf)

ORDÓÑEZ, I. B., & SAAVEDRA, R. B. Extracción y uso del Colorante Natural de la Flor de Jamaica (*Hibiscus Sabdariffa*) como Alternativa para la Elaboración de Salchicha y Yogur [en línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias Químicas, Carrera de Ingeniería Química. Cuenca, Ecuador. 2016. pp. 32-113 [Consulta: 2021-04-07]. Disponible en: <https://1library.co/document/ydvk5r1y-extraccion-colorantes-natural-hibiscus-sabdariffa-alternativa-elaboracion-salchicha.html>

RÁMOS, F: 2010. *Proyecto de norma oficial mexicana proy-nom-181-scfi-2010, yogur, yogurt, yoghurt, yoghurth o yogurth-denominación, especificaciones fisicoquímicas, información comercial y métodos de prueba.* Disponible en: <http://legismex.mty.itesm.mx/normas/scfi/scfi181p-10.pdf>

ROSADO, K. J. Aplicación de Abonos Orgánicos en la Producción de Cultivos Flor de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa L.*), Recinto Higuerón Santa Lucia [en línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Agraria del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrarias, Guayaquil, Ecuador. 2020. p. 20 [Consulta: 2021-05-07]. Disponible en: <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/ROSADO%20CORAIZACA%20KERLY%20JANNETH.pdf>

SÁNCHEZ, R. "La Química del Color en los Alimentos". *Química Viva* [En línea], 2013, (España) 3(12), pp. 238-245. [Consulta: 10 abril 2021]. ISSN 1666-7948. Disponible en: <http://www.quimicaviva.qb.fcen.uba.ar/v12n3/sanchez.pdf>

TIERRA, V. Extracción de Colorantes Naturales de Camote (*Ipomoea batatas*), Col Morada (*Brassica oleracea var. capitata*) y Maíz Morado (*Zea mays L.*) para el Uso en la Industria de Alimentos [en línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias, escuela de Bioquímica y Farmacia, , Riobamba, Ecuador.

2018. pp. 41-51 [Consulta: 2022-01-03]. Disponible en: <https://1library.co/document/yr38onvy-extraccion-colorantes-naturales-ipomoea-brassica-oleracea-industria-alimentos.html>

VELÉZ, P. Evaluación Microbiológica y Cuantificación de Antocianinas en el Extracto Acuoso de la Caronta de Maíz Morado (*Zea mays L.*) Tratado con Ultrasonido [en línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Agraria de la Selva, Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias, Tingo María, Perú. 2010. pp. 32-33 [Consulta: 2021-10-12]. Disponible en: <http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/252/FIA-172.pdf?sequence=1&isAllowed=y>





esPOCH

Dirección de Bibliotecas y
Recursos del Aprendizaje

UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y
DOCUMENTAL

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 28 / 07 / 2022

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: Henry Alexis Humanante Guayanlema
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Ciencias Pecuarias
Carrera: Ingeniería en Industrias Pecuarias
Título a optar: Ingeniero en Industrias Pecuarias
f. responsable: Ing. Cristhian Fernando Castillo Ruiz




D.B.R.A.
Ing. Cristhian Castillo

1600-DBRA-UTP-2022