



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA

**“FORMULACIÓN DE UN PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE
COLORANTE ORGÁNICO A PARTIR DE LAS FLORES DE
SANGORACHE (*Amaranthus quitensis*), PARA SER USADO COMO
ADITIVO EN LA PRODUCCIÓN DE
YOGURT Y SALCHICHAS.”**

TRABAJO DE TITULACIÓN
TIPO: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO QUÍMICO

AUTORES: MARCO VINICIO ALARCÓN LAYEDRA
JESSICA IVETTE QUINZO GUEVARA

TUTOR: Ing. Mario Villacrés

Riobamba-Ecuador

2018

©2018 Marco Vinicio Alarcón Layedra, Jessica Ivette Quinzo Guevara

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

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA

El Tribunal del trabajo de titulación, certifica que: El trabajo de investigación: Tipo Proyecto de Investigación “FORMULACIÓN DE UN PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE COLORANTE ORGÁNICO A PARTIR DE LAS FLORES DE SANGORACHE (*Amaranthus quitensis*), PARA SER USADO COMO ADITIVO EN LA PRODUCCIÓN DE YOGURT Y SALCHICHAS”, de responsabilidad de los señores Marco Vinicio Alarcón Layedra y Jessica Ivette Quinzo Guevara, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del trabajo de titulación, quedando autorizada su presentación.

FIRMA

FECHA

Ing. Mario Villacrés.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN

Ing. Hannibal Brito M. PhD.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Nosotros, Marco Vinicio Alarcón Layedra y Jessica Ivette Quinzo Guevara, declaramos que el Trabajo de Titulación tipo Proyecto de Investigación denominado: “FORMULACIÓN DE UN PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE COLORANTE ORGÁNICO A PARTIR DE LAS FLORES DE SANGORACHE (*Amaranthus quitensis*), PARA SER USADO COMO ADITIVO EN LA PRODUCCIÓN DE YOGURT Y SALCHICHAS”, es original y de nuestra autoría personal tanto resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

En tal virtud, declaramos que el contenido es de nuestra responsabilidad legal y académica presentes en el trabajo de titulación.

Riobamba, 15 de noviembre de 2018

Marco Vinicio Alarcón Layedra
Cédula de identidad: 060334103-3

Jessica Ivette Quinzo Guevara
Cédula de identidad: 060413771-1

Nosotros, Marco Vinicio Alarcón Layedra y Jessica Ivette Quinzo Guevara, somos responsables de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta Tesis y el patrimonio intelectual de la Tesis de Grado pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Marco Vinicio Alarcón Layedra
Cédula de identidad: 060334103-3

Jessica Ivette Quinzo Guevara
Cédula de identidad: 060413771-1

AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento muy especial a nuestra alma máter en dónde nos formamos académicamente con el aporte de docentes, compañeros y amigos, quiénes nos han permitido llegar a término en ésta etapa universitaria.

A nuestras familias que han sido pilares fundamentales en nuestras vidas, ya que con su apoyo económico y emocional, nos han concedido culminar con éxito el arduo recorrido dentro de la carrera de Ingeniería Química.

ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
CAPÍTULO I	
1. INTRODUCCIÓN	3
1.1. Identificación Del Problema.-	4
1.2. Justificación del proyecto.-	5
1.3. Objetivos de La Investigación.-	6
<i>1.3.1. General.-</i>	6
<i>1.3.2. Específicos.-</i>	6
CAPÍTULO II	
2. MARCO TEÓRICO	7
2.1. Antecedentes de la Investigación.	7
2.2. Marco Conceptual.- Sangorache	9
<i>2.2.1. Clasificación Botánica</i>	9
<i>2.2.2. Descripción de la planta.</i>	9
<i>2.2.3. Colorante</i>	10
<i>2.2.4. Secado.</i>	12
<i>2.2.5. Espectrofotometría.</i>	16
<i>2.2.6. Extracción.</i>	17
<i>2.2.7. Salchichas tipo Viena</i>	18
<i>2.2.8. Yogurt.</i>	18

CAPITULO III

3.	HIPÓTESIS Y VARIABLES	19
3.1.	Hipótesis y especificación de las variables	19
3.1.1.	<i>Hipótesis General</i>	19
3.1.2.	<i>Hipótesis Específicas</i>	19
3.1.3.	<i>Operacionalización de Variables</i>	21
3.1.4.	<i>Matriz de Consistencia</i>	22
3.2.	Tipo y Diseño de Investigación	25
3.3.	Unidad de Análisis	25
3.4.	Población de Estudio	25
3.5.	Tamaño de Muestra	25
3.6.	Selección de muestra	27
3.6.1.	<i>Técnicas de Recolección de Datos</i>	27
3.6.2.	<i>Eliminación de humedad de las flores de sangorache (Amaranthus quitensis)</i>	28
3.6.3.	<i>Extracción de pigmentos</i>	30
3.6.4.	<i>Espectrofotómetro Uv- Visible</i>	30
3.6.5.	<i>Técnica para validación de colorante en yogurt</i>	31
3.6.6.	<i>Técnica para validación de colorante en salchichas tipo viena</i>	31

CAPITULO IV

4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	33
4.1.	Pruebas de Hipótesis	46
4.1.1.	Hipótesis 1.....	46
4.1.2.	Hipótesis 2.....	47

4.1.3.	<i>Hipótesis 3</i>	47
4.8.4.	<i>Hipótesis 4</i>	47
4.8.5.	<i>Hipótesis 5</i>	47

CAPÍTULO V

5.	IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO	48
5.1.	Costos de Implementación para la propuesta	50

CAPITULO VI

6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	52
----	---	----

	CONCLUSIONES	52
--	---------------------------	----

	RECOMENDACIONES	53
--	------------------------------	----

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2: Antecedentes relacionados con la investigación.....	8
Tabla 2-2: Clasificación Botánica.....	9
Tabla 3-2: Propiedades nutricionales de <i>Amaranthus quitensis</i>	9
Tabla 1-3: Hipótesis y especificación de variables.	20
Tabla 2-3: Operacionalización para la obtención de colorante natural.....	21
Tabla 3-3: Técnicas para la eliminación de Humedad en un secador de Bandejas.....	28
Tabla 4-3: Técnica para la eliminación de Humedad en un secador por Liofilización.....	29
Tabla 4-3: Técnica para la extracción de pigmentos. (Rotavapor).....	30
Tabla 5-3: Técnica para la identificación de la absorbancia del colorante extraído.	30
Tabla 6-3: Técnica para la adición de colorante en la elaboración de yogurt.....	31
Tabla 7-3: Técnica para la producción de salchichas tipo viena.....	31
Tabla 1-4: Resultados de las repeticiones de secado del S. Bandejas de Sangorache a 42 °C.....	33
Tabla 2-4: Datos Experimentales del secado de Sangorache en el Secador de Bandejas.....	33
Tabla 3-4: Resultados de Secado por Liofilización	36
Tabla 4-4: Datos Experimentales del secado de Sangorache en el Liofilizador.....	36
Tabla 5-4: Rendimiento de Secado por Bandejas y Liofilización.....	39
Tabla 6-4: Resultados análisis físico	39
Tabla 7-4: Examen Bromatológico colorante extraído	39
Tabla 8-4: Análisis Químico y Microbiológico el Colorante.	40
Tabla 9-4: Resultados Espectrofotometría	41
Tabla 10-4: Resultados encuesta para concentración de yogurt	42
Tabla 11-4: Resultados de pH muestras de yogurt.....	45
Tabla 1-5: Costos de recursos humanos	50
Tabla 2-5: Costos de Recursos materiales.....	50
Tabla 3-5: Costo total para la producción de Colorante natural a base de Sangorache	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1- 2: Colorantes naturales de uso más frecuente.....	11
Figura 2- 2: Amaranthus quitensis	12
Figura 3- 2: Estructura química de las Betaninas.....	12
Figura 4-2: Secador de Bandejas.....	13
Figura 5- 2: Curva de Secado.....	14
Figura 6- 2: Curva de velocidad de Secado	14
Figura 7-2: Rotavapor	18
Figura 1- 3: Proceso de obtención de colorante natural de sangorache.	26
Figura 1- 4: Resultado Calorimetría Iluminante D65.....	41
Figura 2- 4: Pruebas de concentración de colorante para el yogurt	42
Figura 3- 4: Salchichas tipo Viena con colorante de Sangorache	46

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1- 4: Curva de secado sangorache en un secador de Bandejas a 42 °C.....	34
Gráfico 2- 4: Curva de Velocidad de secado de Sangorache en un S de Bandejas W vs X.....	35
Gráfico 3-4: Curva de secado por Liofilización a 42 °C	37
Gráfico 5-4: Resultados encuesta Yogurt-Color	43
Gráfico 6-4: Resultados encuesta Yogurt-Olor.....	44
Gráfico 7-4: Resultados encuesta Yogurt-Sabor.....	44

INDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1-2: Velocidad de Secado.....	15
Ecuación 2-2: Tiempo de secado en el periodo ante-crítico	15
Ecuación 3-2: Tiempo de secado en el periodo post-crítico	16
Ecuación 4-2: Tiempo total de secado	16

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: Secado por bandejas de la flor de Sangorache

ANEXO B: Secado por Liofilización de la flor se Sangorache

ANEXO C: Procedimiento de Extracción de Colorante

ANEXO D: Pruebas de Colorimetría

ANEXO E: Pruebas de Concentración Yogurt

ANEXO F: Elaboración de Salchichas tipo Viena

ANEXO G: Examen Bromatológico del colorante extraído

ANEXO H: Examen Químico Microbiológico del colorante extraído

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como finalidad formular un proceso para la obtención de colorante orgánico a partir de las flores de sangorache (*Amaranthus quitensis*), para ser usado como aditivo en la producción de yogurt y salchichas tipo viena. Se inició con la selección de las flores de la planta. El secado se realizó con previa consulta por los métodos de bandejas y liofilización. Se determinó las variables del proceso a través de varias pruebas piloto en el laboratorio y se elaboró curvas de secado. Con la materia prima seca y pulverizada se procedió a la extracción por dos métodos; Soxhlet y por arrastre de vapor con solventes como: alcohol potable, agua destilada, mismos que ayudaron a la obtención de un concentrado del colorante que se analizó de forma organoléptica, bromatológica, microbiológica y físico-química. Los resultados obtenidos se basaron en la normativa oficial NOM-119-SSSA1-1994 vigente en el país de México, ya que en Ecuador no existe un sistema de regularización establecida para los colorantes. Para procesar el yogurt se debe buscar la concentración ideal usando 1mL, 0,3 mL y 0,5 mL del concentrado extraído, además se identificará la estabilidad midiendo el pH en un lapso de un mes usando dos muestras; una al ambiente y otra en refrigeración, cabe recordar que los valores de pH deben estar entre 4 - 4.5. Para elaborar las salchichas tipo viena se usará la misma cantidad de colorante artificial usado para fabricar 10 Kg de este producto, verificando así el buen rendimiento del colorante de la planta *Amaranthus quitensis* (Sangorache). La liofilización fue el mejor método de secado con un rendimiento del 84% y a futuro se recomienda la utilización de las demás partes de la planta para la producción de colorante.

PALABRAS CLAVE: <INGENIERÍA Y TECNOLOGIA QUÍMICA>, <SANGORACHE (*Amaranthus Quitensis*)>, <LIOFILIZACIÓN>, <EXTRACCIÓN POR ARRASTRE DE VAPOR>, <ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO Y BROMATOLÓGICO>.

ABSTRACT

The purpose of this research was to formulate a process for obtaining organic dye from the flowers of Sangorache (*Amaranthus Quitensis*), to be used as an additive in the production of yogurt and sausages type Vienna. It started with the selection of the flowers of the plant. The drying was carried out with previous consulting the tray and lyophilisation methods. The process variables were determined through several pilot tests in the laboratory and drying curves were elaborated. With the dry and pulverized raw material, the extraction was carried out by two methods; Soxhlet and steam entrainment with solvents such as: potable alcohol and distilled water, which helped to obtain a dye concentrate that was analysed in an organoleptic, bromatological, microbiological and physical-chemical way. The results obtained were based on the official regulation NOM-119-SSSA1-1994 in force in the country of Mexico, since in Ecuador there is no established regulation system for dyes. To process the yogurt, the ideal concentration should be looked for using 1mL, 0.3 mL and 0.5 mL of the extracted content, in addition the stability would be identified by measuring the pH in a period of one month using two samples; one to the environment and another in refrigeration, it should be remembered that the pH values should be between 4 - 4.5. To make the sausages type Vienna, it will be used the same amount of artificial dye used to make 10 kg of this product, thus verifying the good performance of the dye from the *Amaranthus Quitensis* plant (Sangorache). Lyophilisation was the best drying method with a yield of 84% and; in the future it is recommended to use the other parts of the plant for the production of dye.

Key words: Chemical Engineering and Technology, Sangorache (*Amaranthus Quitensis*), Lyophilisation, Steam Traction Extraction, Physical-Chemical and Bromatological Analysis.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

La Investigación realizada en este proyecto es la obtención de un colorante orgánico a escala laboratorio a partir de las flores de una planta endémica de la región sierra denominada Sangorache (*Amaranthus quitensis*) para ser usado como aditivo en la producción de dos alimentos muy consumidos en el país como yogurt y embutidos (salchichas).

Sangorache (*Amaranthus quitensis*) en Ecuador es una planta ancestral y medicinal. Con un alto contenido de proteínas y un elevado porcentaje de aminoácidos esenciales como lisina, metionina y triptófano. Se adapta fácilmente a cualquier clima, resistente a la sequía y en la actualidad es usada como adorno, puesto que el conocimiento sobre la misma es muy limitado y en algunas localidades incluso se ha perdido. (Peralta, E., 2008).

La alimentación ha ido variando de generación en generación y los colorantes artificiales son usados sin ningún tipo de preocupación por la mayoría de empresas de la industria alimentaria, sin tomar en cuenta los riesgos y consecuencias del consumo continuo originando en la peor situación cáncer y en los niños cambios en la conducta aumentando la manifestación de hiperactividad y déficit de atención. El colorante sintético derivado del petróleo que se trata de sustituir es el muy usado y peligroso Rojo 40. Optar por un colorante natural es una propuesta que poco a poco se está promoviendo, sin embargo el rendimiento y el gasto que esto conlleva no es muy aceptado por la industria, pero es hora de concienciar y empezar a preocuparse por tener una buena dieta diaria.

Es por ésta razón que se ha optado por extraer un colorante natural de una planta que no es consumida como alimento, como es el caso de la remolacha o betereba por lo que es muy factible usar la planta elegida (sangorache), ya que no es impedimento para que se cumpla una “soberanía alimentaria”, y además uno de los objetivos establecidos en el Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021-Toda una vida, que es impulsar la transformación de la matriz productiva. (Senplades, 2017)

Para formular el proceso más adecuado se ha optado por elegir con previa consulta dos tipos de secado; por bandejas y por liofilización, para de ésta forma elegir el que presente más rendimiento. La extracción se realizará por dos métodos: soxhlet y por arrastre de vapor usando como solvente alcohol potable y etanol a 90° respectivamente, se realizarán las respectivas pruebas de estabilidad tanto en el yogurt como las salchichas para poder validar un proceso.

1.1. Identificación del problema.-

Antiguamente la gente disfrutaba de una alimentación exenta de colorantes y aditivos, pero a medida que hemos ido evolucionando en los productos alimenticios se han incorporado ciertos aditivos artificiales a los alimentos para que su presentación sea estéticamente mejor y pueda tener una mayor aceptación en el mercado. Sin que la humanidad se dé cuenta del gran peligro que conlleva ingerir éste tipo de productos, y las consecuencias graves como alergias y aumento en los síntomas de asma que repercuten en el organismo. El objetivo de usar colorantes en el proceso de fabricación es puramente económico, debido a las características finales en cuanto a la variada coloración que tiene el producto, dando una presentación visual que llama la atención del consumidor (Gómez, 2017).

Sin embargo, optar por el uso de colorantes naturales como el extraído de la cochinilla que se usa en la mayoría de casos para la fabricación de productos, es una opción que se está dando paulatinamente en la actualidad. Las ventajas son muy positivas, entre ellas se puede mencionar que no causan daño a la salud y no se requiere certificación para usarlas como es el caso de los aditivos comunes (Gómez, E, 2017).

El colorante que se usa en productos como el yogurt para darle esa tonalidad es el conocido como Rojo N°40 y para los embutidos el más utilizado es el Rojo 2G, mismo que ha demostrado efectos negativos; en bajas dosis puede producir hiperactividad en niños, debido a que es un colorante azoico puede provocar intolerancia en persona alérgicas al ácido salicílico. En grandes dosis puede aumentar los síntomas de asma ya que es un liberador de histamina y si existe consumo continuo de éstos productos pueden ser originadores de enfermedades crónicas como cáncer (Sánchez, 2013).

Conociendo la preocupación que existe por una alimentación más sana y natural. En ésta investigación se quiere ampliar más la gama de colorantes naturales para usarlos en alimentos específicos como yogurt y embutidos, tomando en cuenta que éste tipo de productos se encuentran presentes en la dieta diaria de la mayoría de personas. Es así que se ha optado por elegir los beneficios de una planta ancestral de la región Sierra conocida como Sangorache (*Amaranthus quitensis*), para extraer el colorante y así presentar una nueva opción en el proceso de fabricación (Peralta, 2017).

1.2. Justificación del proyecto.-

En la actualidad el uso de colorantes artificiales en todo tipo de productos va en incremento, debido a que un buen aspecto estético en alimentos, es un factor de aceptación que el consumidor exige, siendo la principal razón para integrarlos en los alimentos. Es por ello que la presente investigación busca la obtención y caracterización de colorantes naturales a partir de productos agrícolas del Ecuador como alternativa para uso alimenticio, siendo una opción para ser integrado en bebidas como el yogurt y embutidos como las salchichas tipo viena.

La planta que servirá como materia prima se denomina popularmente sangorache (*Amaranthus quitensis*) es originaria de la región sierra, sin embargo por su fácil adaptabilidad y la poca necesidad de cuidados, se puede cultivar en cualquier parte del país, las flores son usadas para la preparación de la colada morada en el mes de noviembre. Teniendo conocimiento de la coloración que provee a esta bebida tradicional, se ha optado por extraer su color y emplearlo en alimentos que son muy consumidos como el yogurt y los embutidos.

En la preparación del yogurt se emplean variedad de colorantes sintéticos pero el que se desea reemplazar es el rojo 40 que le da la tonalidad al característico sabor de fresa. Se desea demostrar que el colorante tiene un buen rendimiento a más que no interfiere con el sabor, así como con la estabilidad del mismo.

En el caso de las salchichas tipo Viena el colorante de origen animal de la cochinilla (E-120) es el que se usa por lo general. Sin embargo el proceso de obtención sólo aporta con un rendimiento del 22% y conlleva un costo alto, es por lo que el colorante de origen vegetal que se va a extraer puede aportar mejores resultados y de la misma forma tener una estabilidad igual o mejor al colorante antes mencionado.

Se puede cambiar la matriz productiva generando nuevas fuentes de empleo ya que el proceso de extracción del colorante puede ser llevado a nivel industrial e incluso puede ser probado en variedad de alimentos, y de ésta forma la industria puede fabricar productos más naturales que ayuden en la alimentación de las personas. Para la obtención se usarán operaciones unitarias de secado y molienda, así como el método de extracción por Rotavapor con etanol al 90° como solvente, seguido y así obtener un concentrado del colorante logrando sintetizar un colorante natural con base de sangorache para productos alimenticios. Efectuar este trabajo trae consigo el aprovechamiento de la variedad de recursos naturales que tiene el país y que por desconocimiento se está desperdiciando.

El colorante extraído a partir de la flor de Sangorache (*Amaranthus quitensis*) será la base para la producción de alimentos como salchicha y yogurt, con lo que se pretende mostrar los beneficios del colorante de la flor de y la estabilidad que presenta en los mencionados productos. Haciendo una comparación entre los que se ofrecen al público en el mercado y así determinar las ventajas del colorante natural en productos de consumo diario.

1.3. Objetivos de la Investigación.-

1.3.1. General.-

- Formular un proceso para la obtención de colorante orgánico a partir de las flores de Sangorache (*Amaranthus quitensis*), para ser usado como aditivo en la producción de yogurt y salchichas.

1.3.2. Específicos.-

- Determinar el método más adecuado para la extracción de colorante de la flor de sangorache (*Amaranthus quitensis*).
- Caracterizar la materia prima y el colorante natural extraído de la planta de sangorache (*Amaranthus quitensis*).
- Identificar variables a través de la caracterización, durante todo el proceso de transformación de la materia prima en los productos finales elegidos como: yogurt y salchichas
- Diseñar el proceso para el uso del colorante natural en productos de yogurt y salchichas.
- Validar el diseño del proceso del colorante natural en productos como yogurt y salchichas.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la Investigación.-

En las últimas décadas, el uso de colorantes artificiales en la alimentación diaria ha generado mucho interés. La controversia empezó en los años 70s cuando el pediatra Benjamín Feingold, afirmó que existía una relación entre los aditivos y la manera en la que se comportaban los niños. Es de gran preocupación ya que se ha identificado que varios de estos colorantes han sido asociados a cambios en la conducta de los niños, siendo notable un incremento de hiperactividad y falta de atención. Estos colorantes son: rojo allura o rojo 40, tartrazina o amarillo 5, amarillo ocaso o amarillo 6, rojo cochinilla, carmoisina y ponceau 4R (Bateman et al, 2004; McCann, 2007). Colores como el azul brillante y el azul 1 y 2 han sido asociados, recientemente, con diversos efectos en salud, tales como alergias y algunos tipos de cánceres, a través de modelos animales (Kobylewski y Jacobson, 2010).

La primera sensación que es percibida al ver un alimento es el color, siendo ésta la que influye sobre el olor e incluso el sabor. Sin embargo los alimentos naturales cambian de características organolépticas debido a la estacionalidad o dependiendo de la transformación físico química a la que sea sometida, por lo que en su estructura se incorporan colorantes sintéticos para que se mantenga el color y de ésta forma capten la atención del consumidor. Tomando en cuenta que para la industria la correcta tonalidad del color en los productos alimenticios puede ser un factor que defina el éxito o fracaso del mismo. Las fuentes de color que se pueden utilizar pueden ser naturales y artificiales. Pero es de vital importancia manifestar que no todas las sustancias son nocivas para el organismo pues pueden causar enfermedades y efectos secundarios ya mencionados anteriormente.

Es así el caso de derivados de cobre, plomo y arsénico, que fueron usados en el siglo XIX para colorear ilegalmente los alimentos. Los colorantes naturales fueron sustituidos por los sintéticos por ser inestables con el transcurso del tiempo.

En la actualidad, se procura que los aditivos incorporados en los alimentos sean de origen natural, teniendo en cuenta que ya se ha presentado una preocupación relevante por parte de los consumidores. Salvo que se indique lo contrario, no pueden incorporarse colorantes (ni los legalmente aceptados) a los alimentos que no se someten a tratamiento para modificar su estado inicial. Este es el caso de la carne cruda (entera, troceada o picada) (Cubero, N., Montferrer, A., Y Villalta, J. 2002).

Lo correcto sería que el color natural de un alimento, sea el único que se conserve. Sin embargo lo que se puede incorporar se debe obtener de materiales biológicos no alimentarios (por ejemplo, plantas o insectos) o si bien se forman espontáneamente al calentar, siendo un ejemplo el caramelo. Es importante saber que los colorantes naturales son considerados, en general, como inocuos y las limitaciones específicas en su utilización son menores que las que afectan a los colorantes de síntesis (Multon, J.L. 2000).

Tabla 1-2: Antecedentes relacionados con la investigación

Fecha	Tipo	Nombre	Autor	Lugar
2011	Artículo de Investigación	Presencia de colorantes en alimentos y bebidas que se venden en las escuelas asociados a cambios de conducta en los niños.	Alejandro Calvillo Xaviera Cabada Angélica Guzmán	México
2005	Artículo de Revista	Proceso para obtener colorante a partir de la semilla de aguacate.	Jorge Enrique Devia Pineda Diego Fernando Saldarriaga	Colombia
2003	Artículo de Investigación	Aditivo Alimentario	Dr. Francisco C. Ibáñez (Prof. TU); Dra. Paloma Torre (Prof. TU); Dra. Aurora Irigoyen (Ay)	Navarra-España
2013	Tesis	Obtención de un colorante a partir de las flores de ataco o sangorache	Carolina Hipatia Galarza Medina	Ambato
2004	Tesis	Estudio Comparativo en el uso de colorantes naturales y sintéticos en alimentos, desde el punto de vista funcional y toxicológico.	Verónica Paz Parra Ortega	Chile
2005	Investigación	Colorantes en Alimentos	Dr. Ricardo Correa Ing. Alim. Mariel Gabot.	
2006	Tesis	Ensayo preliminar para la obtención de colorantes naturales a partir de especies vegetales comestibles	Silvia Anabel Castillo Membreño Iris Elizabeth Ramírez González	San Salvador
2016	Tesis	Elaboración de mortadela utilizando colorantes naturales de remolacha (<i>beta vulgaris</i>) y sangorache (<i>amaranthus quitensis</i> L.) como reemplazo del colorante artificial.	Edith Paulina Orozco Calero	Riobamba-Ecuador

Realizado por: Marco Alarcón-Jessica Quinzo, 2018

En la **Tabla 1-2** se detallada todas las investigaciones sobre colorantes naturales que sirvieron de guía para realizar este trabajo de titulación, y en su mayoría se llega a la conclusión que optar por colorantes naturales es una buena alternativa a más que los procesos recomendados para su obtención son secado por liofilización y bandejas y los métodos para la extracción del colorante son por arrastre de vapor y el método Soxhlet.

2.2. Marco Conceptual.- Sangorache (*Amaranthus quitensis*)

2.2.1. Clasificación Botánica

Tabla 2-2: Clasificación Botánica

Reino	Vegetal
División	Fanerógama
Tipo	Embryophyta siphonogama
Subtipo	Angiosperma
Subtipo	Dicotiledónea
Subclase	Archyclamidaeae
Orden	Centropermales
Familia	Amaranthaceae
Género	Amaranthus
Especie	<i>A. hybridus/ A. quitensis</i>
Nombre científico	Amaranthus hibridus L. A. quitensis H.B.K.
Nombres comunes	Ataco, sangorache, sangoracha

Fuente: (Peralta y otros 2008)

2.2.2. Descripción de la planta.-

El ataco o sangorache es una planta anual de tipo arbustivo herbáceo, erecta poco ramificada de color verde al inicio del crecimiento de color verde y morado o púrpura a la madurez. (Peralta, y otros, 2008)

2.2.2.1. Propiedades Nutricionales de la Planta.-

Tabla 3-2: Propiedades nutricionales de *Amaranthus quitensis*

Composición	Ataco o Sangorache
Humedad %	13.7
Proteína %	14.3
Fibra Cruda %	13.9
Grasa %	6.8
Ceniza %	3.58
E.L.N %	61.9
Calcio %	0.30
Fósforo %	0.61

Magnesio %	0.35
Potasio %	0.60
Sodio %	0.04
Cobre (ppm)	10.0
Fe (ppm)	68.0
Mn (ppm)	44.0
Energía (Cal/100g)	361
Calorías x 100g	366

Fuente: (Eduardo Peralta, 2008)

2.2.2.2. *Familia Amaranthaceae o Amarantácea*

- Pertenece al orden Caryophyllales comprende alrededor de 160 géneros y 2.400 especies.
- Fundamentalmente son hierbas, rara vez trepadoras, también arbustos o arbolitos, por lo común con crecimiento secundario anómalo (formación de anillos concéntricos de haces vasculares).
- Distribución: Ampliamente distribuidas en regiones tropicales y subtropicales, con pocas especies en las regiones más frías.

2.2.3. *Colorante.-*

Es una sustancia utilizada como aditivo en un alimento para recuperar su color, perdido tras un procesado industrial, para acentuar el color original o para dotarlo de un color más atractivo (Elmadfa, I., Muskat, E. y Fritzsche. 2011).

Los colorantes, son sustancias que pueden tener un origen natural (mineral, vegetal o animal) o artificial (azoicos, trifenilmetánicos o cianinas); que sirven para potenciar el color de algunos alimentos, debido a que el alimento ha sufrido pérdida de color durante el tratamiento industrial o para hacerlo más atractivo y/o para teñir papeles, cartones y demás materiales que se utilizan para envolverlos.

2.2.3.1. *Colorantes Artificiales.-*

Son aquellos creados gracias a la acción del hombre a través de proceso de síntesis química y que no existen por sí mismos de forma natural. (SECCO, 1994)

Dentro de este grupo, se encuentran los llamados, “Aditivos Colorantes Certificables o Certificados”, y poseen la característica de que cada lote debe ser analizado tanto por el fabricante como por la FDA. Este proceso de aprobación, conocido como certificación de Aditivos de Colorantes, resguarda la seguridad, calidad, consistencia y fuerza del aditivo colorante previo a su uso en alimentos (ESTADOS UNIDOS. FOOD AND DRUG ADMINISTRATION, 1993)

2.2.3.2. Colorantes Naturales.-

En sentido estricto, solo sería natural el color que un alimento tiene por sí mismo. El que se incorpora se obtiene de materiales biológicos no alimentarios (por ejemplo, plantas o insectos) o bien se forman espontáneamente al calentar un alimento, como es el caso del caramelo. Los colorantes naturales son considerados, en general, como inocuos y las limitaciones específicas en su utilización son menores que las que afectan a los colorantes de síntesis. (F.C. Ibáñez, P. Torre y A. Irigoyen, 2013)

Nombre	Obtención	Aplicación	Efectos y límites
Curcumina	Rizoma de la cúrcuma (<i>Curcuma longa</i>)	Color amarillo intenso (<i>curry</i>). Confituras, mermeladas, etc. Embutidos picados (crudos y cocidos).	Baja absorción en el intestino. Toxicidad reducida. En algunos experimentos realizados con animales se han observado efectos teratógenos.
Cochinilla Carmin Ácido carminico	Hembras del insecto <i>Dactylopus coccus</i> , parásitos de algunas especies de cactus.	Color rojo muy variable, utilizándose en conservas vegetales, mermeladas, helados, productos cárnicos y bebidas alcohólicas y no alcohólicas.	Se han señalado respuestas alérgicas en sujetos que han consumido bebidas con este colorante. IDA: sin asignar.
Clorofilas	Algas	Color verde característico aplicado a chicle, helados y bebidas refrescantes.	Baja absorción intestinal. IDA: sin asignar.
Caramelo	Calentamiento de azúcar (sacarosa y otros)	Productos de bollería, repostería y helados. Bebidas de cola y alcohólicas (ron, coñac, etc.).	El 50% del caramelo son azúcares asimilables. Dosis de hasta 18 g/día tienen un ligero efecto laxante. IDA: sin asignar.
Carotenoides	Capsantina: pimiento rojo y del pimentón Licopeno: tomate.	Fabricación de embutidos Bebidas refrescantes	Absorción intestinal muy baja. IDA: 5 mg/Kg peso.
Rojo de remolacha Betaina	Remolacha roja (<i>Beta vulgaris</i>)	Productos de repostería, helados y derivados lácteos dirigidos al público infantil. Bebidas refrescantes, conservas vegetales y mermeladas, conservas de pescado	Baja absorción intestinal. El colorante absorbido se elimina sin cambios por la orina.

Figura 1- 2: Colorantes naturales de uso más frecuente

Fuente: (Ibáñez, P., 2013)

2.2.3.3. Colorante de *Amaranthus quitensis* (Sangorache).-

El ataco es rico en pigmentos naturales llamados betalaínas (Pantaneli, 2000), los más abundantes son las betaninas (rojas). Se caracteriza por ser soluble en agua, contienen, nitrógeno en su estructura y se acumulan en las flores y en las frutas y de vez en cuando en el tejido vegetativo. (Peralta, y otros, 2008).



Figura 2- 2: Amaranthus quitensis

Fuente: Peralta E. 2008

2.2.3.3.1. *Betaninas.-*

Químicamente las betalaínas son alcaloides derivados del ácido betalámico, por condensación con aminas primarias o secundarias. Son solubles en agua, insolubles en etanol y en las células vegetales se encuentran en disolución dentro de vacuolas. Son responsables del color rojo-púrpura (Allegra et al., 2005; Azeredo, 2008).

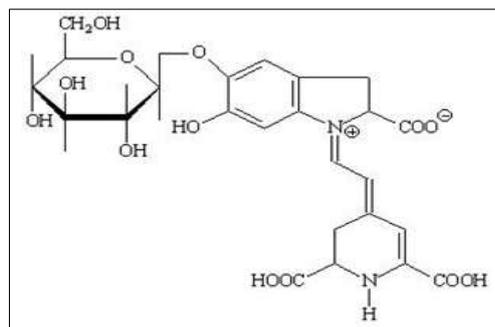


Figura 3- 2: Estructura química de las Betaninas

Fuente: Allegra, (2005)

2.2.4. *Secado.-*

La operación unitaria de secado es un proceso que conlleva la transferencia de masa y energía simultáneamente. Se trata de la pérdida de agua o humedad de un material por evaporación con ayuda de la acción de una corriente gaseosa (Brito, 2001).

2.2.4.1. Secado por Bandejas

También se llama secador de anaqueles, de gabinete, o de compartimientos, el material, que puede ser un sólido en forma de terrones o una pasta, se esparce uniformemente sobre una bandeja de metal de 10 a 100 mm de profundidad. (Brito, 2001)

Un ventilador recircula aire caliente con vapor paralelamente sobre la superficie de las bandejas. También se usa calor eléctrico, en especial cuando el calentamiento es bajo. Más o menos del 10 al 20% del aire que pasa sobre las bandejas es nuevo, y el resto es aire recirculado. Después del secado, se abre el gabinete y las bandejas se remplazan por otras con más material para secado. Una de las modificaciones de este tipo de secadores es el de las bandejas con carretillas, donde las bandejas se colocan en carretillas rodantes que se introducen al secador. Esto significa un considerable ahorro de tiempo, puesto que las carretillas pueden cargarse y descargarse fuera del secador. (Pontiles Z, 2008)

En el caso de materiales granulares, el material se puede colocar sobre bandejas cuyo fondo es un tamiz. Entonces, con este secador de circulación cruzada, el aire pasa por un lecho permeable y se obtienen tiempos de secado más cortos, debido a la mayor área superficial expuesta al aire. ((Pontiles Z, 2008).

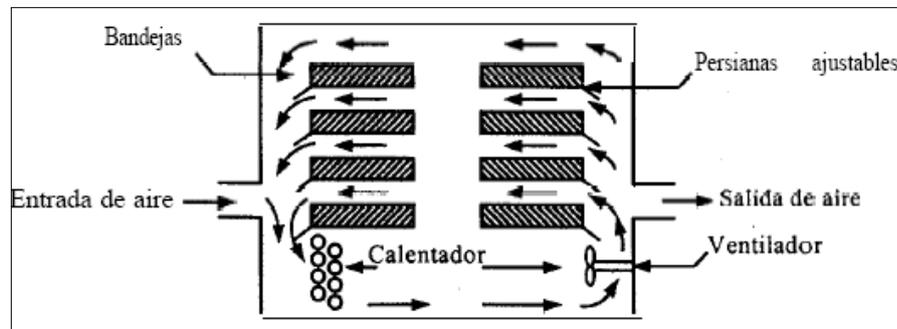


Figura 4-2: Secador de Bandejas

Fuente: (Brito, 2001)

2.2.4.2. Liofilización.-

Llamada anteriormente criodesecación, es un proceso de secado que se basa en sublimar el hielo de un producto congelado. El agua del producto pasa, por tanto, directamente de estado sólido a vapor sin pasar por el estado líquido, para lo cual se debe trabajar por debajo del punto triple del agua, 0.01°C y 4.5 mmHg . Como proceso industrial se desarrolló a mediados del siglo XX, pero sus principios eran ya conocidos y empleados por los incas. También llamado como Freeze -

drying es la eliminación completa del agua de un material sin producir ningún cambio ni en su estructura básica ni en su composición (Arévalo M., 2010).

2.2.4.3. Curva de Secado

La humedad disminuye continuamente desde el valor inicial (punto A) y finalmente se aproxima como límite a la humedad de equilibrio que corresponde a las condiciones constantes del aire. (Brito, 2001).

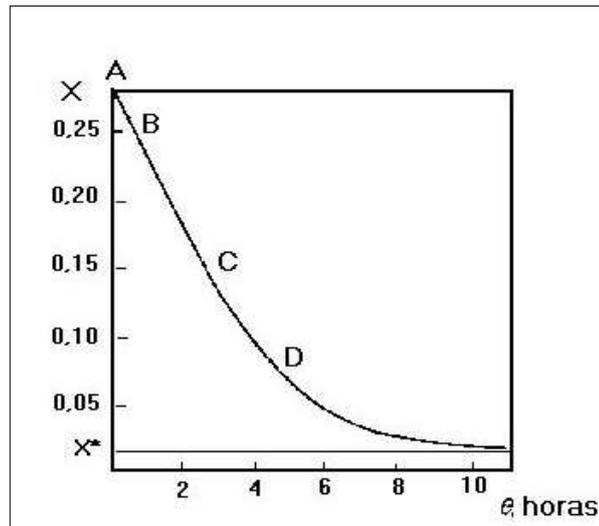


Figura 5- 2: Curva de Secado

Fuente: (Brito, 2001)

La velocidad de secado se calcula por la pérdida de humedad en la unidad de tiempo $\left(-\frac{dX}{d\theta}\right)$.

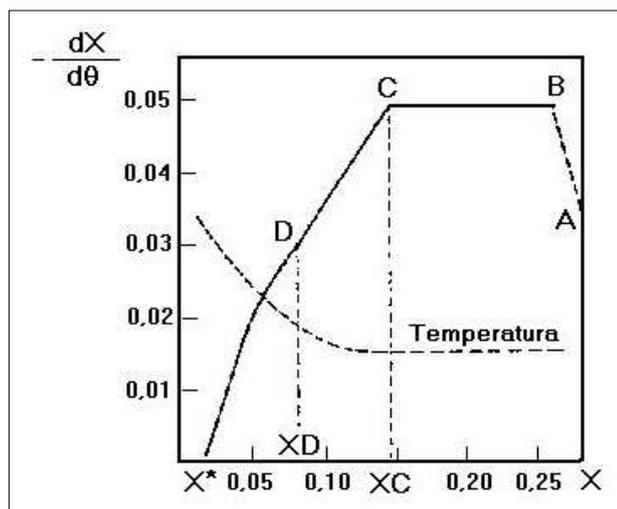


Figura 6- 2: Curva de velocidad de Secado

Fuente: (Brito, 2001)

- **Tramo AB.**- Corresponde al llamado período de inducción , en el que el mecanismo de secado no ha llegado a estabilizarse.

- **Tramo BC.**- Constancia de la velocidad de secado; al alcanzarse la llamada
- **Punto C.**- Humedad crítica.- velocidad de secado empieza a disminuir, alcanzando prácticamente el valor cero cuando la humedad libre se anula (o sea cuando la humedad del material es igual a la del equilibrio con el aire de secado) .
- **Tramo CD.**- La velocidad varía linealmente con la humedad; en el segundo se pierde aquella relación. (Brito, 2001)

2.2.4.4. Ecuación para la velocidad de Secado

$$W = \frac{S}{A} \left[- \frac{dx}{d\theta} \right]$$

Ecuación 1-2: Velocidad de Secado

Dónde:

W= velocidad de secado (Kg/hm²).

S=Peso del sólido seco (Kg).

A=Área de la superficie expuesta (m²).

ΔX = Variación de la humedad.

$\Delta \theta$ = Variación del tiempo (h)

2.2.4.5. Ecuación para calcular el tiempo de secado en el período antecrítico.-

$$\theta_{\alpha} = \frac{S}{A} \left(\frac{X_t - X_c}{W_c} \right)$$

Ecuación 2-2: Tiempo de secado en el periodo ante-crítico

Dónde:

X_i= humedad inicial del solido (kg de H₂O/kg sólido deshidratado)

S= peso del sólido deshidratado (Kg sólido seco)

θ_{α} = tiempo de secado en el periodo anticrítico (horas)

A= superficie expuesta (m²)

W_c= velocidad crítica del secado (Kg de agua/m².h)

X_c= humedad crítica (Kg de agua/Kg de solido seco)

2.2.4.6. *Ecuación para el cálculo de Tiempo de secado en el periodo post-crítico*

$$\theta_p = \frac{S}{A} \left(\frac{X_c - X_f}{W_c - W_f} \right) \ln \frac{W_c}{W_f}$$

Ecuación 3-2: Tiempo de secado en el periodo post-crítico

Dónde:

W_c = velocidad final del secado (Kg de agua/m².h)

X_c = humedad final (Kg de agua/Kg de solido seco)

2.2.4.7. *Ecuación para el cálculo del tiempo total de secado:*

$$\theta_t = \theta_a + \theta_p$$

Ecuación 4-2: Tiempo total de secado

Dónde:

θ_a = tiempo de secado en el periodo anticrítico (horas)

θ_p = tiempo post-critico

θ_t = tiempo total de secado

2.2.5. *Espectrofotometría.-*

La Espectrofotometría es una de las técnicas experimentales más utilizadas para la detección específica de moléculas. Se caracteriza por su precisión, sensibilidad y su aplicabilidad a moléculas de distinta naturaleza (contaminantes, biomoléculas, etc) y estado de agregación (sólido, líquido, gas). Los fundamentos físico-químicos de la espectrofotometría son relativamente sencillos. Los métodos espectroscópicos se basan en la capacidad de las sustancias de absorber o emitir radiación electromagnética, por lo que se pueden emplear para determinar la concentración de un reactivo o producto durante una reacción (Martin, 2010).

Todo espectrofotómetro cuenta con los siguientes elementos:

- Fuente de luz.- Es un filamento de tungsteno que funciona mediante una fuente de alimentación estabilizada proporcionando una radiación de intensidad constante el tiempo suficiente para asegurar una buena reproducibilidad de las lecturas de absorbancia.

- Selector de longitud de onda.- Se trata de una sencilla red de difracción, que permite separar la longitud de onda. Tras seleccionar la longitud de onda la radiación pasa a través de un controlador de luz, que consiste en una abertura en forma de V que se introduce o saca del haz para controlar la intensidad de luz que incide en la fotocelda.
- Celda.- Contiene a la solución, generalmente hecha de un material transparente que no absorbe la luz, como cuarzo. Las paredes pueden ser cilíndricas o planas, su longitud y capacidad varía según el equipo y diseño.
- Detector.- A éste llega la radiación tras pasar por un filtro y por la muestra. Se basa en el efecto fotoeléctrico de los metales que al irradiarlos generan electrones.
- Escala de medida.- La señal eléctrica del detector una vez amplificada se registra bien en una escala analógica o en una pantalla digital que proporcionan los valores de Transmitancia y/o Absorbancia. (Valladares, 2004)

2.2.6. Extracción

La extracción es la técnica empleada para separar un producto orgánico de una mezcla de reacción o para aislarlo de sus fuentes naturales.

Puede definirse como la separación de un componente de una mezcla por medio de un disolvente, que se lleva a cabo aprovechando las diferencias de solubilidad en un determinado disolvente, comúnmente orgánico, donde los otros compuestos son insolubles.

2.2.6.1. Extracción por Arrastre de Vapor.-

El empleo de éste método garantiza que durante la extracción no existe la posibilidad de degradar las moléculas de colorantes por efecto de temperatura debido a que se emplean bajas temperaturas durante la operación, además de permitir el uso de distintos disolventes según convenga.

El rotavapor es un equipo que, mediante una destilación a vacío, permite la evaporación rápida de disolvente de una disolución, recuperando el soluto (líquido o sólido). Generalmente se utiliza una trompa o una bomba de membrana o de vacío.

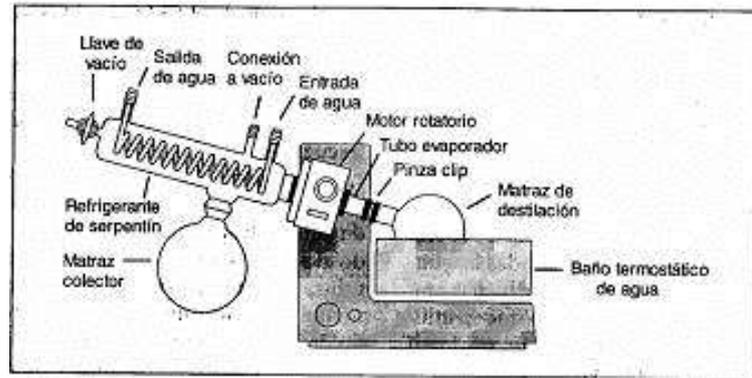


Figura 7-2: Rotavapor
Fuente: (Brito, 2001)

2.2.7. *Salchichas tipo Viena*

Las salchichas se clasifican como embutidos escaldados y en su elaboración se pueden usar carnes de muy diverso origen, lo que determina su calidad y precio. Se prefiere carne recién sacrificada de novillos, terneras y cerdos jóvenes y magros, en vista que este tipo de carne posee fibra tierna y se aglutina y amarra fácilmente. Además, carece de grasa interna y es capaz de fijar gran cantidad de agua. Estos productos son de consistencia suave, elevada humedad y corta duración (unos 8 días en refrigeración). (Montoya, F.,1997)

En la elaboración de las salchichas estilo Viena se emplea carne de res y cerdo, grasa y hielo. Es indispensable un mezclador (cutter) para formar una emulsión y para ayudar a su formación se agrega hielo. Reciben un tratamiento térmico que coagula las proteínas y le dan una estructura firme y elástica; posteriormente se ahuman para darles un sabor específico. (Montoya, F.,1997)

2.2.8. *Yogurt.-*

Es el 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 salivarius* 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)

La elaboración del yogurt consta de cuatro etapas básicas: pasteurización, inoculación, fermentación y refrigeración.

La base microbiológica del yogurt son las bacterias, estos microorganismos transforman la lactosa de la leche en ácido láctico; esto acidifica el medio facilitando la coagulación de las proteínas y dando como resultado el aroma y sabor típico del yogurt. (Hernández, A., 2003)

CAPITULO III

3. HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1. Hipótesis y especificación de las variables

3.1.1. *Hipótesis General*

- El colorante de origen natural obtenido de la flor de sangorache (*Amaranthus quitensis*) es adecuado para ser usado como sustituyente de un aditivo artificial en la elaboración de productos alimenticios como yogurt y salchichas.

3.1.2. *Hipótesis Específicas.-*

- La operación de secado por liofilización presenta un rendimiento de 66% para extraer el colorante de la flor de sangorache (*Amaranthus quitensis*) en la elaboración de yogurt y salchichas (Guevara, A. 1998).
- El colorante extraído puede identificar las variables presentes durante el proceso de fabricación de los productos destinados a este fin como son pH, temperatura, coloración, textura, estabilidad.
- La estabilidad del colorante extraído de la flor de sangorache (*Amaranthus quitensis*) es adecuado para la elaboración de productos alimenticios como yogures y salchichas.
- El diseño del proceso para la producción de salchichas y yogurt usando colorante de origen natural de la flor de sangorache (*Amaranthus quitensis*) cumple con la norma oficial NOM-119-SSSA1-1994 vigente en el país de México ya que en Ecuador no se tiene normas establecidas para colorantes.
- El diseño del proceso para la producción de salchichas y yogurt usando colorante de origen natural de la flor de sangorache (*Amaranthus quitensis*) es validado para el consumo humano

Tabla 1-3: Hipótesis y especificación de variables.

Hipótesis General	Hipótesis Específicas	Proceso	Variables Dependientes	Variables Independientes
El colorante de origen natural obtenido de la flor de sangorache (<i>Amaranthus quitensis</i>) es adecuado para ser usado como sustituyente de un aditivo artificial en la elaboración de productos alimenticios como yogurt y salchichas	La operación de secado por liofilización presenta un rendimiento de 66% para extraer el colorante de la flor de sangorache (<i>Amaranthus quitensis</i>) en la elaboración de yogurt y salchichas (Guevara, A. 1998).	Secado por Liofilización	Temperatura	Humedad Tiempo de secado Velocidad de secado Rendimiento de secado
	El colorante extraído puede identificar las variables presentes durante el proceso de fabricación de los productos destinados a este fin como son pH, temperatura, coloración, textura, estabilidad.	Extracción por arrastre de vapor	Temperatura	Cantidad de solvente Rendimiento del colorante Concentración de Pigmentos
	La estabilidad del colorante extraído de la flor de sangorache (<i>Amaranthus quitensis</i>) es adecuado para la elaboración de productos alimenticios como yogures y salchichas.	Estabilidad del colorante por pH	pH	-----
	El diseño del proceso para la producción de salchichas y yogurt usando colorante de origen natural de la flor de Sangorache (<i>Amaranthus quitensis</i>) cumple con la norma oficial NOM-119-SSSA1-1994 vigente en el país de México ya que en Ecuador no se tiene normas establecidas para colorantes.		Espectrofotometría	Absorbancia

Realizado por: Marco Alarcón-Jessica Quinzo, 2018

3.1.3. Operacionalización de Variables.-.

Tabla 2-3: Operacionalización para la obtención de colorante natural.

CATEGORÍA	CONCEPTO	DIMENSIONES	VARIABLES	INDICADORES	ÍNDICE
Formulación de un proceso para la obtención de colorante orgánico a partir de las flores de Sangorache (<i>Amaranthus quitensis</i>), para ser usado como aditivo en la producción de yogurt y salchichas.	Colorante obtenido de la planta Sangorache (<i>Amaranthus quitensis</i>) y por lo general es de uso exclusivamente alimenticio por métodos físicos como extracción, filtración y concentración.	1.- Evaluación de dos métodos de secado (liofilización, secado por bandejas).	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatura • Humedad • Tiempo de secado • Rendimiento 	°C % s %	-
		2.- Determinación del rendimiento de los colorantes obtenidos en el Proceso.	Rendimiento de colorante obtenido	%	-
		3.- Evaluación de los colorantes obtenidos basados en normas.	<ul style="list-style-type: none"> • Arsénico • Plomo • Zinc • Mohos y levaduras 	-	Noma oficial mexicana nom-119-ssa1-1994
		4.- Validación de los colorantes obtenidos.	Aplicación en el producto (Yogurt y Salchichas)	Dosificación del colorante	-

Realizado por: (Marco Alarcón-Jessica Quinzo, 2018)

3.1.4. Matriz de Consistencia.

ASPECTOS GENERALES				
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS		
El uso de colorantes sintéticos afecta a la salud ocasionando distintos problemas de salud especialmente en niños.	Formular un proceso para la obtención de colorante orgánico a partir de las flores de Sangorache (<i>Amaranthus quitensis</i>), para ser usado como aditivo en la producción de yogurt y salchichas	El colorante de origen natural obtenido de la flor de Sangorache (<i>Amaranthus quitensis</i>) es adecuado para ser usado como sustituyente de un aditivo artificial en la elaboración de productos alimenticios como yogurt y salchichas. Bajo la normativa oficial NOM-119-SSSA1-1994 vigente en el país de México.		
ASPECTOS ESPECÍFICOS				
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	VARIABLES	TÉCNICA
¿Se podría determinar el método más adecuado para la extracción del colorante de la flor de sangorache?	Determinar el método más adecuado para la extracción de colorante de la flor de sangorache (<i>Amaranthus quitensis</i>).	La operación de secado por liofilización presenta un buen rendimiento para extraer el colorante de la flor de sangorache (<i>Amaranthus quitensis</i>) en la elaboración de yogurt y salchichas	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatura de secado • tiempo, • humedad y • presión. 	<ul style="list-style-type: none"> • Elaboración de curvas de secado • Medición de tiempo de secado • Cálculos del rendimiento de secado.

<p>¿Se podría caracterizar la materia prima a emplear para la extracción del colorante natural?</p>	<p>Caracterizar la materia prima y el colorante natural extraído de la planta de sangorache (<i>Amaranthus quitensis</i>).</p>	<p>La materia prima empleada es caracterizada adecuadamente según pruebas organolépticas y fisicoquímicas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Composición química de la flor de sangorache. 	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis físico químico. • Densidad, pH, solubilidad, • Análisis Organoléptico
<p>¿Será posible identificar variables durante el proceso de elaboración de salchichas y yogurt con el colorante natural extraído?</p>	<p>Identificar variables a través de la caracterización, durante todo el proceso de transformación de la materia prima en los productos finales elegidos como: yogurt y salchichas.</p>	<p>El colorante extraído presenta estabilidad y es factible identificar las variables presentes durante el proceso de fabricación de los productos destinados a este fin.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatura • Humedad • Presión • Estabilidad • Coloración 	<ul style="list-style-type: none"> • Secado por Liofilización • Secado por Bandejas • Extracción por arrastre de vapor • Soxhlet • Espectrofotometría UV-Visible
<p>¿El diseño del proceso para el uso del colorante en la producción de salchichas y yogurt se puede llevar a cabo?</p>	<p>Diseñar el proceso para el uso del colorante natural en productos de yogurt y salchichas.</p>	<p>Es posible diseñar un proceso a escala laboratorio para la obtención de un colorante natural de <i>Amaranthus quitensis</i> (sangorache) para su uso en la elaboración de yogurt y salchichas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Dosificación. • Duración 	<ul style="list-style-type: none"> • Parámetros en normativa oficial NOM-119-SSSA1-1994 vigente en el país de México.

<p>¿El diseño para la elaboración de yogurt y salchichas podrá ser validado?</p>	<p>Validar el diseño del proceso del colorante natural en productos como yogurt y salchichas.</p>	<p>El diseño del proceso para la producción de salchichas y yogurt usando colorante de origen natural de la flor de sangorache (<i>Amaranthus quitensis</i>) es validado para el consumo humano.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Apariencia del producto terminado 	<ul style="list-style-type: none"> • Resultados físico-químicos. • Resultados Organolépticos • Aceptabilidad
--	---	--	---	---

Realizado por: Marco Alarcón-Jessica Quinzo, 2018

3.2. Tipo y Diseño de Investigación.-

- **Investigación descriptiva.-** Se llega a conocer situaciones, costumbres y actitudes predominantes a través de la descripción exacta de actividades, objetos, procesos y personas. Su objetivo es predecir e identificar la relación que existe entre dos o más variables. Las personas que investigan no simplemente realizan una tabulación, sino un análisis minucioso para obtener una respuesta y poder resolver el problema planteado, con el fin de contribuir al conocimiento del hombre.
- De igual forma, el diseño de investigación que se va a realizar es experimental ya que se realizarán análisis físico-químicos, y microbiológicos; y la obtención del pigmento denominado betalaína. Lo mencionado antes se va a desarrollar en el laboratorio de Investigación con el propósito de dar una posible solución al problema planteado.

3.3. Unidad de Análisis

El objeto a ser analizado será las flores de la planta Sangorache (*Amaranthus quitensis*) la cual se va a utilizar como materia prima para la extracción del colorante natural.

3.4. Población de Estudio

La población considerada para la propuesta de investigación estará compuesta por 100 plantas de Ataco o Sangorache (*Amaranthus quitensis*.) que se comercializan en el mercado “Mayorista” de la ciudad de Riobamba.

3.5. Tamaño de Muestra.-

La muestra está compuesta por 100 plantas, cada planta mide un promedio de 78,2 cm de longitud, pesa un promedio de 23 g y tienen un promedio de 25,8 flores de tamaños variados distribuidas a lo largo del tallo.

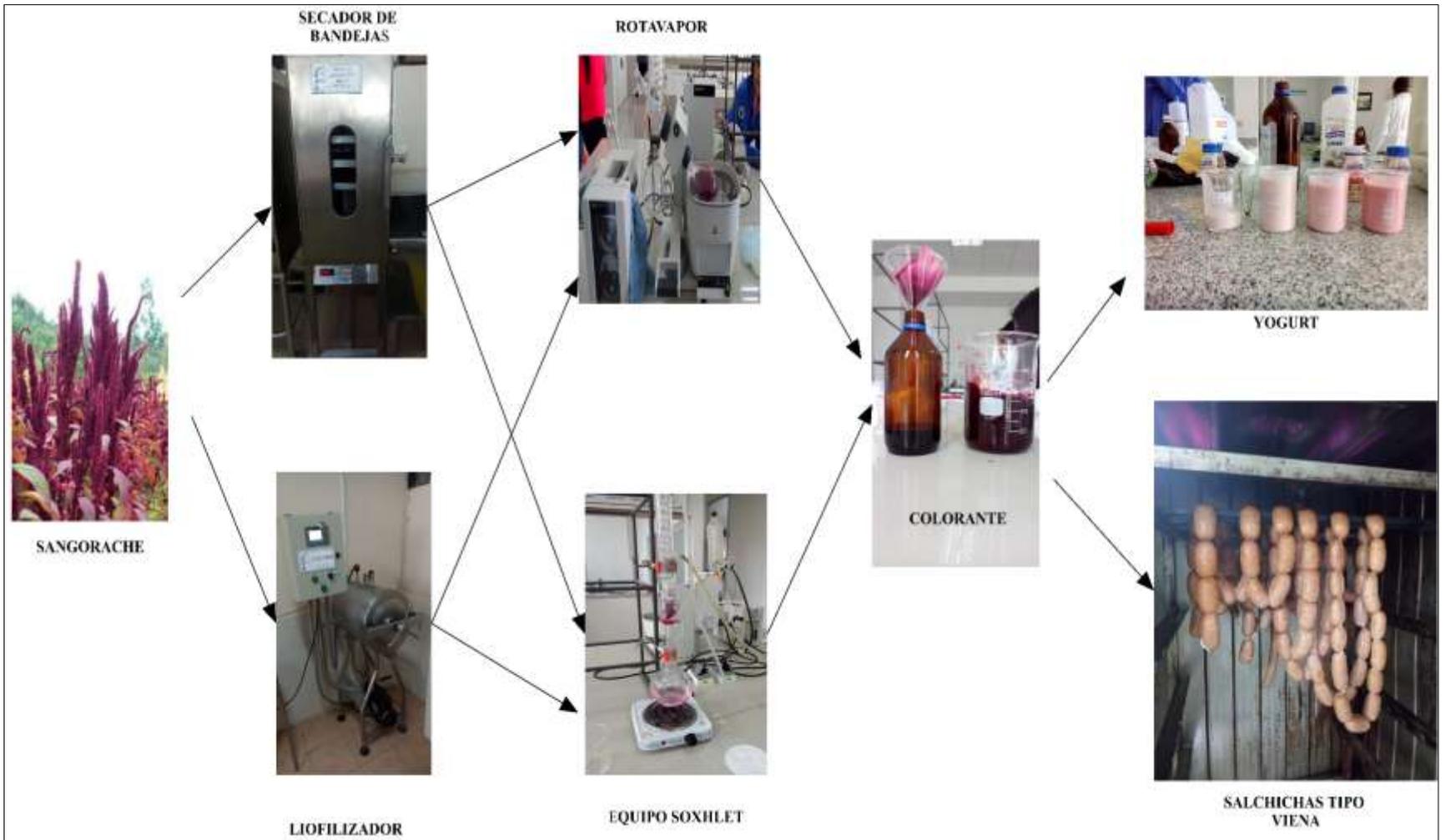


Figura 1- 3: Proceso de obtención de colorante natural de sangorache.

Realizado por: Marco Alarcón-Jessica Quinzo, 2018

3.6. Selección de muestra.-

La selección de muestra de Sangorache (*Amaranthus quitensis*) se realizará en función de la producción agrícola en la región Sierra. En el mercado “Mayorista” se obtiene la materia prima que debe cumplir con lo siguiente:

- Presentar una madurez adecuada es decir el color característico de la planta (conche vino)
- Libre de plagas e impurezas.
- Las plantas deben estar frescas.

3.6.1. Técnicas de Recolección de Datos

El colorante orgánico obtenido a partir de las flores de sangorache (*Amaranthus quitensis*) se desarrolló en los laboratorios de Química Analítica, Química Instrumental, Química Orgánica, Procesos Industriales y Operaciones Unitarias de la Facultad de Ciencias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en la ciudad de Riobamba, ubicada en la Panamericana Sur km 1½. Los datos se obtuvieron mediante la observación directa de distintas operaciones unitarias como secado (bandejas, liofilización), y extracción (método Soxhlet, arrastre de vapor), además de un análisis físico-químico de la materia prima y del producto conseguido, y con previa consulta en distintas fuentes de información como artículos científicos y tesis relacionados con colorantes naturales y sus métodos de obtención.

La fase de laboratorio para la obtención del colorante natural de Sangorache (*Amaranthus quitensis*) va a ser descrita a continuación, cabe mencionar que la metodología de los análisis realizados fue tomada del Manual del Laboratorio de Procesos Industriales.

3.6.2. Eliminación de humedad de las flores de sangorache (*Amaranthus quitensis*)

La deshidratación de la materia prima se efectuó por dos métodos: secado por bandejas y por liofilización teniendo en cuenta lo siguiente:

3.6.2.1. Secado de Bandejas

Tabla 1-3: Técnicas para la eliminación de Humedad en un secador de Bandejas

Principio	Materiales y Equipos	Procedimiento de manejo del Equipo	Fórmulas para cálculos	Especificaciones
Consiste en secar las diferentes muestras a temperaturas de: mortiño a 45°C, uvilla a 60°C y tuna a 65°C con circulación de aire con la finalidad de eliminar la humedad hasta obtener pesos constantes.	<ul style="list-style-type: none"> • Secador de Bandejas Eléctrico Tipo Armario • Balanza • Papel aluminio • Cuchillo • Pinzas • Guantes • Fundas Ziploc 	<ul style="list-style-type: none"> • Desinfectar todo el equipo con sus respectivas bandejas. • Conectar el equipo a una fuente de corriente eléctrica, encender el equipo, fijar la temperatura a la cual se desea realizar el secado. • Colocar papel aluminio sobre las bandejas, codificar cada bandeja a ser utilizada y registrarlos. • Pesar 200 g de muestra cortada en rodajas de 3 mm de espesor y tratando de que la misma cubra toda el área de secado. • Introducir las bandejas al equipo una vez que este haya alcanzado la temperatura deseada. • Pesar la muestra cada 30 minutos, hasta que la misma haya alcanzado un peso constante. • Registrar los pesos de las bandejas con la muestra seca. • Guardar herméticamente en fundas ziploc la muestra seca y pulverizada. 	$\%H = \frac{P_i - P_f}{P_i} * 100$	%H = Porcentaje de Humedad (Kg de H2O/ Kg de sólido seco). Pi= Masa del sólido húmedo (kg). Pf= Masa del sólido seco (Kg).
			$RS = \frac{P_f}{P_i} * 100$	R= Rendimiento del secador Pi= Masa inicial del sólido (kg). Pf= Masa final del solido (Kg).

Fuente: Laboratorio de Procesos industriales ESPOCH, 2018

Realizado por: Marco Alarcón-Jessica Quinzo, 2018

3.6.3. Extracción de pigmentos

Tabla 3-3: Técnica para la separación de pigmentos. (Rotavapor)

Principio	Materiales y Equipos	Procedimiento de manejo del Equipo	Fórmulas para cálculos	Especificaciones
Se usa para eliminar con rapidez el disolvente de una disolución en la que se encuentra presente un soluto poco volátil habitualmente a temperaturas próximas a la temperatura ambiente, con lo que se minimiza el riesgo de descomposición del producto de interés que queda en el matraz de destilación.	<ul style="list-style-type: none"> • Rotavapor • Núcleos de ebullición • Etanol 90° • Recipientes ambar 	<ul style="list-style-type: none"> • Desinfectar todo el equipo • Colocar en el balón del equipo 500 gramos de muestra con Etanol 90°. • Colocar agua hasta la mitad para que se inicie el baño maría de la muestra. • Calibrar la temperatura a 42°C • Recoger el extracto del colorante del matraz colector. 	-----	Se usan 500 gramo de la muestra y se verifica el volumen obtenido en el matraz colector del equipo.

Fuente: Dra. Gina Álvarez, 2018

Realizado por: Marco Alarcón-Jessica Quinzo, 2018

3.6.4. Espectrofotómetro Uv- Visible

Tabla 4-3: Técnica para la identificación de la absorbancia del colorante extraído.

Principio	Materiales y Equipos	Procedimiento de manejo del Equipo	Fórmulas para cálculos	Especificaciones
La espectrofotometría uv-visible (UV-VIS) es una práctica analítica que permite determinar la concentración de un compuesto en solución.	<ul style="list-style-type: none"> • Espectrofotómetro UV-Visible • Balones aforados de 50 ml • Pipeta de 10 ml • Pizeta • Vaso de precipitación de 50 ml 	<ul style="list-style-type: none"> • Encender el Espectrofotómetro • Realizar un blanco con agua destilada-etanol relación 3:1 y encerrar. • Colocar en un vaso de precipitación 100 ml de muestra y realizar un barrido inteligente, • Analizar los datos obtenidos. 	-----	El equipo proporciona los resultados con la correspondiente medición.

Fuente: Tapia Fausto, 2018

Realizado por: Marco Alarcón-Jessica Quinzo, 2018

3.6.5. Técnica para validación de colorante en yogurt.

Tabla 5-3: Técnica para la adición de colorante en la elaboración de yogurt.

Principio	Materiales y Equipos	Procedimiento de manejo del Equipo	Fórmulas para cálculos	Especificaciones
El yogurt es un derivado lácteo que se produce a partir de la leche de vaca. Es fermentado por dos tipos de bacterias	<ul style="list-style-type: none"> • Yogurt natural • Yogurt comercial • Extracto de colorante de sangorache • Vasos de precipitación • pH-metro 	<ul style="list-style-type: none"> • Ubicar la muestra que va a servir como testigo o blanco en un vaso de precipitación de 100 mL. • Repartir el yogurt natural en tres vasos de precipitación de 100 mL • Rotular cada vaso de precipitación con la concentración de colorante usado (1m L,0,5m L,0,3 m L) • Medir pH de cada muestra cada semana durante un mes. 	$Re_{COL} = \frac{V_f}{V_i} * 100$	<p>V_f =Volumen final del extracto del colorante después de su uso.</p> <p>V_i=Volumen inicial del extracto del colorante</p>

Fuente: Dra. Gina Álvarez, 2018

Realizado por: Marco Alarcón-Jessica Quinzo, 2018

3.6.6. Técnica para validación de colorante en salchichas tipo viena.

Tabla 6-3: Técnica para la producción de salchichas tipo viena

Principio	Materiales y Equipos	Procedimiento de manejo del Equipo	Fórmulas para cálculos	Especificaciones
Las salchichas estilo viena es un tipo de embutido que lleva carne de res, carne de cerdo, grasa y hielo en su composición.	<ul style="list-style-type: none"> • Carne de res • cerdo, • grasa • hielo • molino para carne • mezclador • colorante de sangorache • hilo • cuchillo • balanza 	<ul style="list-style-type: none"> • Recibo y Selección: se usa carne de res y carne magra de cerdos jóvenes con poco tejido conectivo, las cuales deben estar refrigeradas. • Troceado: las piezas de carnes seleccionadas se cortan en trozos pequeños de aproximadamente 7 x 7 centímetros se lavan con agua limpia y seguidamente se congelan por 24 horas para reducir la contaminación y facilitar la operación de molienda. • Molienda: las carnes y la grasa se muelen, cada una por aparte. Para las carnes se usa un disco de 3 mm y para la grasa el disco de 8 mm. • Picado y Mezclado: esta operaciones se realizan en forma simultánea en un aparato llamado cutter, el cual está provisto de cuchillas finas que pican finamente la carne y producen una mezcla homogénea Al picar y mezclar se debe seguir el siguiente orden de agregación de los ingredientes: • 1. Carne magra de cerdo y res, sal a velocidad lenta hasta obtener una masa gruesa pero homogénea. 	$Re_{COL} = \frac{V_f}{V_i} * 100$	<p>V_f =Volumen final del extracto del colorante después de su uso.</p> <p>V_i=Volumen inicial del extracto del colorante</p>

		<ul style="list-style-type: none"> • 2. Se aumenta la velocidad y se incorpora el hielo; se bate hasta obtener una masa fina y bien ligada. • 3. Se incorpora la lonja o la carne de cerdo grasosa. • 4. Se agregan los condimentos. La temperatura de la pasta no debe exceder de 15 °C. El proceso se suspende cuando la emulsión se muestre homogénea. • Embutido: la masa de carne se traslada a la máquina embutidora y allí se llena en fundas sintéticas de calibre entre 18 y 20 mm. El embutido de las salchichas Viena debe efectuarse bastante suelto, para que la masa tenga espacio suficiente y no se reviente la tripa. • Atado: las salchichas se amarran en cadena, aproximadamente cada 10 centímetros, utilizando hilo de algodón. • Tratamiento térmico: se realiza en 3 fases: <ul style="list-style-type: none"> ○ 1. Calentamiento a 50°C entre 10 y 30 minutos según el calibre. ○ 2. Ahumado a 60-80°C durante 10-30 minutos según el calibre. ○ 3. Pasteurización (escaldado) en agua a 75-82°C por 10 minutos para salchichas delgadas. • Enfriamiento: después de la cocción la temperatura debe bajarse bruscamente mediante una ducha fría o con hielo picado. • Almacenamiento: Las salchichas se cuelgan para que sequen y se almacenan bajo refrigeración 		
--	--	---	--	--

Fuente: Introducción a la Tecnología de Alimentos, (2000).

Realizado por: Marco Alarcón-Jessica Quinzo, (2018)

CAPITULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.-

Tabla 1-4: Secador de Bandejas para Sangorache a 42 °C

TIEMPO (min)	Repetición 1			Repetición 2			Promedio		Sumatoria b1+b2
	Bandeja 1	Bandeja 2	Bandeja 3	Bandeja 1	Bandeja 2	Bandeja 3	Bandeja 1	Bandeja 2	
-	1702	1720	1704	1702	1720	1704	1708,67	1708,67	3417,33
0	1872	1863	1862	1875	1868	1860	1865,67	1867,67	3733,33
30	1863	1856	1844	1864	1855	1844	1854,33	1854,33	3708,67
60	1858	1849	1836	1857	1849	1835	1847,67	1847,00	3694,67
90	1851	1842	1825	1852	1841	1821	1839,33	1838,00	3677,33
120	1844	1835	1814	1843	1834	1813	1831,00	1830,00	3661,00
150	1841	1830	1807	1840	1829	1806	1826,00	1825,00	3651,00
180	1836	1824	1800	1835	1823	1800	1820,00	1819,33	3639,33
210	1829	1817	1793	1830	1818	1794	1813,00	1814,00	3627,00
240	1825	1812	1788	1825	1813	1789	1808,33	1809,00	3617,33
270	1820	1808	1785	1820	1809	1786	1804,33	1805,00	3609,33
300	1815	1802	1781	1816	1803	1782	1799,33	1800,33	3599,67
330	1809	1796	1777	1811	1797	1779	1794,00	1795,67	3589,67
360	1804	1792	1775	1806	1792	1776	1790,33	1791,33	3581,67
390	1800	1788	1774	1800	1788	1773	1787,33	1787,00	3574,33
420	1796	1785	1773	1797	1786	1771	1784,67	1784,67	3569,33
450	1793	1781	1773	1794	1782	1771	1782,33	1782,33	3564,67
480	1786	1780	1773	1786	1777	1771	1779,67	1778,00	3557,67
510	1783	1778	1773	1782	1777	1771	1778,00	1776,67	3554,67
540	1780	1778	1773	1781	1777	1771	1777,00	1776,33	3553,33
600	1780	1778	1773	1781	1777	1771	1777,00	1776,33	3553,33
630	1780	1778	1773	1781	1777	1771	1,78	1776,33	1778,11

Realizado por: Marco Alarcón-Jessica Quinzo, 2018

Tabla 2-4: Datos Experimentales del secado de Sangorache en el Secador de Bandejas

TIEMPO (h)	Humedad Total (kg)	Humedad X en BS (Kg de H2O/Kg ss.)	Humedad promedio	ΔX	$\Delta \theta$	$\Delta X/\Delta \theta$	W (Kg/hm ²)	1/W
0,00	1,865670	0,075						
0,50	1,854300	0,066	0,070	-0,010	0,50	-0,0193	0,205883	4,8571

1,00	1,847760	0,060	0,063	-0,006	0,50	-0,0111	0,118424	8,4443
1,50	1,839330	0,053	0,057	-0,007	0,50	-0,0143	0,152647	6,5511
2,00	1,831000	0,046	0,049	-0,007	0,50	-0,0141	0,150836	6,6297
2,50	1,826000	0,042	0,044	-0,004	0,50	-0,0085	0,090538	11,0451
3,00	1,820000	0,037	0,039	-0,005	0,50	-0,0102	0,108646	9,2042
3,50	1,813000	0,031	0,034	-0,006	0,50	-0,0119	0,126753	7,8894
4,00	1,808330	0,027	0,029	-0,004	0,50	-0,0079	0,084562	11,8256
4,50	1,804330	0,023	0,025	-0,003	0,50	-0,0068	0,072430	13,8064
5,00	1,799330	0,019	0,021	-0,004	0,50	-0,0085	0,090538	11,0451
5,50	1,794000	0,014	0,017	-0,005	0,50	-0,0091	0,096513	10,3613
6,00	1,790330	0,011	0,013	-0,003	0,50	-0,0062	0,066455	15,0478
6,50	1,787330	0,009	0,010	-0,003	0,50	-0,0051	0,054323	18,4085
7,00	1,784670	0,007	0,008	-0,002	0,50	-0,0045	0,048166	20,7615
7,50	1,782330	0,005	0,006	-0,002	0,50	-0,0040	0,042372	23,6006
8,00	1,779670	0,002	0,003	-0,002	0,50	-0,0045	0,048166	20,7615
8,50	1,778000	0,001	0,002	-0,001	0,50	-0,0028	0,030240	33,0691
9,00	1,777000	0,000	0,000	-0,001	0,50	-0,0017	0,018108	55,2255
9,50	1,777000	0,000	0,000	0,000	0,50	0,0000	0,000000	0,0000
10,00	1,777000	0,000	0,000	0,000	0,50	0,0000	0,000000	0

Realizado por: Marco Alarcón-Jessica Quinzo, 2018

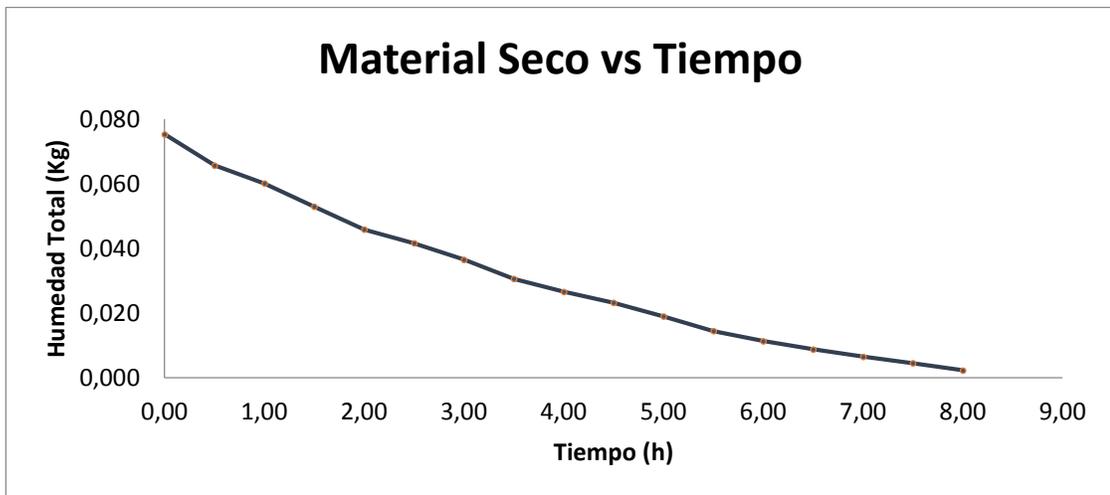


Gráfico 1- 4: Curva de secado sangorache en un secador de Bandejas a 42 °C

Realizado por: Marco Alarcón-Jessica Quinzo, 2018

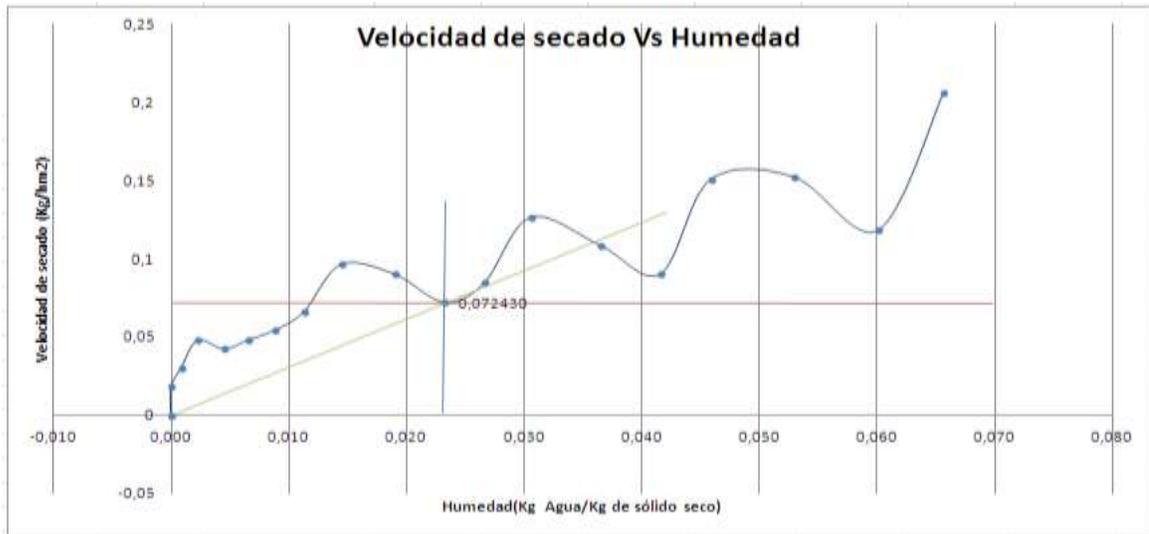


Gráfico 2- 4: Curva de Velocidad de secado de Sangorache en un Secador de Bandejas W vs X

Realizado por: Marco Alarcón-Jessica Quinzo, 2018

Con la materia prima seleccionada y lavada se procede a colocar en las bandejas para su respectivo pesaje y se introduce las mismas en el secador, extrayéndolas cada 30 minutos hasta que el peso sea constante. Este secado se realizó en tres bandejas y se repitió por dos ocasiones a una temperatura de 42°C, ya que según el manual propuesto por la UNESCO se investigó que la temperatura antes mencionada es óptima para este tipo de flores presentando un buen rendimiento y evitando la desnaturalización del compuesto principal, la Betanina, por lo tanto en la tabla 1-4 se puede evidenciar la variación de los pesos de la materia prima en el intervalo antes mencionado. En la tabla 2-4 se usó una cantidad de 963 gramos obteniendo después de 9 horas una muestra con un peso constante de 543 gramos de materia prima deshidratada, con un área de 0,166m² dando un porcentaje de rendimiento de 55,78%. Con los datos experimentales obtenidos se puede trazar la curva de secado expresada en el gráfico 1-4, en donde a medida que avanza el tiempo disminuye el peso de la muestra o empieza a deshidratarse hasta mantenerse constante. Se inicia con un porcentaje de humedad de 44,24% y se finaliza con un 24,67%. La velocidad de secado se calcula por la pérdida de humedad en la unidad de tiempo expresada en el gráfico 2-4, siendo para el secado de bandejas 0,204 Kg/hm². Presentando una humedad crítica de 0,023 y un período antecrítico de 6,3 horas y un período poscrítico de 2,67 horas.

Tabla 3-4: Secado por Liofilización

TIEMPO (min)	Repetición 1		Repetición 2		Promedio		Sumatoria b1+b2
	Bandeja 1	Bandeja 2	Bandeja 1	Bandeja 2	Bandeja 1	Bandeja 2	
-							
0	2025	2174	2005	2184	2099,50	2094,50	4194,00
30	2016	2154	2001	2175	2085,00	2088,00	4173,00
60	2012	2149	1998	2167	2080,50	2082,50	4163,00
90	2007	2145	1995	2160	2076,00	2077,50	4153,50
120	2004	2139	1990	2155	2071,50	2072,50	4144,00
150	2000	2136	1988	2149	2068,00	2068,50	4136,50
180	1997	2129	1984	2146	2063,00	2065,00	4128,00
210	1996	2123	1981	2141	2059,50	2061,00	4120,50
240	1991	2120	1977	2136	2055,50	2056,50	4112,00
270	1987	2119	1974	2132	2053,00	2053,00	4106,00
300	1984	2117	1970	2126	2050,50	2048,00	4098,50
330	1981	2115	1967	2124	2048,00	2045,50	4093,50
360	1979	2114	1963	2120	2046,50	2041,50	4088,00
390	1975	2111	1961	2118	2043,00	2039,50	4082,50
420	1973	2110	1960	2116	2041,50	2038,00	4079,50
450	1971	2110	1957	2114	2040,50	2035,50	4076,00
480	1970	2110	1955	2113	2040,00	2034,00	4074,00
510	1970	2110	1953	2113	2040,00	2033,00	4073,00
540	1970	2110	1950	2113	2040,00	2031,50	4071,50

Realizado por: Marco Alarcón-Jessica Quinzo, 2018

Tabla 4-4: Datos Experimentales del secado de Sangorache en el Liofilizador

TIEMPO	Humedad Total (kg)	Humedad X en BS (Kg de H2O/Kg ss.)	Humedad promedio	ΔX	$\Delta \Theta$	$\Delta X/\Delta \Theta$	W (Kg/hm2)	1/W
0,00	2,0995	0,0292	-	-	-	-	-	
0,50	2,0850	0,0221	0,0256	-0,0071	0,50	0,0142	0,30526	3,276
1,00	2,0805	0,0199	0,0210	-0,0022	0,50	0,0044	0,09474	10,55
1,50	2,0760	0,0176	0,0187	-0,0022	0,50	0,0044	0,09474	10,55
2,00	2,0715	0,0154	0,0165	-0,0022	0,50	0,0044	0,09474	10,55
2,50	2,0680	0,0137	0,0146	-0,0017	0,50	0,0034	0,07368	13,57
3,00	2,0630	0,0113	0,0125	-0,0025	0,50	0,0049	0,10526	9,50
3,50	2,0595	0,0096	0,0104	-0,0017	0,50	0,0034	0,07368	13,57
4,00	2,0555	0,0076	0,0086	-0,0020	0,50	0,0039	0,08421	11,87
4,50	2,0530	0,0064	0,0070	-0,0012	0,50	0,0025	0,05263	19,00
5,00	2,0505	0,0051	0,0058	-0,0012	0,50	0,0025	0,05263	19,00
5,50	2,0480	0,0039	0,0045	-0,0012	0,50	0,0025	0,05263	19,00

6,00	2,0465	0,0032	0,0036	-0,0007	0,50	0,0015	0,03158	31,66
6,50	2,0430	0,0015	0,0023	-0,0017	0,50	0,0034	0,07368	13,57
7,00	2,0415	0,0007	0,0011	-0,0007	0,50	0,0015	0,03158	31,66
7,50	2,0405	0,0002	0,0005	-0,0005	0,50	0,0010	0,02105	47,50

Realizado por: Marco Alarcón-Jessica Quinzo, 2018

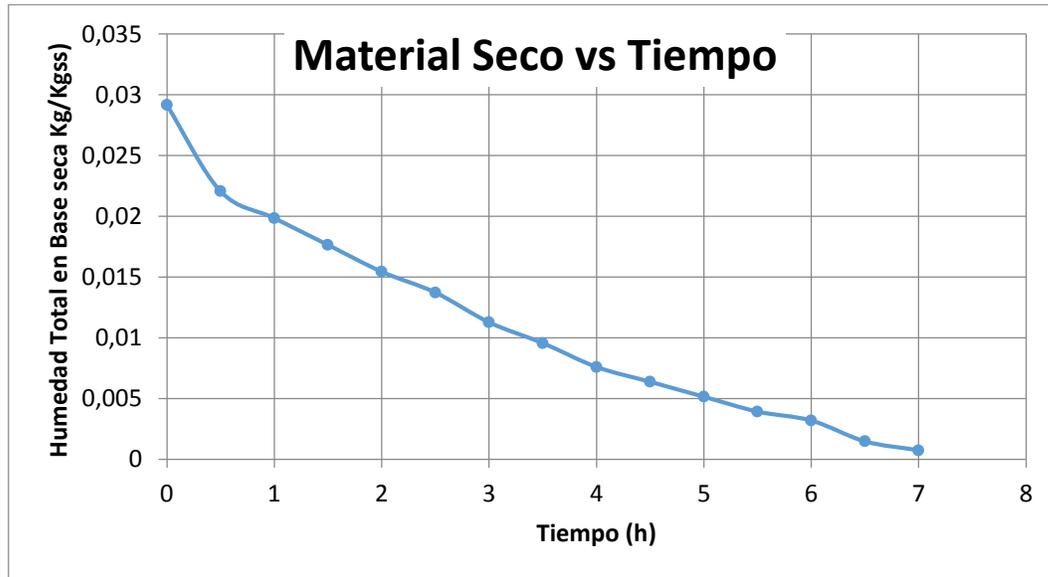


Gráfico 3-4: Curva de secado por Liofilización a 42 °C

Realizado por : Marco Alarcón-Jessica Quinzo, 2018

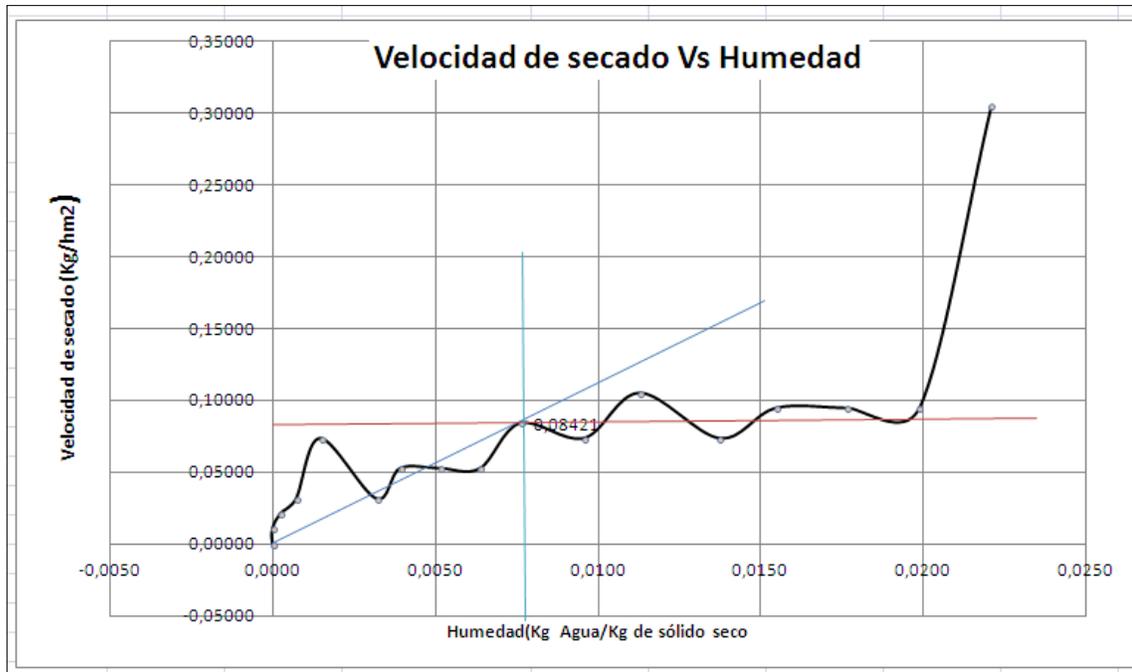


Gráfico 4- 4: Curva de secado de Sangorache en un Secador por Liofilización W vs X

Realizado por: Marco Alarcón-Jessica Quinzo, 2018

Luego de la selección y lavado de materia prima, la misma debe ser congelada por un lapso de 24 horas, seguido del pesaje e iniciando con el proceso de secado, retirando las bandejas para ser pesadas en un intervalo de 30 minutos hasta obtener un peso constante. Se realizó la práctica por dos ocasiones para asegurar así una buena precisión y cálculos en el rendimiento, por lo que en la tabla 4-4 para el secado por liofilización se usó una cantidad de muestra de 290 gramos repartidas en dos bandejas y obteniendo después de 7 horas una muestra con un peso constante de 245 gramos de materia prima deshidratada, obteniendo un rendimiento de 84,67%. Con los datos experimentales se puede trazar la curva de secado, es decir se observa en el gráfico 3-4 que a medida que avanza el tiempo disminuye el peso de la muestra o empieza a deshidratarse hasta mantenerse constante. Se inicia con un porcentaje de humedad de 15,24% y se finaliza con un porcentaje de 13,11%. La velocidad de secado se calcula por la pérdida de humedad en la unidad de tiempo expresada en el gráfico 4-4, siendo para el secado por liofilización $0,31 \text{ Kg/hm}^2$, con una humedad crítica de 0,0064 y un periodo anticrítico de 5.8 horas y un período poscrítico de 1 hora.

Tabla 5-4: Rendimiento de Secado por Bandejas y Liofilización

N°	Tipo de Secado	Rendimiento %	Promedio %
1	Bandejas	54,396	55,78
		57,172	
2	Liofilizador	79,333	84,67
		90,000	

Realizado por: Marco Alarcón-Jessica Quinzo, 2018

Al haber realizado los dos tipos de secado con sus respectivos cálculos se pudo efectuar una comparación reflejada en la tabla 5-4, determinando que en el secado por liofilización se usó una muestra de 290 gramos obteniéndose al cabo de 7 horas a una temperatura de 42°C, un peso constante de 245 gramos reportando un rendimiento de 84,67 % de materia prima deshidratada que comparado con los datos de secado por bandejas con una duración de 9 horas y un rendimiento de 55,78% se pone en manifiesto una diferencia notoria.

Tabla 6-4: Resultados análisis físico

N°	Parámetros	Resultados
1	Color	Conche vino
2	Olor	Característico
3	Aspecto	Libre de material extraño

Realizado por: SAQMIC, 2018

Tabla 7-4: Examen Bromatológico colorante extraído

N°	Parámetros	Unidades	Resultado
1	Proteína	%	11,23
2	Fibra	%	10,53
3	Humedad	%	74,19
4	Ceniza	%	3,17
5	Grasa	%	0,83

Realizado por: SAQMIC, 2018

Tabla 8-4: Análisis Químico y Microbiológico el Colorante.

N°	PARÁMETROS	Unidades	REFERENCIA BETANINA NORMA OFICIAL MEXICANA	RESULTADO
1	Arsénico	mg/Kg	<1	0,0004
2	Plomo	mg/Kg	<10	0,004
3	Mohos y Levaduras	UFC/mL	≤100	40

Realizado por: SAQMIC, 2018

Después de obtenido el colorante por una extracción sólido líquido usando como solvente alcohol potable y separando el pigmento con la ayuda de un rotavapor, se realizó las respectivas pruebas que garanticen la inocuidad y la calidad, por lo que los análisis físicos y bromatológicos con los parámetros que se pueden observar en la tablas 6-4 y 7-4, cumplen con la normativa mexicana. El porcentaje de proteína, fibra, humedad, ceniza y grasa dieron valores de 11.23 %; 10.53%; 74,19%; 3,17 y 0.83% respectivamente. Identificando que la planta tiene un alto valor de proteína y un bajo contenido de grasa evidenciando que en el proceso no se pierden propiedades características de la materia prima. Los resultados del análisis elemental del colorante extraído fueron comparados con la norma OFICIAL MEXICANA NOM-119-SSA1-1994, ya que en el país no existen establecidas normalizaciones para los colorantes. Se puede evidenciar que los parámetros de arsénico con 0.0044 mg/Kg y plomo con 0.4 mg/Kg del colorante de sangorache expresados en la tabla 8-4, y comparados con los parámetros en la normativa se encuentran dentro de lo establecido para la Betanina que es el componente característico de la planta elegida. Además presenta 40 UFC, que es un valor mínimo de Unidades Formadoras de colonias o presencia de microorganismos ya que según la norma el máximo es 100, cabe recalcar que siendo más cuidadosos se podría llegar a disminuir este valor.

Tabla 9-4: Resultados Espectrofotometría

Colorante	Absorbancia	Longitud de Onda nm	
		Referencia NOM-119-SSA1-1994	Resultado nm
Sangorache	5,097	475-625	519

Realizado por: Marco Alarcón-Jessica Quinzo, 2018

La espectrofotometría permite verificar la absorbancia del colorante es decir la concentración, a más que indica la longitud de onda que posee el mismo. Se debe colocar el colorante extraído en la celda del equipo para su análisis, que es expresado en la tabla 9-4 con un valor de absorbancia de 5.097, es decir que el colorante tiene una concentración muy alta, además que presenta una longitud de onda de 519 nm que comparados con la NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-119-SSA1-1994 cumple sin ninguna restricción, tomando en cuenta que para la Betanina permite una longitud de onda de 475-625nm.

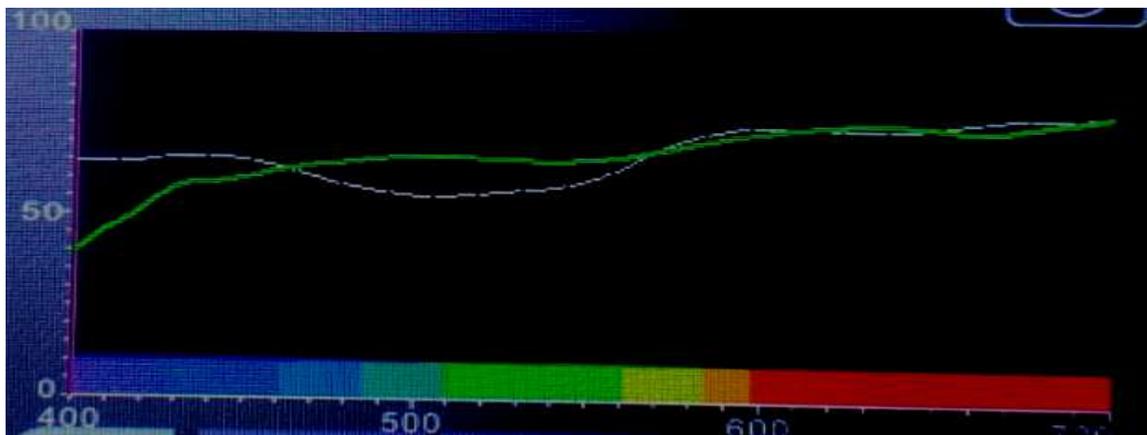


Figura 1- 4: Resultado Calorimetría Iluminante D65

Realizado por: Marco Alarcón-Jessica Quinzo, 2018

Para el análisis de colorimetría se debe impregnar en papel filtro el colorante natural extraído y el colorante artificial usado como blanco, por lo que en la figura 1-4 se puede observar que en el eje “y” existe un 75% de reflectancia es decir se expresa la cantidad proporcional de luz reflejada por una superficie como una función de las longitudes de onda para producir un espectro de reflectancia. En el eje de las abscisas se muestra las distintas longitudes de onda que forman la curva espectral usando iluminante estándar D65. Por tanto se puede verificar que el colorante sintético rojo 40 (línea blanca) y el colorante de sangorache (línea verde) no presenta mayor diferencia llegando a una

longitud de onda igual a la del blanco que se estabiliza en 625 nm que representa el color rojo que puede ser comparable en la normativa mexicana.



Figura 2- 4: Pruebas de concentración de colorante para el yogurt
Realizado por: Marco Alarcón-Jessica Quinzo, 2018

Para identificar la concentración que se debe usar en la producción de yogurt se optó por realizar distintos ensayos en muestras de 100mL, se seleccionaron las concentraciones: 0.3 mL, 0.5 mL y 1mL, se comparó con un yogurt comercial, mismo que fue usado como blanco, la primera concentración fue de 1mL presentando una tonalidad muy rojiza que comparada con la muestra testigo no presentaba parecido, seguido se optó por disminuir la concentración del colorante a 0.5 mL teniendo como resultado una coloración aún rojiza, pero un poco cercana; motivo por el cual se disminuyó la concentración a 0.3 mL dando así la tonalidad esperada. Para efectuar la aceptación del producto se realizó una encuesta a un total de 60 personas expresada en la tabla 10-4, un 76,67% manifestó estar de acuerdo con la C1 (0,3m L) para el color y un 80% para el olor y sabor de la misma concentración.

Tabla 10-4: Resultados encuesta para concentración de yogurt

COLOR				% MB	%B	%M	TOTAL
CONCENTRACIÓN	MB	B	M				
C1	46	6	8	76,67	10,00	13,33	100,00
C2	27	19	14	45,00	31,67	23,33	100,00
C3	24	8	28	40,00	13,33	46,67	100,00

OLOR				% MB	%B	%M	TOTAL
CONCENTRACIÓN	MB	B	M				
C1	48	12	0	80,00	20,00	0,00	100,00
C2	48	12	0	80,00	20,00	0,00	100,00

C3	46	11	3	76,67	18,33	5,00	100,00
-----------	----	----	---	-------	-------	------	--------

SABOR				% MB	%B	%M	TOTAL
CONCENTRACIÓN	MB	B	M				
C1	48	9	3	80,0	15,0	5,0	100,00
C2	38	11	11	63,3	18,3	18,3	100,00
C3	32	16	12	53,3	26,7	20,0	100,00

Realizado por: Marco Alarcón-Jessica Quinzo, 2018

En la tabla 10-4 se analizó los datos de las encuestas realizadas a 60 personas 30 hombres y 30 mujeres quienes eligieron la mejor concentración del yogurt en cuanto a color olor y sabor siendo las opciones 0,3 m L , 0,5 m L Y 1 m L .

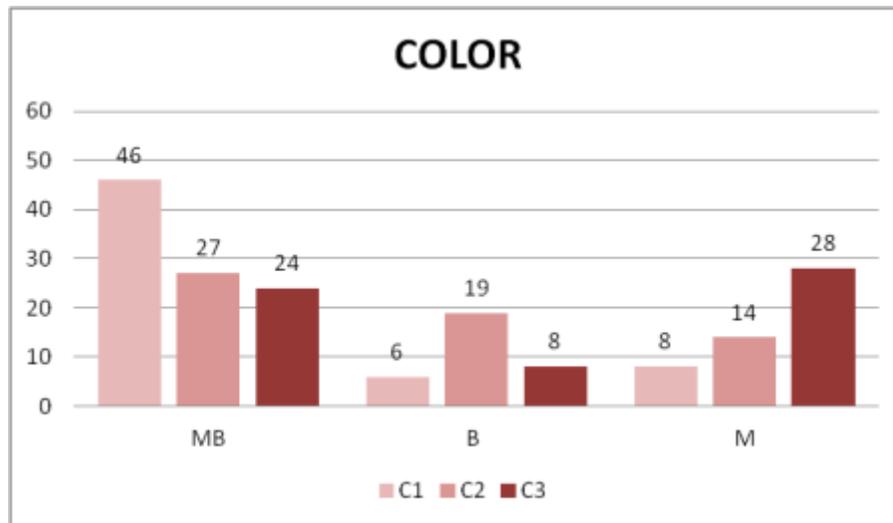


Gráfico 5-4: Resultados encuesta Yogurt-Color

Realizado por: Marco Alarcón-Jessica Quinzo, 2018

En el gráfico 4-5 se puede observar que para la concentración 1 (C1) que equivale a 0,3 mL de 60 encuestados, 46 manifestaron que la tonalidad presentada por la concentración mencionada anteriormente es muy buena e incluyo un total de 28 personas mencionaron que la concentración de 1mL, es mala porque es muy fuerte para su gusto.

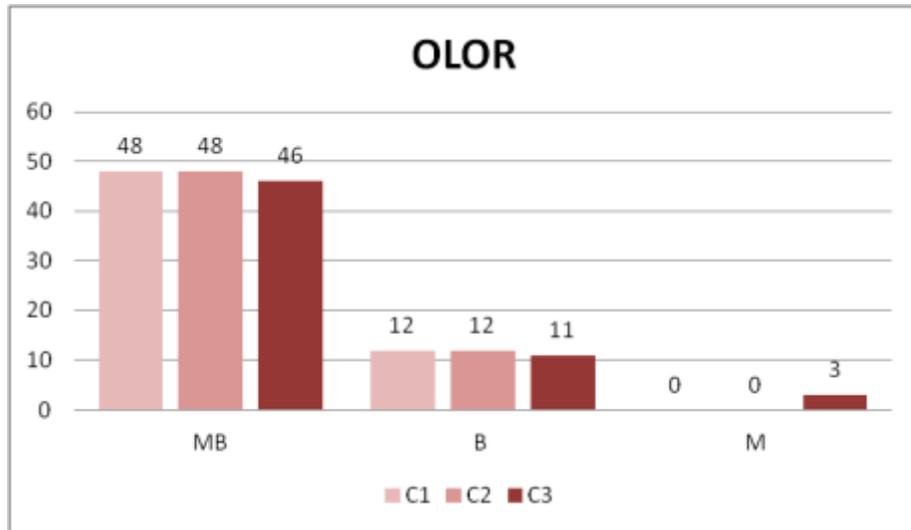


Gráfico 6-4: Resultados encuesta Yogurt-Olor

Realizado por: Marco Alarcón-Jessica Quinzo, 2018

En el gráfico 6-4 se puede observar que para la concentración 1 (C1) que equivale a 0,3 mL de 60 encuestados un aproximado promedio de 47 encuestados no notaron diferencia en el olor contestando que el olor es muy bueno, manifestaron que la tonalidad presentada por las distintas concentraciones no afecta el olor del yogurt, existiendo un promedio de 11 personas de 60 que mencionaron que el olor es bueno.

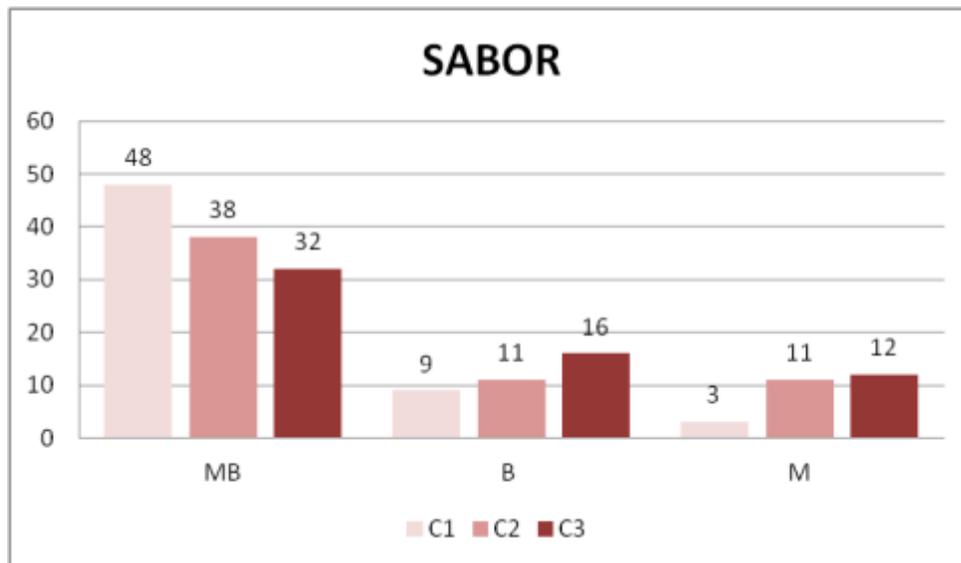


Gráfico 7-4: Resultados encuesta Yogurt-Sabor

Realizado por: Marco Alarcón-Jessica Quinzo, 2018

En el gráfico 7-4 se puede observar que para la concentración 1 (C1) que equivale a 0,3 mL de 60

encuestados 48 encuestados no notaron una alteración en el sabor del yogurt contestando después de la degustación que muy bueno, manifestaron que la tonalidad presentada por las distintas concentraciones no afecta el sabor del mismo, existiendo un promedio de 11 personas de 60 que mencionaron que el sabor es malo ya que por primer vez probaban el yogurt natural.

Tabla 11-4: Resultados de pH muestras de yogurt

Nº	Yogurt (ml)	Concentración Colorante (ml)	pH (19/06/2018)	pH (28/06/2018)	pH (07/07/2018)	pH (14/07/2018)
1	100	0,3	4,39	4,48	4,43	4,45
2	100	0,5	4,40	4,45	4,49	4,50
3	100	1	4,41	4,46	4,67	4,69

Realizado por: Marco Alarcón-Jessica Quinzo, 2018

Después de obtener la concentración adecuada se debió hacer la respectiva prueba de estabilidad, para verificar que el colorante no interviene en la consistencia, sabor y demás del yogurt. Según la normativa NTE INEN 2564 para bebidas fermentadas el pH para el yogurt se debe mantener entre 4-4.5. En este rango se considera que el producto no sufre ninguna alteración en cuanto se refiere a sabor y textura. En la tabla 7 se puede observar de forma clara que el pH varía muy poco de semana a semana en las distintas muestras a distintas concentraciones, el yogurt elegido fue de 0.3 ml ya que presenta buena estabilidad manteniendo el pH dentro del rango establecido por la normativa ecuatoriana de 4,39 - 4.45.



Figura 3- 4: Salchichas tipo Viena con colorante de Sangorache
Realizado por: Marco Alarcón-Jessica Quinzo, 2018

Las salchichas tipo Viena que se elaboraron en el laboratorio de Ciencias Pecuarias, presentaron una buena estabilidad, ya que durante los 15 días que tienen de vida útil (sin conservantes) no se identificó cambio alguno en color, olor y sabor. Cabe recalcar que con los antecedentes de concentración del colorante orgánico, en la elaboración de este producto alimenticio se usó la misma cantidad de colorante artificial empleado normalmente que fue de 5mL para elaborar 10 Kg de producto sin presentar cambios en la tonalidad.

4.1. Pruebas de hipótesis

4.1.1. Hipótesis 1:

*La operación de secado por liofilización presenta un buen rendimiento para extraer el colorante de la flor de sangorache (*Amaranthus quitensis*) en la elaboración de yogurt y salchichas.*

Después de realizar dos tipos de secado y comparándolos con el rendimiento obtenido se define que el secado por liofilización es el más apto con 87,76% versus un 55,78 % del secado por bandejas en el parámetro antes mencionado, pudiendo extraer el colorante de sangorache (*Amaranthus quitensis*).

4.1.2. Hipótesis 2:

La materia prima empleada es caracterizada adecuadamente según pruebas organolépticas y fisicoquímicas.

La materia prima que se empleó debe tener algunas especificaciones como una madurez adecuada, presentar un color característico (conche vino) a más de encontrarse libre de material extraño. Cumplir con los parámetros establecidos en tablas 6-4,7-4 y 8-4 respectivamente.

4.1.3. Hipótesis 3:

El colorante extraído presenta estabilidad y es factible identificar las variables presentes durante el proceso de fabricación de los productos destinados a este fin.

El colorante que se obtuvo de las flores de *Amaranthus quitensis* además de cumplir con la normativa oficial mexicana usada como comparación presenta una buena estabilidad en los productos empleados y expresado en las tabla 11-4 y en la figura 3-4.

4.1.4. Hipótesis 4:

*Es posible diseñar un proceso a escala laboratorio para la obtención de un colorante natural de *Amaranthus quitensis* (sangorache) para su uso en la elaboración de yogurt y salchichas.*

El proceso a escala laboratorio para la obtención de colorante de sangorache (*Amaranthus Quitensis*) se puede diseñar sin ningún inconveniente. Se debe recordar que la materia prima debe estar en un punto de madurez adecuada seguido de un secado por liofilización, posteriormente usar un rotavapor y usar el concentrado en la preparación de productos como yogurt y salchichas.

4.1.5. Hipótesis 5:

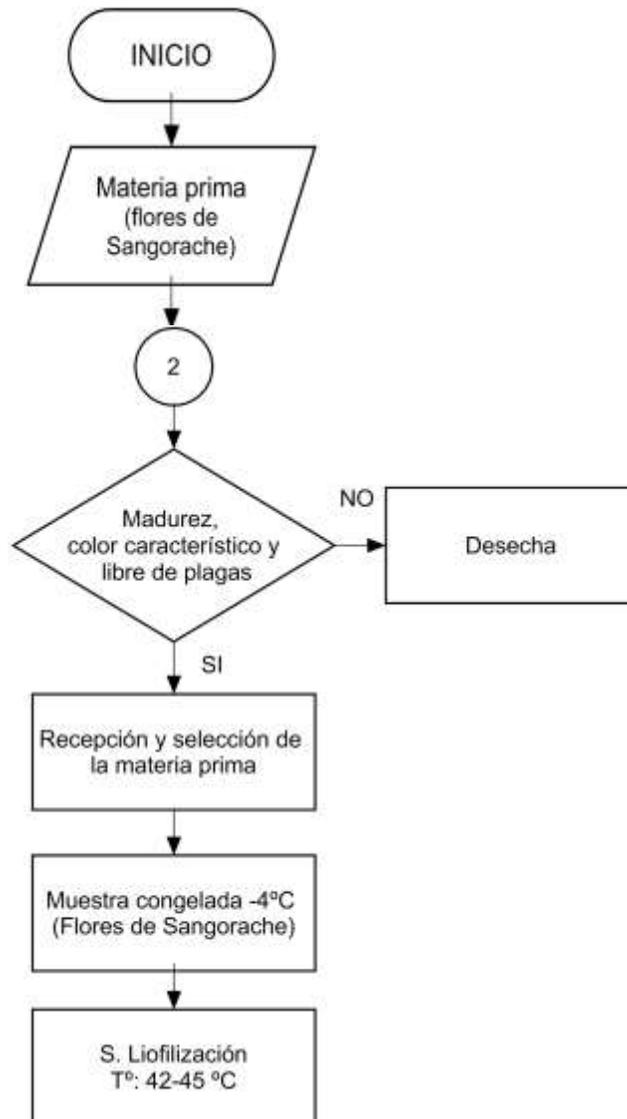
*El diseño del proceso para la producción de salchichas y yogurt usando colorante de origen natural de la flor de sangorache (*Amaranthus quitensis*) es validado para el consumo humano.*

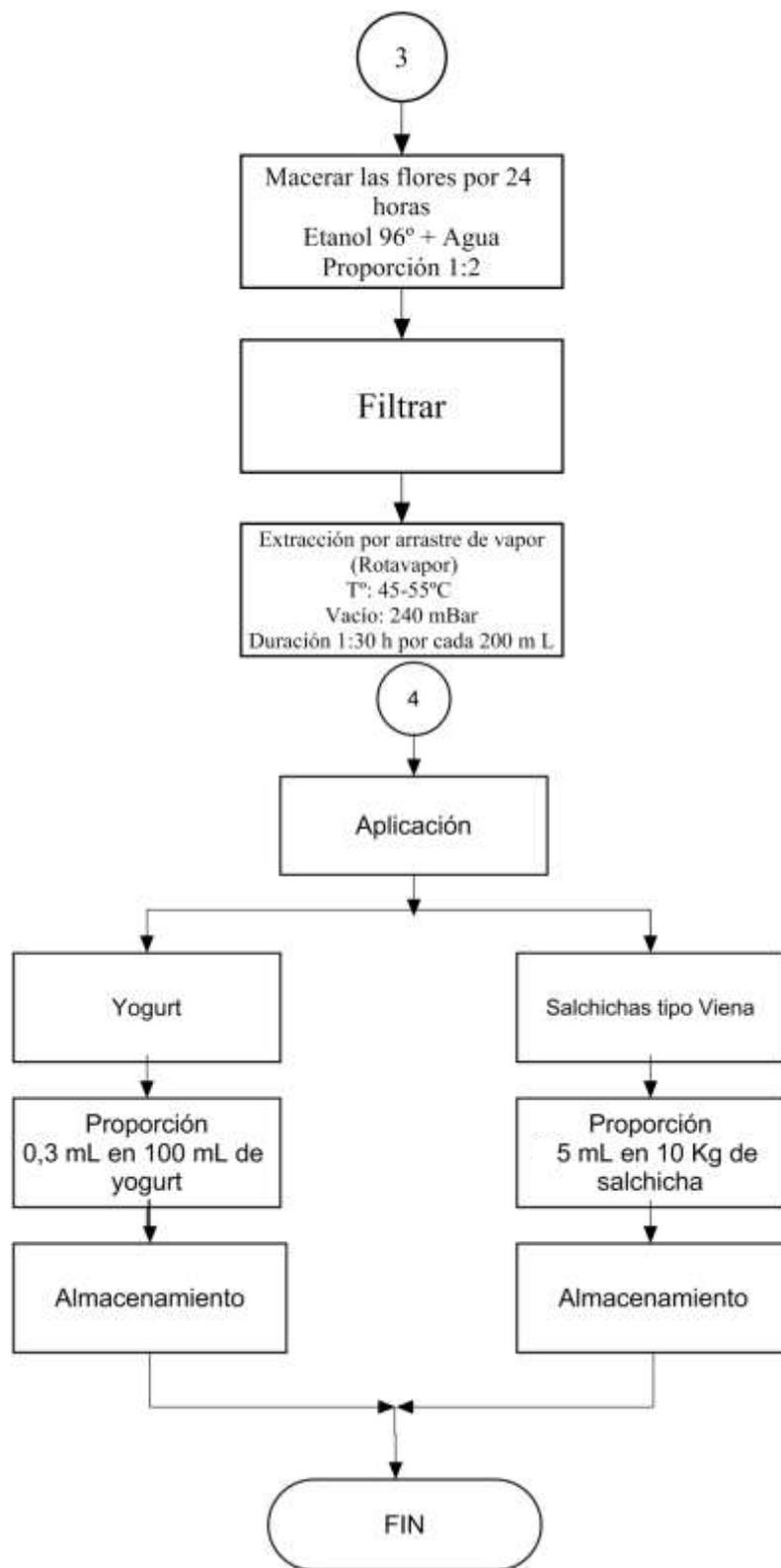
Se realizó distintas pruebas para validar el proceso en la producción de salchichas y yogurt usando el colorante obtenido reflejado en la tabla 11-4 y en la figura 3-4. El colorante cumple con los parámetros establecidos. Además los productos obtenidos presentan una buena estabilidad puesto que el pH no se ve alterado por el uso del colorante.

CAPÍTULO V

5. IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO

Se propone el siguiente proceso para la extracción del colorante a partir de las flores de sangorache (*Amaranthus quitensis*) con un rendimiento de 84,67% en el secado por liofilización.





- **Selección de la materia prima.-**

Se procede a conseguir la materia prima que son las flores de la planta que deben presentar un punto de madurez adecuado, estar frescas y limpias; es decir sin la presencia de plagas.

- **Secado por Liofilización.-**

Antes de proceder con el secado por liofilización, hay que congelar las flores a -4°C. Se debe manejar temperaturas de entre 42-45°C para obtener un buen rendimiento.

- **Extracción por arrastre de vapor.-**

El equipo que se usa para extraer el colorante se denomina Rotavapor. Se usa 60 gramos secos de las flores con una mezcla de etanol a 90° y agua como solvente que deben ser maceradas durante 24 horas para proceder con la extracción. Se obtiene 200 mL luego de la filtración. En el balón del rotavapor se debe colocar la mezcla filtrada que ya presenta el color característico (conche vino). Se enciende y se da los parámetros de temperatura de 55°C, un rpm de 10 y un vacío de 240 mbar. Por cada 200 m L de compuesto a destilar se obtiene 15 m L de colorante luego de una hora y media.

- **Aplicación.-**

En 100 mL de yogurt se debe usar 0.3 m L de colorante y para producir 10Kg de salchicha tipo viena se debe emplear 5 mL de colorante natural.

5.1. Costos de Implementación de la propuesta

Tabla 1-5: Recursos Humanos

N°	Trabajadores	Horas	Costo por hora \$	Costo Total\$
1	1	9	2,35	21,15

Realizado por: Marco Alarcón-Jessica Quinzo, 2018

Tabla 2-5: Recursos Materiales

Secado por Liofilización						
Materia prima (g)	Cantidad a secar (g)	Producto seco (g)	Rendimiento secado %	Costo por Kilogramo (\$)	Repeticiones	Costo total (\$)
SL 300	290	245	84.67	2	2	4

Insumos			
Insumo	Cantidad L	Costo por L (\$)	Costo total (\$)
Alcohol Potable	2	4	8

Agua Destilada	4	0,50	2
Costos de Laboratorio			
Análisis de laboratorio		Numero	C/U (\$)
Sólidos Totales		1	4
Arsénico		1	6
Plomo		1	6
Zinc		1	6
Mohos y levaduras		1	12
Análisis de espectrofotometría		1	20
Total			54

Realizado por: Marco Alarcón-Jessica Quinzo, 2018

Tabla 3-5: Costo total para la producción de Colorante Natural a base de Sangorache.

Nº	Recursos	Costo \$
1	Humanos	21,15
2	Materiales	
	Secado	4
	Insumos	10
	Laboratorio	54
Subtotal		89,15
Imprevistos (10%)		8,92
Total		98,07

Realizado por: Marco Alarcón-Jessica Quinzo, 2018

El costo total para la producción de un mL de colorante es de \$ 1,24 ya que se debe gastar en materia prima, en insumos como alcohol potable, agua destilada. Los análisis de laboratorio son necesarios dependiendo de la cantidad producida si se produce más de un litro ese costo no varía ya que se debe realizar una vez para verificar los parámetros.

CAPITULO VI

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones.-

- El método más adecuado para la extracción del colorante de la flor de sangorache (*Amaranthus quitensis*), es el secado por liofilización a una temperatura de 42°C con un rendimiento de 84,67%, y la extracción sólido-líquido del pigmento con alcohol potable como solvente.
- Las variables que intervienen en la transformación de la materia prima son la temperatura de secado 42°C, velocidad de secado 0,31 Kg/hm², temperatura de extracción 45 – 55°C, presión de vacío 240 mbar, así como pH 4-4,5.
- Se caracterizó el colorante realizando análisis físico, bromatológico y microbiológico expresados en las tablas 6-4, 7-4, y 8-4.
- El colorante natural extraído se debe usar en una proporción de 0.3 mL por cada 100 mL de yogurt según NTE INEN 2564.
- Para las salchichas tipo Viena la dosificación está establecida en la norma NTE INEN 1339 para productor cárnicos (embutidos) se debe emplear 0,5 m L/kg de colorante.
- El diseño del proceso a escala laboratorio se realizó con la ayuda de todas las pruebas y ensayos, siendo el mismo detallado en el capítulo V.

6.2. Recomendaciones.-

- Tener en cuenta las otras partes de la planta de Sangorache, ya que también tienen coloración como los tallos y peciolo de las hojas, verificando así si son viables para la obtención de colorantes, y así se evite el desperdicio y haya una mejor utilización.
- Durante el secado se debe tener en cuenta la materia prima y además recordar congelar la muestra con anticipación para que no haya inconvenientes. Los intervalos de tiempo pueden ser de 1 hora ya que por motivos de investigación se hizo en tiempos de 30 minutos.
- En la extracción por arrastre de vapor la temperatura que se debe manejar es de 45°C a 55°C para obtener el mejor rendimiento del colorante.
- Emplear el colorante extraído en la producción de otros alimentos para incrementar el uso del mismo y de ésta forma incentivar a que la alimentación sea más sana.

BIBLIOGRAFÍA

- **BADUI.** Química de los Alimentos. Editorial Alambra. México. 1999. 648 p
- **Brito, Hannibal.** *Texto Básico de Operaciones Unitarias III.* Riobamba : s.n., 2001. Vol. III.
- **Devia, Jorge.** Planta piloto para obtener colorante de la semilla del Achiote (*Bixa orellana*). (2003) [online] [Consulta: 7 Jul. 2018]. Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/215/21513102.pdf>.
- **Equipo de editores de Elergonomista** Colorantes. (2005). [online] [Consulta: 7/08/ 2018]. Disponible en: <http://www.elergonomista.com/saludpublica/color.htm>.
- **Equipo de editores de Horabuena.** Caramelos. Propiedades caramelos. [Consulta: 7/08/ 2018] Disponible en: <http://horabuena.blogspot.com/2011/11/caramelos-propiedades-caramelos.html>.
- **Equipo de editores de Universia.** El origen de los caramelos: Golosinas con historia. [online] [Consulta: 7/08/ 2018]. Disponible en: <http://funversion.universia.es/curiosidades/sorprendente/caramelos.jsp>.
- **European Food information Council.** Aditivos alimentarios. (2006). [online] [Consulta: 7/08/ 2018] Disponible en: <http://www.eufic.org/article/es/seguridad-alimentaria-calidad/aditivos-alimenticios/expid/basics-aditivos-alimentarios/>.
- **Treybal E, Robert.** Operaciones de transferencia de masa. (2018). SERBIULA (sistema Librum 2.0)
- **FOOD AND DRUG ADMINISTRATION.** Color Certification Reports. 2011
- **FOOD AND DRUG ADMINISTRATION.** Listing of color additives subject to certification. 2011.

- **Gómez, E.** COLORANTES NATURALES, TENDENCIAS EN ALIMENTACIÓN Y CONSUMO. (2017) [online] [Consulta: 5 Jul. 2018]. Recuperado de: <http://www.ainia.es/tecnoalimentalia/consumidor/colorantes-naturales-tendencias-en-alimentacion-y-otros-productos-de-consumo/>
- **Guevara, A.** Obtención de Fresa (*Fragaria Chiloensis*) Deshidratada Por Atomización Y Liofilización. [En línea]. (Tesis) (pregrado) Universidad Nacional Agraria La Molina – Lima_Perú. (1998) [Acceso 5 May. 2018] Recuperado de: <http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/quim/article/viewFile/4519/3603>
- **Giusti, Mónica et al.** (2001). Characterization and Measurement of anthocyanins by UV- Visible Spectroscopy.
- **Hilpert, H.** Betalains _ The Colors of Succulents. (2007). [online] [Acceso 5 May. 2018] Disponible en: <http://www.nshtvn.org/ebook/molbio/Current%20Protocols/CPFAC/faf0102.pdf>.
- **Ibañez F., Torre P. y Irigoyen A.** (2003). Aditivos Alimentarios.
- *Introducción a la Tecnología de Alimentos.* Academia del Área de Plantas Piloto de alimentos. 2000. Ed.Limusa, México, D.F 160 p.
- **Martínez, M.** Estudio Comparativo en el uso de colorantes naturales y sintéticos en alimentos, desde el punto de vista funcional y toxicológico. (2008). [En línea]. (Tesis) Universidad de Valdivia-Chile.
- **Montoya, F.** Manual para Preparar Productos Cárnicos Ahumados en Forma Artesanal. Red de Agroindustria Rural de Venezuela, Universidad Nacional Experimental del Táchira, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Caracas, 1997. 71 p.
- **NOM-119-SSA1-1994,** Bienes y Servicios. Materias primas para alimentos, productos de perfumería y belleza. Colorantes orgánicos naturales. Especificaciones sanitarias.
- **NTE INEN 1443:2013:** Reactivos para análisis. Determinación de arsénico

- **NTE INEN 1529-10:** Control Microbiológico de los Alimentos. Mohos y levaduras viables. Recuento en placa por siembra en profundidad.
- **NTE INEN 2564:** Bebidas lácteas. Requisitos
- **NTE INEN-ISO 6633:2013:** Frutas, vegetales y productos derivados – Determinación del contenido de plomo – Método de espectrometría de absorción atómica sin llama (idt).
- **Nuñez, E.** EXTRACCIONES CON EQUIPO SOXHLET (2008) [online] [Acceso: 5 Jul. 2018]. Recuperado de: <http://www.cenunez.com.ar/archivos/39-extraccinconequipo-soxhlet.pdf>
- **Paulina, Abrajan & Verónica, Carrera & Sonia, Vallejo & César, Puente & Linda, Flores & Diego, Núñez & Brito, Hannibal.** (2016). DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN LIOFILIZADOR PARA EL SECADO DE LA REMOLACHA AZUCARERA (Beta vulgaris var. saccharifera).
- **Peralta, E.** EL ATACO, SANGORACHE O AMARANTO NEGRO EN EL ECUADOR. (2017) [online] [Acceso: 5 Jul. 2018]. Recuperado de: <http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/EL%20ATACO%20O%20SANGORACHE.pdf>
- Caracterización de las propiedades ópticas de Betacianinas y Betaxantinas por espectroscopía Uv-Vis y barrido en Z. Revista Scielo. 2016 [online] [Acceso: 5 May. 2018]. Recuperado de: <http://www.scielo.org.mx/pdf/sv/v24n4/v24n4a2.pdf>.
- **Sánchez, J.** LA QUIMICA DEL COLOR EN LOS ALIMENTOS. . (2013) [online] [Acceso: 5 Jul. 2018]. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/863/86329278005.pdf>
- **Secretaría Nacional de Desarrollo (Senplades).** Plan Nacional de Desarrollo Toda una Vida 2017-2021. (2017) [online] [Acceso: 5 May. 2018]. Recuperado de: http://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/10/PNBV-26-OCT-FINAL_OK.compressed1.pdf
- **Sturzoiu, Aura & M, Stroescu & Stoica, Anicuta & Dobre, Tănase.** Betanine extraction from

Beta vulgaris – (2018). Experimental research and statistical modeling. UPB Scientific Bulletin, Series B: Chemistry and Materials Science. 73

- **Tacon, A.** Manual de técnicas de laboratorio para alimentos. (1993)[online]. [Consulta: 5 Jul. 2018]. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/a-t0451s.pdf>

ANEXO A

A



B



NOTAS	<p align="center">CATEGORÍA DEL DIAGRAMA</p> <table border="1"> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>CERTIFICADO</td> </tr> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>APROBADO</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>POR APROBAR</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>POR CALIFICAR</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>POR VERIFICAR</td> </tr> </table>	<input type="checkbox"/>	CERTIFICADO	<input checked="" type="checkbox"/>	APROBADO	<input type="checkbox"/>	POR APROBAR	<input type="checkbox"/>	POR CALIFICAR	<input type="checkbox"/>	POR VERIFICAR	<p align="center">ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p> <p align="center">REALIZADO POR:</p> <p>MARCO VINICIO ALARCÓN LAYEDRA JESSICA IVETTE QUINZO GUEVARA</p>	<p align="center">SECADO POR BANDEJAS DE LA FLOR SE SANGORACHE (<i>Amaranthus Quitensis</i>)</p>		
<input type="checkbox"/>		CERTIFICADO													
<input checked="" type="checkbox"/>	APROBADO														
<input type="checkbox"/>	POR APROBAR														
<input type="checkbox"/>	POR CALIFICAR														
<input type="checkbox"/>	POR VERIFICAR														
<p>a) Secador de Bandejas tipo armario</p> <p>b) Pesaje de las flores de Sangorache</p>	<table border="1"> <tr> <td>ESCALA</td> <td>FECHA</td> <td>LÁMINA</td> </tr> <tr> <td>1:1</td> <td>16-07-2018</td> <td>1</td> </tr> </table>	ESCALA	FECHA	LÁMINA	1:1	16-07-2018	1								
ESCALA	FECHA	LÁMINA													
1:1	16-07-2018	1													

C



D



NOTAS	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA	SECADO POR BANDEJAS DE LA FLOR SE SANGORACHE (<i>Amaranthus Quitensis</i>)												
c) Pesaje de Bandeja Vacía del Secador tipo Armario d) Ubicación de las Bandejas con la muestra en el Equipo	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30px; height: 20px;"></td> <td>CERTIFICADO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">X</td> <td>APROBADO</td> </tr> <tr> <td style="width: 30px; height: 20px;"></td> <td>POR APROBAR</td> </tr> <tr> <td style="width: 30px; height: 20px;"></td> <td>POR CALIFICAR</td> </tr> <tr> <td style="width: 30px; height: 20px;"></td> <td>POR VERIFICAR</td> </tr> </table>		CERTIFICADO	X	APROBADO		POR APROBAR		POR CALIFICAR		POR VERIFICAR	REALIZADO POR: MARCO VINICIO ALARCÓN LAYEDRA JESSICA IVETTE QUINZO GUEVARA	ESCALA	FECHA	LÁMINA
			CERTIFICADO												
X	APROBADO														
	POR APROBAR														
	POR CALIFICAR														
	POR VERIFICAR														
1:1	16-07-2018	2													

E



F



NOTAS	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO	SECADO POR BANDEJAS DE LA FLOR SE SANGORACHE (<i>Amaranthus Quitensis</i>)												
e) Muestra seca f) Muestra final con peso constante	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 30px; height: 20px;"></td><td style="padding-left: 5px;">CERTIFICADO</td></tr> <tr><td style="width: 30px; height: 20px; text-align: center;">X</td><td style="padding-left: 5px;">APROBADO</td></tr> <tr><td style="width: 30px; height: 20px;"></td><td style="padding-left: 5px;">POR APROBAR</td></tr> <tr><td style="width: 30px; height: 20px;"></td><td style="padding-left: 5px;">POR CALIFICAR</td></tr> <tr><td style="width: 30px; height: 20px;"></td><td style="padding-left: 5px;">POR VERIFICAR</td></tr> </table>					CERTIFICADO	X	APROBADO		POR APROBAR		POR CALIFICAR		POR VERIFICAR	ESCUELA DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA
	CERTIFICADO														
X	APROBADO														
	POR APROBAR														
	POR CALIFICAR														
	POR VERIFICAR														
REALIZADO POR: MARCO VINICIO ALARCÓN LAYEDRA JESSICA IVETTE QUINZO GUEVARA	1:1	16-07-2018	3												

ANEXO B

A



B



NOTAS	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA	SECADO POR LIOFILIZACIÓN DE LA FLOR SE SANGORACHE (<i>Amaranthus Quitensis</i>)												
a) Liofilizador b) Pesaje de la bandeja vacía	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 30px; height: 20px;"></td> <td>CERTIFICADO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">X</td> <td>APROBADO</td> </tr> <tr> <td style="width: 30px; height: 20px;"></td> <td>POR APROBAR</td> </tr> <tr> <td style="width: 30px; height: 20px;"></td> <td>POR CALIFICAR</td> </tr> <tr> <td style="width: 30px; height: 20px;"></td> <td>POR VERIFICAR</td> </tr> </table>		CERTIFICADO	X	APROBADO		POR APROBAR		POR CALIFICAR		POR VERIFICAR	REALIZADO POR: MARCO VINICIO ALARCÓN LAYEDRA JESSICA IVETTE QUINZO GUEVARA	ESCALA	FECHA	LÁMINA
			CERTIFICADO												
X	APROBADO														
	POR APROBAR														
	POR CALIFICAR														
	POR VERIFICAR														
1:1	18-07-2018	1													

C



D



NOTAS	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA <table border="1"><tr><td><input type="checkbox"/></td><td>CERTIFICADO</td></tr><tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>APROBADO</td></tr><tr><td><input type="checkbox"/></td><td>POR APROBAR</td></tr><tr><td><input type="checkbox"/></td><td>POR CALIFICAR</td></tr><tr><td><input type="checkbox"/></td><td>POR VERIFICAR</td></tr></table>	<input type="checkbox"/>	CERTIFICADO	<input checked="" type="checkbox"/>	APROBADO	<input type="checkbox"/>	POR APROBAR	<input type="checkbox"/>	POR CALIFICAR	<input type="checkbox"/>	POR VERIFICAR	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA REALIZADO POR: MARCO VINICIO ALARCÓN LAYEDRA JESSICA IVETTE QUINZO GUEVARA	SECADO POR LIOFILIZACIÓN DE LA FLOR SE SANGORACHE (<i>Amaranthus Quitensis</i>)		
<input type="checkbox"/>		CERTIFICADO													
<input checked="" type="checkbox"/>	APROBADO														
<input type="checkbox"/>	POR APROBAR														
<input type="checkbox"/>	POR CALIFICAR														
<input type="checkbox"/>	POR VERIFICAR														
c) Pesaje muestra congelada d) Ubicación de la muestra en el equipo	<table border="1"><tr><td>ESCALA</td><td>FECHA</td><td>LÁMINA</td></tr><tr><td>1:1</td><td>18-07-2018</td><td>2</td></tr></table>	ESCALA	FECHA	LÁMINA	1:1	18-07-2018	2								
ESCALA	FECHA	LÁMINA													
1:1	18-07-2018	2													

E



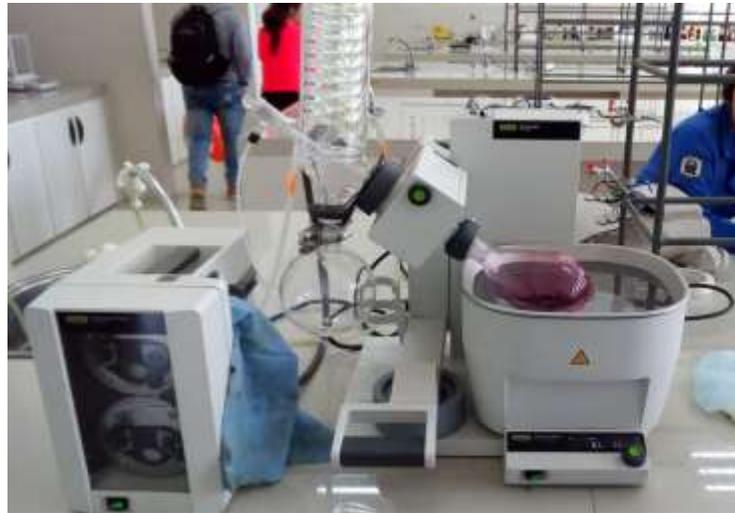
F



NOTAS	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO	SECADO POR LIOFILIZACIÓN DE LA FLOR SE SANGORACHE (<i>Amaranthus Quitensis</i>)												
e) Pesaje de muestra 30 minutos de intervalo f) Muestra final peso constante	<table border="1"><tr><td data-bbox="707 1174 808 1209"><input type="checkbox"/></td><td data-bbox="808 1174 1081 1209">CERTIFICADO</td></tr><tr><td data-bbox="707 1209 808 1244"><input checked="" type="checkbox"/></td><td data-bbox="808 1209 1081 1244">APROBADO</td></tr><tr><td data-bbox="707 1244 808 1279"><input type="checkbox"/></td><td data-bbox="808 1244 1081 1279">POR APROBAR</td></tr><tr><td data-bbox="707 1279 808 1315"><input type="checkbox"/></td><td data-bbox="808 1279 1081 1315">POR CALIFICAR</td></tr><tr><td data-bbox="707 1315 808 1350"><input type="checkbox"/></td><td data-bbox="808 1315 1081 1350">POR VERIFICAR</td></tr></table>	<input type="checkbox"/>	CERTIFICADO	<input checked="" type="checkbox"/>	APROBADO	<input type="checkbox"/>	POR APROBAR	<input type="checkbox"/>	POR CALIFICAR	<input type="checkbox"/>	POR VERIFICAR	ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA REALIZADO POR: MARCO VINICIO ALARCÓN LAYEDRA JESSICA IVETTE QUINZO GUEVARA	ESCALA	FECHA	LÁMINA
		<input type="checkbox"/>	CERTIFICADO												
<input checked="" type="checkbox"/>	APROBADO														
<input type="checkbox"/>	POR APROBAR														
<input type="checkbox"/>	POR CALIFICAR														
<input type="checkbox"/>	POR VERIFICAR														
1:1	18-07-2018	3													

ANEXO C

A



B



NOTAS	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA REALIZADO POR:	EXTRACCIÓN POR ARRASTRE DE VAPOR DEL COLORANTE DE SANGORACHE (<i>Amaranthus Quitensis</i>)												
a) Extracción por arrastre de vapor (Rotavapor) 42°C b) Colorante obtenido	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30px; height: 20px;"></td> <td>CERTIFICADO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">X</td> <td>APROBADO</td> </tr> <tr> <td style="width: 30px; height: 20px;"></td> <td>POR APROBAR</td> </tr> <tr> <td style="width: 30px; height: 20px;"></td> <td>POR CALIFICAR</td> </tr> <tr> <td style="width: 30px; height: 20px;"></td> <td>POR VERIFICAR</td> </tr> </table>		CERTIFICADO	X	APROBADO		POR APROBAR		POR CALIFICAR		POR VERIFICAR	MARCO VINICIO ALARCÓN LAYEDRA JESSICA IVETTE QUINZO GUEVARA	ESCALA	FECHA	LÁMINA
			CERTIFICADO												
X	APROBADO														
	POR APROBAR														
	POR CALIFICAR														
	POR VERIFICAR														
1:1	18-07-2018	1													

ANEXO D

A



B



NOTAS	<p align="center">CATEGORÍA DEL DIAGRAMA</p> <table border="1"> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>CERTIFICADO</td> </tr> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>APROBADO</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>POR APROBAR</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>POR CALIFICAR</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>POR VERIFICAR</td> </tr> </table>	<input type="checkbox"/>	CERTIFICADO	<input checked="" type="checkbox"/>	APROBADO	<input type="checkbox"/>	POR APROBAR	<input type="checkbox"/>	POR CALIFICAR	<input type="checkbox"/>	POR VERIFICAR	<p align="center">ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p> <p align="center">REALIZADO POR:</p> <p>MARCO VINICIO ALARCÓN LAYEDRA JESSICA IVETTE QUINZO GUEVARA</p>	<p align="center">Colorimetría del colorante de Sangorache <i>(Amaranthus Quitensis)</i>.</p>		
<input type="checkbox"/>		CERTIFICADO													
<input checked="" type="checkbox"/>	APROBADO														
<input type="checkbox"/>	POR APROBAR														
<input type="checkbox"/>	POR CALIFICAR														
<input type="checkbox"/>	POR VERIFICAR														
<p>a) Colorimetría</p> <p>b) Patrones para usar el equipo de colorimetría colorante natural obtenido y un comercial</p>	<table border="1"> <tr> <td>ESCALA</td> <td>FECHA</td> <td>LÁMINA</td> </tr> <tr> <td align="center">1:1</td> <td align="center">05-11-2018</td> <td align="center">1</td> </tr> </table>	ESCALA	FECHA	LÁMINA	1:1	05-11-2018	1								
ESCALA	FECHA	LÁMINA													
1:1	05-11-2018	1													

ANEXO E

A



B



NOTAS	<p align="center">CATEGORÍA DEL DIAGRAMA</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 30px; height: 20px;"></td> <td>CERTIFICADO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">x</td> <td>APROBADO</td> </tr> <tr> <td style="width: 30px; height: 20px;"></td> <td>POR APROBAR</td> </tr> <tr> <td style="width: 30px; height: 20px;"></td> <td>POR CALIFICAR</td> </tr> <tr> <td style="width: 30px; height: 20px;"></td> <td>POR VERIFICAR</td> </tr> </table>		CERTIFICADO	x	APROBADO		POR APROBAR		POR CALIFICAR		POR VERIFICAR	<p align="center">ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p> <p align="center">REALIZADO POR:</p> <p>MARCO VINICIO ALARCÓN LAYEDRA JESSICA IVETTE QUINZO GUEVARA</p>	<p align="center">Pruebas de concentración del colorante de Sangorache (<i>Amaranthus Quitensis</i>) para yogurt.</p>		
		CERTIFICADO													
x	APROBADO														
	POR APROBAR														
	POR CALIFICAR														
	POR VERIFICAR														
<p>c) Pruebas de concentración del colorante para 100 mL de yogurt.</p> <p>d) Resultado final a 0.3 mL, 0.5 mL, 1 mL</p>	<p align="center">ESCALA</p> <p align="center">1:1</p>	<p align="center">FECHA</p> <p align="center">18-07-2018</p>	<p align="center">LÁMINA</p> <p align="center">1</p>												

ANEXO F

A



B



NOTAS

- a) Producción de Salchichas Tipo Viena con colorante de Sangorache
- b) Resultado final con 5 mL de colorante para una producción de 10Kg.

CATEGORÍA DEL DIAGRAMA

<input type="checkbox"/>	CERTIFICADO
<input checked="" type="checkbox"/>	APROBADO
<input type="checkbox"/>	POR APROBAR
<input type="checkbox"/>	POR CALIFICAR
<input type="checkbox"/>	POR VERIFICAR

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA**

REALIZADO POR:

MARCO VINICIO ALARCÓN LAYEDRA
JESSICA IVETTE QUINZO GUEVARA

Pruebas de concentración del colorante de Sangorache (*Amaranthus Quitensis*) para Salchichas tipo Viena.

ESCALA	FECHA	LÁMINA
1:1	18-07-2018	1

ANEXO G

A



Servicios Analíticos Químicos y Microbiológicos en Aguas y Alimentos

EXAMEN BROMATOLOGICO DE ALIMENTOS

CÓDIGO 165-18

CLIENTE: Sr. Marco Alarcón		TELÉFONO: 0995882241
DIRECCIÓN: Quitumbe 27-16 y Junín		
TIPO DE MUESTRA: Amaranto (planta)		
FECHA DE RECEPCIÓN: 25 de junio del 2018		
FECHA DE MUESTREO: 25 de junio del 2018		
EXAMEN FISICO		
COLOR: Característico		
OLOR: Característico		
ASPECTO: Normal, libre de material extraño		
PARÁMETROS	MÉTODO	RESULTADO
Proteína %	INEN 543	11.23
Fibra %	INEN 522	10.53
Humedad %	INEN 1235	74.19
Ceniza %	INEN 401	3.17
Grasa %	INEN 523	0.83
OBSERVACIONES:		
FECHA DE ANÁLISIS: 25 de junio del 2018		
FECHA DE ENTREGA : 03 de julio del 2018		
RESPONSABLE:		
 Dra. Gina Álvarez R.		
El informe sólo afecta a la muestra solicitada a ensayo, el informe no deberá reproducirse sino en su totalidad previo autorización de los responsables. *Las muestras son receptados en laboratorio.		

NOTAS	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA	Examen Bromatológico de Alimentos del colorante de Sangorache (<i>Amaranthus Quitensis</i>)		
a) Examen Bromatológico de Alimentos	<input type="checkbox"/>	REALIZADO POR: MARCO VINICIO ALARCÓN LAYEDRA JESSICA IVETTE QUINZO GUEVARA	ESCALA	FECHA	LÁMINA
	<input checked="" type="checkbox"/>		1:1	18-07-2018	1
	<input type="checkbox"/>				
	<input type="checkbox"/>				
	<input type="checkbox"/>				

**ANEXO H
A**



Servicios Analíticos Químicos y Microbiológicos en Aguas y Alimentos **EXAMEN QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO** CÓDIGO 164-18

CLIENTE: Sr. Marco Alarcón		
DIRECCIÓN: Quitumbe 27-16 y Junín	TELÉFONO: 0995882241	
TIPO DE MUESTRA: Colorante de amarantho		
FECHA DE RECEPCIÓN: 25 de junio del 2018		
FECHA DE MUESTREO: 25 de junio del 2018		
EXAMEN FÍSICO		
COLOR: vino		
OLOR: Característico		
ASPECTO: Normal, libre de material extraño		
PARÁMETROS		
MÉTODO		
RESULTADO		
Arsénico µg/l	-	4.4
Plomo µg/l	-	0.4
Sólidos totales %	INEN 14	16.7
Mohos y levaduras UFC/ml	INEN 1529-10	40
OBSERVACIONES:		
FECHA DE ANÁLISIS: 25 de junio del 2018		
FECHA DE ENTREGA: 03 de julio del 2018		
RESPONSABLE:		
 Dra. Gina Álvarez R. Servicios Analíticos Químicos y Microbiológicos		

El informe sólo afecta a la muestra solicitada a ensayo, el informe no deberá reproducirse sino en su totalidad previo autorización de los responsables.
*Las muestras son receptadas en laboratorio.

NOTAS					
a) Examen Químico y Microbiológico	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA		ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA		
	<input type="checkbox"/>	CERTIFICADO	REALIZADO POR: MARCO VINICIO ALARCÓN LAYEDRA JESSICA IVETTE QUINZO GUEVARA		
	<input checked="" type="checkbox"/>	APROBADO			
<input type="checkbox"/>	POR APROBAR				
	<input type="checkbox"/>	POR CALIFICAR	ESCALA	FECHA	LÁMINA
	<input type="checkbox"/>	POR VERIFICAR	1:1	18-07-2018	1

Examen Químico y Microbiológico del colorante de Sangorache (*Amaranthus Quitensis*)