



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**ESCUELA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA**

**“EXTRACCIÓN DE COLORANTES NATURALES DEL MANGO  
(*Mangifera Indica L*), MANDARINA (*Citrus reticulata*), PIÑA (*Ananas  
comosus*), PARA EL USO EN LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS”**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

**TIPO: TRABAJO EXPERIMENTAL**

Presentado para optar al grado académico de:

**BIOQUIMICA FARMACÉUTICA**

**AUTORA: MÓNICA PAULINA DÍAZ CHICAIZA**

**DIRECTOR: ING. HANNIBAL LORENZO BRITO MOLINA, PhD**

**Riobamba – Ecuador**

**2019**

**2019, MONICA PAULINA DIAZ CHICAIZA**

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 BIOQUÍMICA Y FARMACIA**

El Tribunal del trabajo de titulación certifican que: El trabajo experimental: “EXTRACCIÓN DE COLORANTES NATURALES DEL MANGO (*Manguifera Indica L*), MANDARINA (*Citrus reticulata*), PIÑA (*Ananas comosus*), PARA EL USO EN LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS”, de responsabilidad de la señorita MONICA PAULINA DIAZ CHICAIZA, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de titulación, quedando autorizada su presentación.

**FIRMA**

**FECHA**

ING. Hanníbal Brito Moina., PhD  
**DIRECTOR DE TRABAJO**  
**DE TITULACIÓN**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

BQF. Verónica Paola Villota  
**MIEMBROS DEL**  
**TRIBUNAL**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## **DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

Yo, MÓNICA PAULINA DÍAZ CHICAIZA soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en este Trabajo de Titulación y el patrimonio intelectual del Trabajo de Titulación pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

---

Mónica Paulina Díaz Chicaiza

CI.180452084-7

## **DEDICATORIA**

Con mucha alegría y amor dedico este trabajo a todos mis seres queridos, quien han sido mi pilar fundamental para seguir adelante

A mis padres María Trinidad Chicaiza y Francisco Díaz por ser el motor para lograr este gran sueño de ser un profesional responsable lleno de valores morales que me ayudaran a desempeñar bien mi trabajo.

A mis hermanos. Nelson, Gladys, Cecilia, Alicia, Diego, Jessica y Édison y abuelitos Rodrigo y Luz María por ser mi apoyo incondicional y moral ante las adversidades que se me presentaron a lo largo de mi carrera.

**Mónica**

## **AGRADECIMIENTO**

Primeramente, doy gracias a Dios por darme salud para lograr terminar mi carrera universitaria, agradezco a mis profesores por brindarme los conocimientos para emprender un largo viaje como es el ejercer mi vida profesional anhelada.

A mis padres y hermanos por el apoyo moral ayudando siempre a fortalecer mis valores que han sido inculcados en la casa

Un sincero agradecimiento al Ing. Hannibal Brito por la colaboración en el trabajo presente

**Mónica**

## TABLA DE CONTENIDO

	Páginas.
<b>RESUMEN</b> .....	<b>xvi</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xvii</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>5</b>
<b>1 MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>5</b>
1.1 Fruto .....	5
<b>1.1.1 Mango (<i>Mangifera indica</i> L.)</b> .....	<b>5</b>
1.1.1.1 <i>Taxonomía del mango</i> .....	5
1.1.1.2 <i>Descripción botánica del mango</i> .....	6
1.1.1.3 <i>Composición nutricional del mango</i> .....	6
1.1.1.4 <i>Usos alimenticios del mango</i> .....	7
<b>1.1.2 Mandarina</b> .....	<b>7</b>
1.1.2.1 <i>Taxonomía de la mandarina</i> .....	8
1.1.2.2 <i>Descripción botánica</i> .....	8
1.1.2.3 <i>Composición nutricional</i> .....	9
1.1.2.4 <i>Usos alimenticios</i> .....	9
<b>1.1.3 Piña</b> .....	<b>9</b>
1.1.3.1 <i>Taxonomía de la piña</i> .....	10
1.1.3.2 <i>Descripción botánica</i> .....	10
1.1.3.3 <i>Composición nutricional</i> .....	11
1.1.3.4 <i>Usos alimenticios</i> .....	11
<b>1.2 Colorantes</b> .....	<b>12</b>
<b>1.2.1 Colorantes sintéticos</b> .....	<b>12</b>
<b>1.2.2 Colorantes naturales</b> .....	<b>12</b>

1.2.2.1	Clorofílicos.....	13
1.2.2.2	Antocianínicos .....	13
1.2.2.1.	Betalainicos .....	13
1.2.2.2.	Carotenoides .....	13
<b>1.3</b>	<b>Extracción líquido- sólido .....</b>	<b>15</b>
<i>1.3.1</i>	<i>Extracción por soxhlet.....</i>	<i>15</i>
<b>1.4</b>	<b>Secado .....</b>	<b>16</b>
 <b>CAPÍTULO II .....</b>		<b>17</b>
<b>2</b>	<b>MARCO METODOLÓGICO .....</b>	<b>17</b>
<b>2.1</b>	<b>Lugar de la investigación .....</b>	<b>17</b>
<b>2.2</b>	<b>Tipo y diseño del estudio .....</b>	<b>17</b>
<b>2.3</b>	<b>Población de estudio .....</b>	<b>17</b>
<b>2.4</b>	<b>Tamaño de la muestra .....</b>	<b>17</b>
<i>2.4.1</i>	<i>Unidad de análisis.....</i>	<i>18</i>
<b>2.5</b>	<b>Materiales, equipos y reactivos.....</b>	<b>18</b>
<i>2.5.1</i>	<i>Materiales.....</i>	<i>18</i>
<b>2.6</b>	<b>Metodología.....</b>	<b>19</b>
<b>2.7</b>	<b>Técnicas .....</b>	<b>20</b>
<i>2.7.1</i>	<i>Análisis proximal de los productos agrícolas en estudio.....</i>	<i>20</i>
<i>2.7.2</i>	<i>Secado de la materia prima .....</i>	<i>22</i>
<i>2.7.3</i>	<i>Análisis microbiológico de los colorantes naturales .....</i>	<i>30</i>
<i>2.7.4</i>	<i>Aplicación de los colorantes naturales en el yogurt.....</i>	<i>32</i>
<i>2.7.5</i>	<i>Medición del color .....</i>	<i>33</i>
 <b>CAPÍTULO III.....</b>		<b>34</b>
<b>3</b>	<b>Resultados y discusión.....</b>	<b>34</b>
<b>3.1</b>	<b>Análisis bromatológico proximal de la materia prima.....</b>	<b>34</b>
<b>3.2</b>	<b>Extracción de colorantes naturales .....</b>	<b>35</b>



3.2.1	<i>Material vegetal fresco</i> .....	35
3.2.2	<i>Material vegetal seco</i> .....	36
3.3	<b>Resultado del análisis fisicoquímico de los colorantes naturales</b> .....	37
3.3.1	<i>Resultados solubilidad de colorantes</i> .....	37
3.3.2	<i>Resultados de la densidad</i> .....	37
3.3.3	<i>Resultados de los Grados brix</i> .....	38
3.3.1	<i>Resultado del pH</i> .....	39
3.3.2	<i>Resultados de índice de refracción</i> .....	40
3.4	<b>Resultados de la lectura en el espectrofotómetro uv- visible</b> .....	41
3.5	<b>Análisis microbiológico de los colorantes naturales</b> .....	42
3.6	<b>Aplicación de los colorantes naturales en el yogurt, control de pH</b> .....	43
3.7	<b>Aceptabilidad de las muestras de yogurt con colorante natural en fresco</b> .....	44
3.8	<b>Resultados de la medición con el colorímetro</b> .....	45
	<b>CONCLUSIONES</b> .....	46
	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	47
	<b>BIBLIOGRAFIA</b>	
	<b>ANEXOS</b>	

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-1:</b> Descripción taxonómica de <i>Mangifera indica</i> .....	5
<b>Tabla 2-1:</b> Composición nutricional <i>Mangifera indica</i> L.....	7
<b>Tabla 3-1:</b> Descripción taxonómica de <i>Citrus reticulata</i> . ....	8
<b>Tabla 4-1:</b> Composición nutricional de <i>Citrus reticulata</i> .....	9
<b>Tabla 5-1:</b> Descripción taxonómica <i>Ananas comosus</i> .....	10
<b>Tabla 6-1:</b> Composición nutricional de <i>Ananás comosus</i> .....	11
<b>Tabla 7-1:</b> Colorantes sintéticos.....	12
<b>Tabla 8-1:</b> Ventajas y desventajas a los colorantes sintéticos y naturales .....	15
<b>Tabla 1-2:</b> Lista de materiales, equipo y reactivos .....	18
<b>Tabla 2-2:</b> Determinación de la humedad del mango, mandarina y piña.....	20
<b>Tabla 3-2:</b> Determinación de las cenizas totales del mango, mandarina y piña.....	21
<b>Tabla 4-2:</b> Secado de la materia prima del mango, mandarina y piña .....	22
<b>Tabla 5-2:</b> Extracción de colorantes por el método soxhlet.....	23
<b>Tabla 6-2:</b> Concentración de los colorantes naturales.....	24
<b>Tabla 7-2:</b> Determinación del pH.....	25
<b>Tabla 8-2:</b> Determinación de la densidad relativa de los colorantes naturales.....	26
<b>Tabla 9-2:</b> Determinación de los grados “Brix” e índice de refracción .....	27
<b>Tabla 10-2:</b> Lectura en el espectrofotómetro uv-visible de los colorantes naturales .....	28
<b>Tabla 11-2:</b> Solubilidad de los colorantes natural.....	29
<b>Tabla 12-2:</b> Determinación de <i>E. coli</i> y coliformes totales en los colorantes .....	30
<b>Tabla 13-2:</b> Determinación de mohos y levaduras en los colorantes naturales.....	31
<b>Tabla 14-2:</b> Aplicación de los colorantes naturales en el yogurt .....	32
<b>Tabla 15-2:</b> Medición con el colorímetro .....	33
<b>Tabla 1-3:</b> Resultados del análisis proximal de la materia.....	34
<b>Tabla 2-3:</b> Resultado de la extracción de los colorantes del material fresco .....	35
<b>Tabla 3-3:</b> Resultado de la extracción de los colorantes del material seco .....	36
<b>Tabla 4-3:</b> Resultados de solubilidad.....	37
<b>Tabla 5-3:</b> Densidad de los colorantes naturales.....	37
<b>Tabla 6-3:</b> Grados brix de los colorantes naturales.....	38
<b>Tabla 7-3:</b> pH de los colorantes naturales.....	39
<b>Tabla 8-3:</b> Índice de refracción de los colorantes naturales .....	40
<b>Tabla 9-3:</b> Resultado de la concentración de carotenoides en los colorantes naturales .....	41
<b>Tabla 10-3:</b> Resultado del análisis microbiológico de los colorantes naturales.....	42

<b>Tabla 11-3:</b> Resultados de control de pH en yogurt con el colorante extraído en fresco.....	43
<b>Tabla 12-3:</b> Resultados de control de pH en yogurt con el colorante extraído en seco.....	43
<b>Tabla 13-3:</b> Resultados de la degustación del yogurt extraído con el material vegetal en fresco y seco .....	44
<b>Tabla 14-3:</b> Medición con el colorímetro de los colorantes naturales .....	45

## ÍNDICE FIGURAS

<b>Figura 1-1:</b> <i>Manguifera indica</i> L	6
<b>Figura 2.1:</b> <i>Citrus reticulata</i>	7
<b>Figura 3.1:</b> <i>Ananas comosus</i>	9

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1-3:</b> densidad de los colorantes naturales.....	38
<b>Gráfico 2-3:</b> grados brix de los colorantes naturales.....	39
<b>Gráfico 3-3:</b> pH de los colorantes naturales.....	40
<b>Gráfico 4-3:</b> índice de refracción de colorantes naturales.....	41
<b>Gráfico -5-3:</b> Resultados de la degustación del yogurt con el colorante natural extraído con el material vegetal en fresco.....	44

## ÍNDICE DE ANEXOS

**Anexo A** Proximal de la materia prima

**Anexo B** Extracción de colorantes naturales

**Anexo C** Concentración de los colorantes naturales

**Anexo D** Pruebas Físico-químicos

**Anexo E** Análisis Microbiológico

**Anexo F** Aplicación de los colorantes naturales en el yogurt

**Anexo G** Medición con el colorímetro

**Anexo H** Encuesta de la degustación

## ÍNDICE DE ABREVIATURAS

**°Bx:** Grados Brix (%)

**°C:** Grados Celsius

**cm:** centímetros

**G:** Gramos

**Ha:** Hectáreas

**L:** Litros

**mg:** Miligramos

**nm:** Nanómetro

**FAO:** Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación

**FDA:** Food and Drug Administration

**OMS:** Organización Mundial de la Salud

**VR:** Valor de Referencia

**VP:** Valor práctico

**%:** Porcentaje

## RESUMEN

Se realizó la extracción de colorantes naturales de la pulpa mango (*Manguifera indica l*), cáscara de mandarina (*Citrus reticulata*) y cáscara de la piña (*Ananas comosus*), para el uso en la industria de alimentos. Se procedió con el análisis proximal; obteniendo los resultados de humedad de la mandarina 10,92%, piña 9,12%, mango 71,72%; cenizas mandarina 3,27%, piña 4,65% mango 0,53%; proteína de la mandarina 8,12g piña 4,82g mango 0,43g y fibra de la mandarina 0,51g, piña 10,01g mango 1,59g; luego se realizó la extracción de los colorantes naturales, para lo cual se empleó el equipo de soxhlet, con etanol al 90% y 50g de muestra fresca y seca utilizando el secador de bandejas tipo armario a una temperatura de 45°C, posteriormente se concentró el extracto obtenido en un rotavapor a una temperatura 45±5°C donde el colorante con mayor rendimiento fueron los que se obtuvieron en seco como es el caso de la cáscara de piña 12%, cáscara de mandarina 11% y pulpa de mango 10%; para el control de calidad del colorante se realizó análisis físico-químico, (densidad, índice de refracción, grados Brix), el pH es débilmente ácido, los colorantes obtenidos son liposolubles; en el control de calidad microbiológico se reportó para *Escherichia coli*, coliformes, mohos y levaduras <10UFC/mL garantizando inocuidad del colorante, por último se aplicó (2 mL) en un yogurt natural (100 mL) y se dió seguimiento cada 5 días con la medición del pH durante un lapso de 25 días donde dan valores de 4,18 hasta 4,25; el colorante de la cáscara de piña extraído en seco obtuvo mayor aceptabilidad de acuerdo a las encuestas realizadas por el color, olor y su sabor característico.

**Palabras clave:** <BIOQUIMICA>, <ALIMENTOS>, <COLORANTES NATURALES>, <CAROTENOIDES>, <MANGO (*Manguifera indica l*)>, <MANDARINA (*Citrus reticulata*)>, <PIÑA (*Ananas comosus*)>



## ABSTRACT

It was realised the natural dyes extraction from the mango pulp (*Manguifera indica L.*), mandarin peel (*Citrus reticulate*) and pineapple peel (*Ananas comosus*), for the food industry use. It was proceeded with the proximal analysis; obtaining the mandarin humidity results 10, 92%, pineapple 9, 12%, mango 71, 72%; mandarin ashes 3, 27%, pineapple 4, 65%, mango 0, 53%; mandarin protein 8, 12g, pineapple 4, 82g, mango 0,43g and mandarin fibre 0,51g, pineapple 10, 01g, mango 1, 59g; then it was realised the natural dyes extraction, for which it was used the Soxhlet extraction apparatus, with ethanol to the 90 90% and 50g of fresh and dry sample, using the cabinet tray dryer to a temperature of 45°C; later, it was concentrated the obtain extract in a rotary evaporator to a temperature 45±5°C where the dyes with higher performance were those that were obtained in dry like is the case of the pineapple peel 12%, mandarin peel 11% and mango pulp 10%; for the dye quality control it was realised a physic-chemical analysis, (density, refraction index, Brix grades), the pH is slightly acidic, the obtained dyes are fat soluble; in the microbiological quality control it was reported for *Escherichia coli*, coliforms, moulds and yeasts <10UFC/mL, assuring dye safety, finally, it was applied (2mL) in a natural yogurt (100 mL) and it was monitored each 5 days with the pH measurement during a period of 25 days where they give values of 4, 18 until 4, 25; the pineapple peel dye extracted dry, obtained high acceptability according to the survey released by the colour, smell and its characteristic flavour.

**Key words:** <BIOCHEMISTRY>, <FOODS>, <NATURAL DYES>, <CAROTENOIDS>, <MANGO (*Manguifera indica L.*)>, <MANDARIN (*Citrus reticulate*)>, <PINEAPPLE (*Ananas comosus*)>.

## INTRODUCCIÓN

Los colorantes son sustancias químicas que pueden ser de origen artificial y natural se utilizan en la industria de alimentos, industrias farmacéuticas, cosmética y en la industria textil con el único objetivo de dar color y mejorar su apariencia y aceptabilidad.(Belmonte, Cruz, & Peña Cabrera, 2016, p 2-3).

En la industria de los alimentos los colorantes son aditivos que se incorpora en pequeñas cantidades, el objetivo es modificar los atributos del alimento o para recuperar el color perdido mediante procesos tecnológicos ayudando a reforzar u homogenizar su color para hacerle más aceptable al consumidor.(Rojas & Correa-, 2006, p 2-3)

En los últimos años la seguridad de los alimentos ha sido tema de estudios por diversos organismos como son FAO, OMS y FDA, es así que la legislación establece que deben rotularse los colorantes sintéticos debido a su toxicidad que presentan sino se utiliza de manera adecuada, deben generar información recomendación o los inconvenientes de su uso en las industrias de alimentos. Los colorantes son indispensables en la fabricación de alimentos y mantienen una estrecha relación entre su sabor aroma y textura. (Parra, 2004, p.14)

El uso de colorantes artificiales es una práctica común y generalizada de todos los fabricantes de alimentos con el fin de tener aceptabilidad del consumidor. Los japoneses constataron que un colorante sintético utilizado repetidamente puede generar cáncer por este motivo se prohibieron los colorantes de tipo azoico en la industria de los alimentos, a lo largo del tiempo se ha modificado la estructura y son utilizados para la elaboración de los dulces y se descomponen en el organismo y son eliminados en su totalidad. (Méndez, 2013)

Este trabajo experimental busca elaborar colorantes naturales utilizando frutas que se producen en el Ecuador en donde se promueva el manejo a nivel industria y así el aumento de cultivo de las frutas, y ayudara a la determinación de ciertos métodos y parámetros técnicos para el proceso de extracción de los colorantes. Los mismos que aportarían un valor nutricional al alimento y de este modo los volvería más comerciales, estos colorantes son utilizados en la elaboración de confitería. El beneficio que brinda a la salud es la eliminación de alergias que son producidos por los colorantes sintéticos. (Belmonte, Arroyo y Vásquez, 2007, p. 25).

Secado es la Operación Unitaria en la industria mediante la cual se puede separar total o parcialmente el líquido que contiene un sólido húmedo por evaporización en una corriente gaseosa; normalmente se efectúa por convención de un fluido caliente que atraviesa al producto

eliminando la humedad contenida en este, el secado es una operación que implica transferencia de calor y masa simultáneamente. (Brito, 2017, p. 16)

### **Antecedentes de la investigación**

Los carotenoides tienen capacidad antioxidante y también se utilizan como colorante natural se encuentra en gran cantidad en la cascara de las frutas y vegetales su coloración oscila entre rojo, naranja y amarillo. (Báez, 2007, p. 235)

Un estudio realizado en Colombia sobre la extracción del carotenoide licopeno del tomate chonto para el uso como colorante y como antioxidante que ayuda a combatir enfermedades degenerativas, la extracción se realiza con diferentes métodos como arrastre con vapor, y extracción por solventes y caracterizado por espectrofotometría UV (Cardona, 2006, p.45)

En la Escuela Politécnica del Litoral se realizó la extracción del carotenoide licopeno de la sandía, para la extracción se realizó por dos métodos el primero fue por disolventes orgánicos donde se hizo dos pretramientos el primero licuando la sandía donde se obtuvo la oleorresina y el segundo fue troceando la sandía y agregando etanol dando un rendimiento de 0.5413%, es muy bajo y no es conveniente por la utilización de etanol debido a su toxicidad; el segundo método fue por solubilización directa el más viable para el consumo humano es muy eficaz debido a que no hay que evaporar el medio ni purificar, dando como rendimiento un 67,5% es el más conveniente para aplicar en la industria de alimentos (Valdiviezo, 2010, p 15)

En México realizan un estudio de la determinación cuantitativa de carotenoides en hojas de cinco especies del género *Leucaena*, son un género de leguminosas que ha sido estudiado como fuentes de pigmentos naturales, como resultado se obtuvo que existen diferencias significativas donde alfa caroteno fueron superiores en primavera y beta caroteno más alto en invierno.(Yeverino, 1997, p. 1)

Otro estudio realizado en Salvador es un ensayo preliminar para la obtención de colorantes naturales a partir de la Uva (*Vitis vinifera*), los frutos de la Fresa (*Fragaria vesca*) y de la Mora (*Morus nigra*) se extrajo con el equipo soxhlet, uno de los objetivos era ver el poder de tintóreo en un pan casero donde se observó que el extracto de mora presentaba mayor poder de tintóreo.(Castillo & Ramirez, 2006, p 19)

El proyecto que se está realizando en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo es la *“Obtención y caracterización de colorantes naturales a partir de productos agrícolas del*

*Ecuador como alternativa para uso alimenticio*” proyecto del cual forma parte mi tesis, en donde se utiliza productos que se cultivan en la sierra y costa del Ecuador, con el objetivo de obtener colorantes naturales que si es posible reemplacen a los colorantes artificiales.

## **Objetivos**

### **General**

Extraer los colorantes naturales del mango (*Mangifera indica L*), piña (*Ananas comosus*), mandarina (*Citrus reticulata*) para el uso en la industria de alimentos.

### **Específicos**

Realizar el análisis bromatológico del mango (*Manguifera indica l*), piña (*Ananas comosus*), mandarina (*Citrus reticulata* )

Ejecutar la extracción de los pigmentos naturales de los productos agrícolas en estudio por el método de soxhlet.

Determinar los parámetros físicos-químicos y evaluar la calidad microbiológica de los colorantes obtenidos.

Aplicar los colorantes naturales obtenidos a un producto alimenticio (yogurt natural) y evaluar las características organolépticas, aceptabilidad y pH

# CAPÍTULO I

## 1 MARCO TEORICO

### 1.1 Fruto

El fruto es el órgano vegetal que se origina de la transformación de la flor, la principal función es proteger a la semilla hasta su completa maduración. (Invernòn, 2012). Estos alimentos son llamativos por sus colores y forma; tiene una gran cantidad de nutrientes y son beneficiosas para la salud, tiene actividad antioxidante constituye la principal fuente de fibra y vitaminas. (SAN, 2017)

#### 1.1.1 *Mango (Mangifera indica L)*

El mango *Mangifera indica L.* es una fruta que fue introducido por los españoles. A pesar de no ser un cultivo nativo se produce de gran cantidad en el continente americano. (UNCTAD, 2016, p.3-4)

El mango se cultiva principalmente en las provincias Guayas (70%), Manabí (10%), El Oro (10%), Los Ríos (10%), en el Guayas hay registrado una superficie de 7700 y las 6500 están destinada solo a la exportación. (MAGAP, 2009)

##### 1.1.1.1 *Taxonomía del mango*

**Tabla 1-1:** Descripción taxonómica de *Manguifera indica*

No	Reino	Plantae
1	División	Spermatophyta

2	<b>Clase</b>	Dicotyledoneae
3	<b>Orden</b>	Sapindales
4	<b>Familia</b>	Anacardiáceas
5	<b>Género</b>	<i>Mangifera</i>
6	<b>Especie</b>	<i>Indica</i>

**Fuente:** (Santiago, 2005, p.2)

**Realizado por:** Mónica Díaz, 2018

### 1.1.1.2 Descripción botánica del mango

El árbol de esta fruta tropical es corpulento alcanza alturas de 10-30 metros los que son obtenidos por injertación son bajos de 10-15 metros, las hojas siempre verdes tiene una savia irritante y toxica causa lesiones en la piel. (Gamboa, 2012, p. 82-84)



**Figura 1 1:** *Mangifera indica L*

**Realizado por:** Mónica Díaz, 2018

### 1.1.1.3 Composición nutricional del mango

El mango es rico en nutrientes que confiere beneficios a la salud lo que ayuda al organismo humano a que funcione en forma adecuada.

**Tabla 2-1:** Composición nutricional *Mangifera indica L*

No	Nutrientes	Cantidad por cada 100g por porción comestible
1	Agua (g)	82
2	Energía (Kcal)	57
3	Proteínas (g)	0.6
4	Hidratos de carbono (g)	12.5
5	Lípidos (g)	0.45
6	Fibra total (g)	1.7
7	Vitamina (µg)	201
8	Carotenos totales (µg)	1300
9	Vitamina C (mg)	37
10	Vitamina E (mg)	1
11	Calcio (mg)	12
12	Hierro (mg)	18
13	Potasio (mg)	170

Fuente: (Lazarte y Nader, 2005, p. 62)  
Realizado por: Mónica Díaz, 2018

#### *1.1.1.4 Usos alimenticios del mango*

El mango se puede consumir en almíbar, pulpa, néctar, jaleas, helados etc., La preparación de harina de mango es otra opción para la industrialización, como resultado tenemos harina amarilla y un sabor característico de la fruta, para esto se utiliza los mangos pintones y maduros para mantener sabor textura. En china la industrialización a hecho posible a que se utilice la pulpa y la semilla como alimentación humana y animal (Gibert, 2014).

#### *1.1.2 Mandarina*

La mandarina es el segundo cultivo más importante del cantón Patate, hay 300 hectáreas con este cultivo. El dulzor y color es la diferencia de otras mandarinas sembradas en otras regiones, la temperatura oscila entre los 19-25°C. El cantón Patate es productor de las plantas y semillas ayudando a incentivar la producción de mandarinas y cuentan con la ayuda del Magap. (El telégrafo, 2016, sp).





**Figura 2-1:** *Citrus reticulata* variedad. común  
**Realizado por:** Mónica Díaz, 2018

### 1.1.2.1 Taxonomía de la mandarina

**Tabla 3-1:** Descripción taxonómica de *Citrus reticulata*.

No	Reino	Plantae
1	División	Magnoliophyta
2	Clase	Magnoliopsida
3	Orden	Rosidae
4	Familia	Rutaceae
5	Genero	<i>Citrus</i>
6	Especie	<i>Reticulata</i>

Fuente: (EcuRed, 2018)

Realizado por: Mónica Díaz, 2018

### 1.1.2.2 Descripción botánica

Los árboles son pequeños miden 3-4 m de alto las hojas son esbeltas de color verde presentan un aroma cítrico. El fruto es de color naranja son muy jugosos y dulces, la cascara son fácilmente de retirar tienen pequeños orificios donde se encuentran los aceites esenciales. Tienen un diámetro entre 5-10 cm (Frutas del Mundo, 2018)

Las mandarinas se cultivan en amplia variedad de pH ácidos, como 5-6 pero si es muy ácido tendría deficiencias en desarrollo de la planta. Los suelos deben tener un excelente drenaje. (Granados y López, 2004, p. 27-28).

### 1.1.2.3 Composición nutricional

**Tabla 4-1:** Composición nutricional de *Citrus reticulata*

No	Nutrientes	Cantidad de nutrientes por cada 100g
1	Energía kcal	32
2	Agua %	90.1
3	Proteína (g)	0.50
4	Grasa total (g)	0.10
5	Fibra (g)	0.40
6	Calcio (mg)	27
7	Vitamina A (mg)	13.33
8	Vitamina C (mg)	49
9	Vitamina B <sub>1</sub> (mg)	0.06
10	Carotenoides (µg)	54.61

Fuente: (FUNIBER, 2017)

Realizado por: Mónica Díaz, 2018

### 1.1.2.4 Usos alimenticios

La mandarina se le puede consumir frescos, pero utilizan para elaborar postres, pasteles flanes, etc. El aceite esencial se usa comercialmente como saborizante, aromatizante para caramelos, helados y licores también son utilizadas como estándar para las bebidas carbonatadas, al momento que se elimina los terpenos y sesquiterpenos se usa para los licores. (Blanco, 2018, sp)

### 1.1.3 Piña

La piña es originaria de Brasil y Paraguay, en el Ecuador es favorecido el cultivo por las características geográficas que ayudan a su desarrollo, las provincias del Guayas (65%), Santo Domingo (14%), Los Ríos (8.1%), Pichincha (3.42%), Manabí (3.35%), y Esmeraldas (2.33%) donde el clima, altitud, suelo es adecuado. (El productor, 2012)



**Figura 3-1** *Ananas comosus*

Realizado por: Mónica Díaz

La extensión cultivada es aproximadamente 3.300 hectáreas, la piña se exporta a Chile, Estados Unidos, España, los cultivadores de piña trabajan en la mejora continua cumpliendo exigencias de calidad, también promueve el cuidado de áreas protegidas. (Asopiña, 2017)

#### 1.1.3.1 Taxonomía de la piña

**Tabla 5-1:** Descripción taxonómica *Ananas comosus*

No	Reino	Vegetal
1	<b>División</b>	Monocotiledóneas
2	<b>Clase</b>	Liliopsida
3	<b>Orden</b>	Bromeliaceae
4	<b>Genero</b>	<i>Ananas</i>
5	<b>Especie</b>	<i>Comosus</i>

Fuente: (Sandoval y Torres, 2011, p. 4)

Realizado por: Mónica Díaz, 2018

#### 1.1.3.2 Descripción botánica

Las hojas de la piña son lanceoladas miden 30-100 cm, la altura es de 1.20 m son de color verde y espinosas. La inflorescencia presenta aproximadamente de 100-200 flores individuales hermafroditas, el fruto es redondo, de color amarillo cuando ya está maduro, su peso va de desde 0.3-2 Kg. La piña fresca dura 15-25 días depende solo del tratamiento que se le da. La temperatura

para el cultivo de la piña juega un factor importante oscila entre 24°C a 27°C, las temperaturas altas y bajas disminuye la calidad de la fruta. La luz interviene en la fotosíntesis ayudando al cultivo a tener piñas de mejor calidad. (Moreira y Uguña, 2018, p. 2)

### 1.1.3.3 Composición nutricional

**Tabla 6-1:** Composición nutricional de *Ananás comosus*

No	Nutrientes	Cantidad de nutrientes por cada 100g
1	<b>Energía kcal</b>	49.0
2	<b>Agua %</b>	86.5
3	<b>Proteínas (g)</b>	0.32
4	<b>Hidratos de carbono (g)</b>	11.2
5	<b>Fibra (g)</b>	1.20
6	<b>Vitamina A (mg)</b>	0.26
7	<b>Vitamina B<sub>1</sub> (mg)</b>	0.092
8	<b>Vitamina C (mg)</b>	15.40
9	<b>Vitamina E (mg)</b>	0.10
10	<b>Calcio (mg)</b>	7.00
11	<b>Fosforo (mg)</b>	14.00
12	<b>Potasio (mg)</b>	113
13	<b>Grasa Total (g)</b>	0.439

Fuente:(Mejía y Torres, 2015, c)  
Realizado por: Mónica Díaz

### 1.1.3.4 Usos alimenticios

En la industria se utiliza como esencias, vino de piña, harina de fibra dietética, vinagre de piña, jarabe de piña, mermelada, almíbar. En la industria de alimentos a en la producción de la bromelina que sirve como ablandador de carne. (Murillo, 2012, sp)

## 1.2 Colorantes

Son aditivos que son utilizados en el área de alimentos para recuperar su color que se ha perdido tras una serie de tratamientos tecnológicos con el fin que dicho alimento sea atractivo para la vista del consumidor (Sánchez, 2013, p. 235)

### 1.2.1 Colorantes sintéticos

Los colorantes sintéticos son solubles debido a presencia de grupos de ácido sulfónico, y consecuentemente son muy fáciles de utilizar, son muy utilizados por su poder de coloración son muy estables, no tienen sabor ni olor. Son compuestos que son obtenidos por síntesis, los cuales son más resistentes a tratamientos térmicos, pH extremos, luz, etc. que los colorantes naturales.

Los colorantes artificiales, aunque tengan buena solubilidad, pero cuando están en contacto con ácido ascórbico se decoloran y eso sería una desventaja para utilizar en refrescos (Calvo, 2017)

**Tabla 7-1:** Colorantes sintéticos

No	Azoicos	No azoicos
1	Tartrazina (E102)	Eritrosina (E127)
2	Amarillo anaranjado S (E110)	Azul patentado V (E131)
3	Amaranto (E123)	Carmín índigo (E132)
4	Rojo 2G (E128)	Verde ácido brillante (E142)

Fuente: (Sánchez, 2013)

Realizado por: Mónica Díaz

### 1.2.2 Colorantes naturales

Los colorantes naturales son extraídos de plantas, animales que se utilizan para dar coloración a fibras textiles, en la industria de alimentos se utilizan para dar color a los alimentos que han pasado por algún tratamiento industrial.

### *1.2.2.1 Clorofilicos*

Son compuestos que tiene un átomo de magnesio en el centro del núcleo, se encuentra en mayor cantidad en la naturaleza específicamente en los cloroplastos de los vegetales donde se produce la fotosíntesis. Existen dos tipos de clorofilas A y B la primera se encuentra en el 75% de las plantas y la B siempre está cerca de la clorofila A su función es dar energía y le convertir en energía química. (QN, 2012)

### *1.2.2.2 Antocianinicos*

Son glucósidos de antocianinas, son parte de la familia de los flavonoides en su estructura contiene dos anillos aromáticos A y B unidos por una cadena de 3 carbonos. El color va a depender del número y orientación de los grupos hidroxilos; son metabolitos secundarios de las plantas, son pigmentos hidrosolubles, responsables del color rojo, anaranjado, azul, y púrpura. Su estabilidad depende de los factores de potencial redox, temperatura pH.(Garzón, 2008)

#### *1.2.2.1. Betalainicos*

Son pigmentos hidrosolubles tiene una estructura glucósidos su espectro de absorción es 534-553nm, están presentes en mayor cantidad en la remolacha, se utiliza en yogurt, salsas, postre, confitería. (QN,2012)

#### *1.2.2.2. Carotenoides*

Los carotenoides se encontraron en las cianobacterias uno de los primeros habitantes de la tierra, se encuentran principalmente en plantas, hongos, bacterias y animales. Su nombre proviene del nombre científico de la zanahoria (*Daucus carota* L. (Meléndez, 2017, p.12)

### *Estructura química*

La mayoría de ellos son tetraterpenoides, compuestos de 40 átomos de carbono, formado por 8 unidades de isoprenos. Una de las características fundamentales es que presentan dobles enlaces conjugados y son responsables de su color, reactividad y forma. (Meléndez, 2017, p13.)

### *Solubilidad*

Son insolubles en agua solubles en disolventes orgánicos, por su carácter lipofílico se encuentran dentro de las membranas (Meléndez, 2017, p 15.)

### *Color*

Los carotenoides absorben luz de 400-500nm, la relación va de acuerdo a la estructura química, concentración e interacción de las moléculas (Meléndez, 2017, p 18 .)

### *Factores que afectan la estabilidad de los carotenoides*

**Temperatura:** a mayor temperatura se rompe la molécula de caroteno en los anillos de iona.

**Ácidos orgánicos:** se reduce la molécula en presencia de ácidos ascórbico.

**Agentes quelantes:** inducen la oxidación como por ejemplo el EDTA que es un secuestrante de metales que se utiliza para evitar pérdidas de vitaminas y cambios en los colores.

**Oxígeno:** en presencia de oxígeno los carotenoides se oxidan. (Garibay, 2004, p 85.)

**Inestabilidad química:** debido a la estructura química insaturada que presenta por lo que le hace susceptible a reacciones de oxidación (Camacho, 2004)

**Tabla 8-1:** Ventajas y desventajas a los colorantes sintéticos y naturales

No	Tipos de Colorantes	Ventajas	Desventajas
1	<b>Colorantes sintéticos</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Mayor concentración de tintóreo</li><li>• Mayor estabilidad</li><li>• Solubles en agua</li><li>• Presentación líquida y sólida</li></ul>	Provocan efectos negativos para la salud como alergias, hiperactividad
2	<b>Colorantes naturales</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• No producen efectos en la salud</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Carecen de fuerza de tintóreo</li><li>• Aportan sabores no deseados al producto</li></ul>

Fuente:(Colores A. 2011, sp.)

Realizado por: Mónica Díaz

### 1.3 Extracción líquido- sólido

Es una operación básica mediante el cual se separan uno o varios constituyentes solubles que están dentro de un sólido inerte mediante la utilización del solvente adecuado, se debe tomar en cuenta los factores que influyen sobre la velocidad de la extracción, como es el tamaño de la muestra, tipo de disolvente y la temperatura. (Tena, 2013)

#### 1.3.1 Extracción por soxhlet

Es el proceso que se separa con un líquido una fracción específica de una muestra dejando el resto lo más íntegro posible. Con extracción sólido-líquido se puede obtener principios activos de las plantas(Núñez, 2008, p. 1). El método soxhlet es uno de los análisis básicos que se utilizan en los laboratorios de alimentos se emplean para generar la tabla del valor nutricional del alimento, control de calidad en determinación de grasas también se utiliza a nivel de investigación para evaluar otro tipo de muestras. (Mondragón, 2017)



## Etapas de la extracción

- Colocación del solvente en el balón
- Colocación del cartucho en el refrigerante
- Ebullición del solvente que se evapora hasta un condensador a reflujo
- El condensado cae en el cartucho donde está la muestra
- Luego se produce el reflujo y el solvente vuelve al balón
- Se vuelve a producir las veces que sean necesarias (Núñez, 2008, p. 2)

## 1.4 Secado

Entendemos por secado la Operación Unitaria en la industria mediante la cual se puede separar total o parcialmente el líquido que contiene un sólido húmedo por evaporización en una corriente gaseosa; normalmente se efectúa por convención de un fluido caliente que atraviesa al producto eliminando la humedad contenida en este, el secado es una operación que implica transferencia de calor y masa simultáneamente (Brito, 2001)

### 1.4.1 *Objetivos del secado*

- Reducir el costo del embarque.
- Aumentar la capacidad de los aparatos.
- Conservación del producto en función del tiempo.
- Permite que el producto tenga una mayor estabilidad.
- Permite que las materias primas, tengan las características deseadas, para la elaboración de un producto. (Brito, 2001)

## CAPÍTULO II

### 2 MARCO METODOLÓGICO

#### 2.1 Lugar de la investigación

La investigación fue realizada en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo en los laboratorios de Bromatología, Procesos Industriales, Productos Naturales, Análisis Instrumental y microbiología de la Facultad de Ciencias.

#### 2.2 Tipo y diseño del estudio

El estudio de extracción de colorantes naturales para el uso en la industria de alimentos, tiene un diseño descriptivo y es de tipo experimental, con un enfoque cuantitativo y cualitativo.

#### 2.3 Población de estudio

Mango (*Mangifera indica L*) variedad Haden, el lugar de procedencia es la provincia de Guayas

Piña (*Ananas comosus*) variedad Hawaiana, el lugar de procedencia es la provincia de Guayas

Mandarina (*Citrus reticulata*) variedad común, el lugar de procedencia es de la provincia de Tungurahua cantón Patate

#### 2.4 Tamaño de la muestra

Cantidad por cada muestra 600g.

- Pulpa de mango

- Cáscara de mandarina
- Cáscara de piña

### 2.4.1 Unidad de análisis

Colorante natural extraído de las muestras en estudio.

## 2.5 Materiales, equipos y reactivos

### 2.5.1 Materiales

**Tabla 1-2:** Lista de materiales, equipo y reactivos

	Materiales	Equipos	Reactivos
1	Cápsulas de porcelana	Balanza analítica	Etanol 90%
2	Crisol de porcelana	Picnómetro	Bacto peptone
3	Alcoholímetro	Estufa	Agua destilada
4	Balón de aforo de 100mL y 250 ml	Mufla	Sabouraud dextrosa
		Refractómetro digital	
5	Probeta de 100 ml	Desecador	Metabisulfito de sodio 1%
6	Soxhlet	Rotavapor	Alcohol antiséptico
7	SopORTE universal	Espectrofotómetro UV-VISIBLE THERMO	
8	Papel Whatman #1	Cabina de flujo laminar	
9	Erlenmeyer de 500 mL	pH-metro BOECO BT-675	
10	Envase para yogurt	Autoclave TUTTNAUER 2340 MK	
		Colorímetro	

Realizado por: Mónica Díaz, 2018

## **2.6 Metodología**

### ***2.5.1 Método de descriptivo***

La materia prima para esta investigación se adquirió en el “Mercado Mayorista” de la provincia de Tungurahua, en la ciudad de Ambato, tomando en consideración sus características de calidad como su estado de madurez, color, tamaño y aroma con el fin de obtener el resultado requerido.

Se compró 5 mangos, 6 piñas y 25 mandarinas; los lugares de procedencia del mango y de la piña es de la provincia de Guayas y de la mandarina son del cantón Patate de la provincia de Tungurahua.

Para empezar con los análisis la materia prima se lavó con agua destilada a las mandarinas, piña se pelaron y se las redujo el tamaño, a la pulpa de mango se cortó en finas capas donde se determinan porcentaje cenizas y humedad, gramos fibra y proteína.

Luego se extraen los colorantes naturales con el equipo soxhlet y 400 mL de etanol al 90% con 50 g de materia prima en fresco y seco, el secado se lo realizó en un secador de bandejas tipo armario a una temperatura de 45°C, utilizando como antioxidante bisulfito de sodio 1% para evitar el pardeamiento químico, se concentró en el rotavapor Buchi 461 Water Bath a una presión de 0.3 bar por un tiempo aproximado de 1-2 horas

Se realizaron las pruebas físicas-químicas a los colorantes naturales como el pH, densidad relativa, índice de refracción y grados Brix, solubilidad, evaluación microbiológica, lectura en espectrofotómetro uv-visible, medición del color

Los colorantes naturales que se obtuvieron se les aplicó 1,0 mL 1,5 mL y 2,0 mL en el 100 mL yogurt natural, donde se hizo su seguimiento por 25 días verificando los parámetros de pH cada 5 días a una temperatura de 8°C, por último, se hizo la evaluación de su aceptabilidad mediante encuesta de degustación a 30 personas donde se valoraron el color, sabor y olor del yogurt

## 2.7 Técnicas

### 2.7.1 Análisis proximal de los productos agrícolas en estudio

**Tabla 2-2:** Determinación de la humedad del mango, mandarina y piña.

Fundamento	Materiales	Técnica	Cálculos
Determinación de agua presente en el alimento con la finalidad de ver el tiempo de conservación y estabilidad del producto.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Cápsula de porcelana</li> <li>✓ Balanza analítica</li> <li>✓ Pinza de cápsula</li> <li>✓ Desecador</li> <li>✓ Estufa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Tarar la cápsula hasta obtener peso constante a una temperatura de 105±3°C.</li> <li>✓ Pesar 5 a 10 g de la muestra.</li> <li>✓ Colocar la capsula más la muestra en la mufla hasta mantener un peso constante</li> <li>✓ Cuando ya alcanza el peso constante se coloca en el desecador durante un tiempo de 5-10 min.</li> <li>✓ Posteriormente se pesa.</li> <li>✓ Realizar los respectivos cálculos.</li> </ul>	<p><b>Ec. 1:</b></p> $\%H = \left( \frac{M2 - M}{M1 - M} \right) * 100$ <p>Dónde:</p> <p>%H= Porcentaje de humedad  M= masa de cápsula vacía en (g)  M1= masa de la cápsula con la muestra en (g)  M2= masa de la cápsula con la muestra después del someter al calor  100= factor matemático</p>

Fuente: (Ramírez, pp.2 -6)

Realizado por: Mónica Díaz, 2018

**Tabla 3-2:** Determinación de las cenizas totales del mango, mandarina y piña

Fundamento	Materiales	Técnica	Cálculo
<p>Las cenizas es el resultado de la incineración de la materia prima como finalidad es la determinación de la materia inorgánica presente en el alimento El valor obtenido de las cenizas sirve para verificar la calidad en los alimentos para comprobar la calidad del mismo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Balanza analítica</li> <li>✓ Desecador</li> <li>✓ Crisol de porcelana</li> <li>✓ Pinzas para crisol</li> <li>✓ Mufla</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Tarar el crisol previamente tarado</li> <li>✓ Pesar 5 a 10 g de muestra</li> <li>✓ Antes de colocar la muestra en la mufla se calcina la muestra en reverbero</li> <li>✓ Coger el crisol con la muestra calcinada y colocar en la mufla a 505±3°C</li> <li>✓ Se debe esperar hasta que la muestra este completamente blanquecina o hasta que tenga peso constante</li> <li>✓ Sacar el crisol de la mufla y poner en el desecador</li> <li>✓ Pesar y realizar los cálculos correspondientes</li> </ul>	<p><b>Ec. 2:</b></p> $\%C = \left( \frac{M1 - M}{M2 - M} \right) * 100$ <p>Dónde:</p> <p>%C= porcentaje de cenizas de la muestra</p> <p>M= masa del crisol vacío en (g)</p> <p>M1= masa de crisol más la muestra después de incineración (g)</p> <p>M2= masa del crisol con la muestra antes de la incineración</p> <p>100=factor matemático</p>

Fuente: (Ramírez, pp.2 -6)

Realizado por: Mónica Díaz, 2018

## 2.7.2 Secado de la materia prima

**Tabla 4-2:** Secado de la materia prima del mango, mandarina y piña

Fundamento	Materiales	Técnica
<p>Es la extracción de liberada del agua que tiene el alimento, con la ayuda del calor y la evaporación (Maupoey, 2016,p. 12.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Secador en bandejas</li> <li>✓ Agua destilada</li> <li>✓ Agua en botellón</li> <li>✓ Papel</li> <li>✓ Cuchillo</li> <li>✓ Papel aluminio</li> <li>✓ Papel filtro</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Lavar la materia prima con agua y de botellón dejarlo escurrir</li> <li>✓ Pelar la cáscara del mango y empezar a cortar unas capas delgadas de la pulpa de mango</li> <li>✓ Pelar la cáscara de mandarina y piña luego trocearlo para que su secado sea totalmente</li> <li>✓ Se introduce la materia prima en bisulfito de sodio 1% para evitar daño enzimático</li> <li>✓ Cubrir las bandejas con papel filtro y hacer unos orificios</li> <li>✓ Pesar 50 g de muestra y poner a secar a una temperatura de 45°C</li> <li>✓ Posteriormente se procede a extracción de colorante</li> </ul>

**Fuente:** Laboratorio de Procesos Industriales, ESPOCH, 2018

**Realizado por:** Díaz Mónica, 2018

**Tabla 5-2:** Extracción de colorantes por el método soxhlet

Fundamento	Materiales	Técnica
<p>La extracción soxhlet es una técnica de separación solido-liquido; consiste en el lavado sucesivo de una muestra solida con un solvente. Esta técnica de extracción es la más empleada en el área de alimentos. El equipo soxhlet está en evaporación continúa, arrastrando los principios activos de la muestra que se encuentra dentro de un cartucho poroso; la velocidad de la extracción va a depender de la eficiencia y el tamaño del condensador y el flujo de agua.</p> <p>(Caldas, 2012,p.96)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Reverbero</li> <li>✓ pH-metro</li> <li>✓ Mangueras de plástico</li> <li>✓ Etanol 90%</li> <li>✓ Papel filtro</li> <li>✓ Cuchillo</li> <li>✓ Frascos ámbar de 500mL</li> <li>✓ Agua destilada</li> <li>✓ Probeta 100 mL</li> <li>✓ Balones de aforo 1000 mL</li> <li>✓ Equipo soxhlet</li> <li>✓ Balanza analítica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Se lava la materia prima se seca, se trocea en pequeños pedazos la cáscara de mandarina, piña y pulpa del mango.</li> <li>✓ Se pesa 50 g de materia prima en seco como en fresco y se coloca en un dedal</li> <li>✓ Se coloca 400 mL en el balón del equipo soxhlet</li> <li>✓ Se arma las partes restantes del equipo junto con la salida y entrada de agua.</li> <li>✓ Encender el reverbero, abrir la llave de agua regulando el volumen de agua que entre al equipo</li> <li>✓ Esperar el tiempo necesario para que el colorante salga de la materia prima</li> <li>✓ Posteriormente se mide y se coloca en frasco ámbar y se refrigeran a una temperatura de 6-8°C</li> </ul>

Fuente: Laboratorio de Productos Naturales, ESPOCH, 2018

Realizado por: Mónica Díaz, 2018



**Tabla 6-2:** Concentración de los colorantes naturales

Fundamento	Materiales	Técnica	Calculo
<p>La concentración de los extractos permite eliminar los solventes que utilizan para la extracción y tener un concentrado solo del colorante</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Rotavapor</li> <li>✓ Probeta de 50 mL</li> <li>✓ Papel filtro</li> <li>✓ Frasco ámbar</li> <li>✓ Embudo de vidrio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Colocar el extracto en el balón del equipo</li> <li>✓ Armar cuidadosamente el equipo de concentración.</li> <li>✓ Colocar cubos de hielo en la parte superior del equipo</li> <li>✓ Encender la bomba y el equipo</li> <li>✓ Sumergir el colorante dentro de la bandeja de baño maría a una temperatura 50± 2°C.</li> <li>✓ Filtrar el concentrado</li> <li>✓ Medir y almacenar el colorante a una temperatura de 6-8°C</li> </ul>	<p><b>Ec 3:</b></p> $\%R = \frac{Vf}{Ve} * 100$ <p>Donde:</p> <p><b>R</b>= rendimiento de colorante en porcentaje de volumen (%)</p> <p><b>V<sub>f</sub></b> =volumen final del colorante obtenido</p> <p><b>V<sub>e</sub></b>= volumen del extracto (mL)</p> <p><b>100</b>= factor matemático</p>

**Fuente:** Laboratorio de Productos Naturales, ESPOCH, 2018  
**Realizado por:** Mónica Díaz, 2018

**Tabla 7-2:** Determinación del pH

Fundamento	Materiales	Técnica
<p>El pH es el valor que indica si una sustancia es acida básica o neutra, los valores de pH es uno de los parámetros de calidad más importantes para identificar si un producto esta alterado o adulterado (Casas, 2009,p.34)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ pH-metro digital</li> <li>✓ Agua destilada</li> <li>✓ Papel permeable</li> <li>✓ Agua destilada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Colocar 30 mL de agua destilada en un vaso de precipitación de 50 mL</li> <li>✓ Introducir el electrodo en el vaso de precipitación para lavarlo previamente antes medir el pH de colorante.</li> <li>✓ Homogenizar la muestra de colorante natural</li> <li>✓ Poner 30 mL de colorante en el vaso de precipitación e introducir el electrodo</li> <li>✓ Esperar hasta que en la pantalla del pH-metro marque el valor del pH de la muestra</li> <li>✓ Posteriormente se lava el electrodo con agua destilada para seguir con las siguientes mediciones.</li> </ul>

**Fuente:** Laboratorio de Análisis Instrumental y Química Orgánica, ESPOCH, 2018

**..Realizado por:** Mónica Díaz

**Tabla 8-2:** Determinación de la densidad relativa de los colorantes naturales

Fundamento	Materiales	Técnica	Calculo
<p>Se relaciona la densidad de la sustancia (colorante natural) y la densidad con el agua. (González López, 2007)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Picnómetro de 10 mL</li> <li>✓ Balanza analítica</li> <li>✓ Agua destilada</li> <li>✓ Papel permeable</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Tener limpio y seco el picnómetro</li> <li>✓ Pesar el picnómetro</li> <li>✓ Colocar agua destilada y pesarlo</li> <li>✓ Pesar el picnómetro con el colorante</li> <li>✓ Limpiar todos los residuos que quedaron fuera de picnómetro</li> </ul>	<p>Ec 4:</p> $\rho = \frac{M_1 - M_2}{M_3 - M_2} * d_w$ <p>Donde:</p> <p><math>\rho</math>= densidad en (g/mL)</p> <p>M<sub>1</sub>=masa del picnómetro con el colorante en (g)</p> <p>M<sub>2</sub>= masa del picnómetro vacío en (g)</p> <p>M<sub>3</sub>=masa del picnómetro con agua en (g)</p> <p>d<sub>w</sub>= densidad del agua (1g/ml) 4°C</p>

**Fuente:** Laboratorio de Análisis Instrumental y Química Orgánica, ESPOCH, 2018

**Realizado por:** Mónica Díaz

**Tabla 9-2:** Determinación de los grados “Brix” e índice de refracción

Fundamento	Materiales	Técnica
<p>Sistema de medición específica, donde representa el porcentaje en peso de sacarosa químicamente pura en solución de agua destilada a 293 20°C (“NMX-F-274-1984,” p.1.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Refractómetro digital</li> <li>✓ Agua destilada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Calibrar el equipo con agua destilada</li> <li>✓ Secar el equipo después de calibrar</li> <li>✓ Colocar en el prisma dos gotas del colorante</li> <li>✓ Esperar a que el equipo de un valor</li> <li>✓ Posteriormente se cambia de parámetro en el equipo y se manda a leer</li> <li>✓ Registrar el valor obtenido</li> </ul>

**Fuente:** Laboratorio de procesos industriales, ESPOCH, 2018

**Realizado por:** Mónica Díaz

**Tabla 10-2:** Lectura en el espectrofotómetro uv-visible de los colorantes naturales

Fundamento	Materiales	Técnica
<p>Es el fenómeno de la absorción de la radiación UV-Visible de moléculas orgánica e inorgánicas. (López, 2004, p 15.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Espectrofotómetro uv-visible</li> <li>✓ Celda de cuarzo 1cm</li> <li>✓ Pipeta de 10 mL</li> <li>✓ Balones de aforo de 50 mL, 100 mL</li> <li>✓ Agua destilada</li> <li>✓ Rollo de papel permeable</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Prender el equipo junto con la impresora</li> <li>✓ Colocar agua destilada en la celda para que trabaje como blanco</li> <li>✓ Preparar la solución madre en este caso sería el colorante natural</li> <li>✓ Homogenizamos el colorante natural</li> <li>✓ Coger 5, 10, 15, 20 y 25 mL de colorante natural y aforamos a 50 mL con agua destilada.</li> <li>✓ Buscamos la longitud de onda en la que vamos a trabajar en este caso la longitud de onda para color amarillo (carotenoides es de 400 a 700 nm)</li> <li>✓ Posteriormente se lee las demás concentraciones.</li>   <li>✓ La lectura se hace por duplicado</li> <li>✓ Lavar el equipo y la celda con agua destilada</li> </ul>

Fuente: Laboratorio de Análisis Instrumental, ESPOCH, 2018

Realizado por: Mónica Díaz, 2018

**Tabla 11-2:** Solubilidad de los colorantes natural

Fundamento	Materiales	Técnica
<p>La solubilidad es la cantidad máxima de ese soluto que se puede disolver en una cierta cantidad de disolvente a una temperatura determinada (Avilés, 2000, sp.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Tubos de vidrio</li> <li>✓ Gradilla</li> <li>✓ Pipeta de vidrio de 10mL</li> </ul>	<p>Solubilidad en agua destilada Se coloca en tubo 9 mL de agua destilada y posteriormente 1 mL-de colorante natural y se lo agita vigorosamente.</p> <p>Solubilidad en aceite Se coloca en tubo 9 mL aceite y posteriormente 1-mL de colorante natural y se lo agita vigorosamente.</p>

**Fuente:** Laboratorio de procesos industriales, ESPOCH, 2018

**Realizado por:** Mónica Díaz, 2018

### 2.7.3 Análisis microbiológico de los colorantes naturales

**Tabla 12-2:** Determinación de *E. coli* y coliformes totales en los colorantes

Fundamento	Materiales	Técnica
<p>La determinación de la <i>Escherichia coli</i> y coliformes totales en los colorantes naturales nos garantiza la inocuidad del alimento.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Autoclave</li> <li>✓ Cajas Petri</li> <li>✓ Mechero de alcohol</li> <li>✓ Agua destilada</li> <li>✓ Asa de vidrio</li> <li>✓ Estufa</li> <li>✓ Erlenmeyer de 500 mL</li> <li>✓ Micropipeta 1000 uL</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Preparar el medio cultivo</li> <li>✓ Poner a esterilizar los medios de cultivo a 121 °C por 15 min</li> <li>✓ Posteriormente se coloca en las cajas Petri</li> <li>✓ Se coloca 100 uL en las cajas de cultivo y se extiende con el asa de vidrio por toda la superficie del medio</li> <li>✓ Sellar las placas con parafil</li> <li>✓ Invertir las placas e incubar a una temperatura de 36± °C durante 20-24 horas.</li> </ul>
	<b>Medio de cultivo</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Chromogenic Coliform E-coli Agar</li> </ul>	

Fuente: (Gallegos, 2003, P. 2-85)

Realizado por: Mónica Díaz, 2018

**Tabla 13-2:** Determinación de mohos y levaduras en los colorantes naturales

Fundamento	Materiales	Técnica
<p>Los alimentos de consumo humano deben estar libre de microorganismo que pueden causar daños a la salud del consumidor. Los hongos y las levaduras pueden encontrarse como flora normal, pero en algunos casos ayuda a la descomposición de los alimentos (Camacho et al., 2009, p.1)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Estufa</li> <li>✓ Cajas Petri</li> <li>✓ Espátula</li> <li>✓ Alcohol antiséptico</li> <li>✓ Parafina</li> <li>✓ Autoclave</li> <li>✓ Cámara de flujo laminar</li> <li>✓ Mechero con alcohol</li> <li>✓ Asa de vidrio</li> <li>✓ Micropipeta 1000 µL</li> <li>✓ Pipeta 5 mL</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Limpiar el lugar de trabajo con alcohol antiséptico</li> <li>✓ Prepara el agar Sabouraud dextrosa w/ cloranfenicol y junto con los materiales que se va utilizar poner a esterilizar en la autoclave 125 °C durante 30 min</li> <li>✓ Posteriormente se coloca el agar en las cajas Petri</li> <li>✓ Preparar la disolución (1:10V/V) de colorante/solución peptona</li> <li>✓ Colocar una pequeña cantidad de la solución en las cajas Petri y esparcir con el asa de vidrio</li> <li>✓ Sellar las cajas Petri con parafil e incubarlas a una temperatura 20° 25 °C</li> <li>✓ Realizar el recuento en unidades propagadoras de mohos (UP/mL)</li> </ul>
	<p><b>Medio de cultivo</b></p>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Agar Sabouraud /dextrosa cloranfenicol</li> </ul>	

**Fuente:** Laboratorio de Microbiología, ESPOCH, 2018

**Realizado por:** Mónica Díaz, 2018



### 2.7.4 Aplicación de los colorantes naturales en el yogurt

**Tabla 14-2:** Aplicación de los colorantes naturales en el yogurt

Fundamento	Materiales	Técnica
<p>Los carotenoides son compuestos liposolubles de color amarillo y al colocar en el yogurt conforma un producto que proporciona un elevado contenido de nutrientes al unir estos dos alimentos tenemos un alimento saludable que brinda beneficios al consumidor y ayuda a prevenir enfermedades .(Uyaguari, 2017,p. 12)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Yogurt natural</li> <li>✓ pH-metro digital</li> <li>✓ Paletas de madera</li> <li>✓ probeta de 100 mL</li> <li>✓ Jeringuillas 3 mL</li> <li>✓ Envases para yogurt de 100 mL</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Lavar todo el material que se va utilizar</li> <li>✓ Medir el pH del yogurt natural antes de colocar el colorante natural</li> <li>✓ Medir 100 mL de yogurt natural y colocar en un vaso transparente de plástico</li> <li>✓ Con la ayuda de la jeringuilla empezamos a dosificar 1,0 mL, 1,5 mL y 2,0 mL de colorante natural y colocar en el yogurt natural</li> <li>✓ Medir el pH inicial del yogurt y colorante natural</li> <li>✓ Almacenar en refrigeración a una temperatura 6-8 °C</li> <li>✓ Durante el trascurso de los 25 días medir el pH cada 5 días para ver si el yogurt y colorante natural sufre cambios.</li> </ul>

Fuente: Laboratorio de Procesos Industriales, ESPOCH, 2018

Realizado por: Mónica Díaz

## 2.7.5 Medición del color

**Tabla 15-2:** Medición con el colorímetro

Fundamento	Materiales	Técnicas
<p>Es un equipo que permite cuantificar el color y comparar con otro</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Colorímetro</li> <li>✓ Vasos de 1000 mL</li> <li>✓ Papel filtro</li> <li>✓ Tijera</li> <li>✓ Agua destilada</li> <li>✓ Estándar de colorante</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Diluir 1mL de colorante natural en 100 mL de agua destilada</li> <li>✓ Colocar el papel filtro dentro del colorante, dejar sumergido durante 12 horas</li> <li>✓ Secar el papel filtro.</li> <li>✓ Calibrar el equipo en blanco y negro</li> <li>✓ Calibrar con el estándar</li> <li>✓ Proceder a la medición del color de las diferentes muestras.</li> </ul>

**Fuente:** Laboratorio de Investigación, ESPOCH, 2018

**Realizado por:** Mónica Díaz

## CAPÍTULO III

### 3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 Análisis bromatológico proximal de la materia prima

Los parámetros que se realizaron en el análisis bromatológico en la cáscara de mandarina, cáscara de piña y pulpa mango fueron: porcentaje de cenizas, humedad, fibra y proteína

**Tabla 1-3:** Resultados del análisis proximal de la materia

Parámetros	Mandarina		Mango		Piña	
	V <sub>P</sub>	V <sub>R</sub> *	V <sub>P</sub>	V <sub>R</sub> **	V <sub>P</sub>	V <sub>R</sub> ***
<b>Humedad %</b>	<sup>a</sup> 10,92± <sup>b</sup> 0.64	12,57 ± 0,11	71,72±1,73	74	9,12±1,01	9,84
<b>Cenizas %</b>	3,27±0,33	2,73 ± 0,01	0,53±0.04	0.5	4,65±0,64	5,2
<b>Fibra g</b>	0,51±0,08	0.58 ± 0.21	1,59±0.01	1.6	10,01±0,01	10
<b>Proteínas g</b>	8,12±0,04	8,14 ± 0,08	0,43±0.02	0.40	4,82±0,07	6,9

(a)= Promedio de repeticiones n=2, (b)= Desviación estándar de n=2 V<sub>P</sub>= valor práctico V<sub>R</sub>= valor de referencia

Realizado por: Mónica Díaz, 2018

\*(Gutiérrez & Pascual, 2016), \*\*(Wall et al., 2015, p. 4,7), \*\*\*(López et al. , 2014, p. 386-387)

El porcentaje de humedad de la mandarina, mango y piña fue obtenida por el método de desecación, ocupando una cápsula de porcelana previamente tarada a una temperatura de 102°C±3 por el lapso de 2-3 horas, donde el porcentaje de humedad de la mandarina es de 10,92%, mango 71,72% y piña 9,12% al comparar con los valores de referencia es menor en el caso de mandarina y mango esto puede ser debido a las diferentes variedades de los productos, mientras tanto el porcentaje obtenido de la piña es semejante al valor de referencia.

El porcentaje de cenizas se obtuvo tarando un crisol de porcelana, en donde se incineró la muestra y se colocó en la mufla a temperatura de 505°C±25°C por el lapso de 2-3horas, donde dio como resultado de la mandarina 2,27%, mango 0,53% y piña 4,65% al comparar con los valores de referencia el que presenta mayor diferencia fue la mandarina y la piña, donde se pueden haber

adherido materiales extraños presentando una mayor cantidad de sustancias inorgánica, mientras el porcentaje de cenizas del mango no hay variación con los datos encontrados en bibliografía.

Para la determinación de fibra se lo realizó por el método denominado Weende donde se empieza por la hidrólisis ácida seguida de hidrólisis alcalina, esta prueba se lo realizó para evaluar la calidad de alimentos de origen vegetal donde los resultados fueron de la mandarina 0,51 g, mango 1,59 g, piña 10,01 g los mismos que se asemejan con los valores de referencia indicando en la tabla.

Para la determinación de proteínas se realizó por el método Kjeldahl, donde pasó por tres etapas digestión, destilación y por último se tituló con HCl hasta el punto de viraje, dando como resultados para la mandarina 8,12 g, mango 0.43 g, piña 4,28 g, donde los gramos de proteína de la piña es menor al valor de referencia, indicando que puede ser por la variedad, época de cultivo o calidad de los reactivos, mientras que los gramos de la mandarina y mango se asemejan al valor de referencia

### 3.2 Extracción de colorantes naturales

#### 3.2.1 Material vegetal fresco

**Tabla 2-3:** Resultado de la extracción de los colorantes del material fresco

<b>Parámetro</b>	<b>Piña (g) cáscara</b>	<b>Mango (g) pulpa</b>	<b>Mandarina (g) cáscara</b>
<b>Solvente (mL)</b>	400	300	400
<b>Numero de sifonaciones</b>	4	2	4
<b>Extracto (mL)</b>	392	274	379
<b>Solvente recuperado (mL)</b>	350	246	345
<b>Colorante (mL)</b>	41	20	36
<b>Rendimiento %</b>	10	7	9

Realizado por: Mónica Díaz, 2018

La extracción de los colorantes naturales se realizó con etanol al 90 % y con 50 g cáscara de mandarina, piña y pulpa de mango en fresco en el equipo de soxhlet y posteriormente se concentró en el Rotavapor Wather 360 Bath, de manera general se puede decir que la diferencia del número de sifonaciones se debe a la materia prima que se utiliza debido a que la textura, forma y porcentaje de agua no es la misma en todas. Como es el caso del mango que al contener gran

cantidad de agua se utiliza poco solvente para la extracción y el número de sifonaciones es de dos debido a que el colorante no está muy concentrado; mientras que la cáscara de mandarina y de piña la materia prima tiene poca cantidad de agua y se necesita más solvente y más número de sifonaciones para remover el colorante natural que se encuentra dentro de las membranas celulares de la cáscara.

### 3.2.2 *Material vegetal seco*

**Tabla 3-3:** Resultado de la extracción de los colorantes del material seco

Parámetro	Piña (g) cáscara	Mango (g) pulpa	Mandarina (g) cáscara
Solvente (mL)	400	400	400
Número de sifonaciones	4	4	4
Extracto (mL)	387	381	385
Solvente recuperado (mL)	339	319	335
Colorante (mL)	48	39	44
Rendimiento %	12	10	11

Realizado por Mónica Díaz, 2018

Para la extracción de colorantes naturales en seco la materia prima se sumergió en metabisulfito de sodio 1% con el fin de evitar que se oxide y produzcan cambios en su coloración, se colocó las muestras en el secador de bandejas tipo armario a 45 °C, se utilizó 400 mL de solvente donde el número de sifonaciones para las tres materias primas fueron de cuatro debido a que si se realizan más número de sifonaciones podrían sufrir cambios drásticos como el pardeamiento químico. Por cuanto a los porcentajes de rendimiento fueron para la piña 12%, pulpa de mango 10% y para la mandarina 11% teniendo en cuenta al momento de la extracción pueden arrastrar compuesto como azúcares, pectinas, polisacáridos etc.

Cabe recalcar puede haber diferencia en la recuperación del solvente debido a que al contacto con el calor por largos tiempos se evapora y también al momento de la extracción puede haberse quedado junto con la materia prima seca.

### 3.3 Resultado del análisis fisicoquímico de los colorantes naturales

En el análisis físico químico de los colorantes naturales se determinó solubilidad, pH, densidad, grados brix, índice de refracción, con el fin determinar la diferencia entre la muestra fresca y seca

#### 3.3.1 Resultados solubilidad de colorantes

**Tabla 4-3:** Resultados de solubilidad

Colorante natural		Solubilidad	
		Agua destilada	Aceite
<b>Mandarina</b>	Fresco	Insoluble	Soluble
	Seco	Insoluble	Soluble
<b>Mango</b>	Fresco	Insoluble	Soluble
	Seco	Insoluble	Soluble
<b>Piña</b>	Fresco	Insoluble	Soluble
	Seco	Insoluble	Soluble

Realizado por: Mónica Díaz, 2018

Se coló en un tubo de ensayo 9 mL de aceite y en el otro tubo 9 mL de agua donde se adiciona 1 mL colorante natural y se agita vigorosamente y se observa su solubilidad, los colorantes naturales extraídos de la cáscara de la mandarina, piña y de la pulpa de mango son solubles en aceite debido a la estructura química que presenta, por eso se utiliza en la industria de alimentos como colorante de productos lácteos, aceites, emulsiones, etc. (Meléndez, 2004, pp. 209-215).

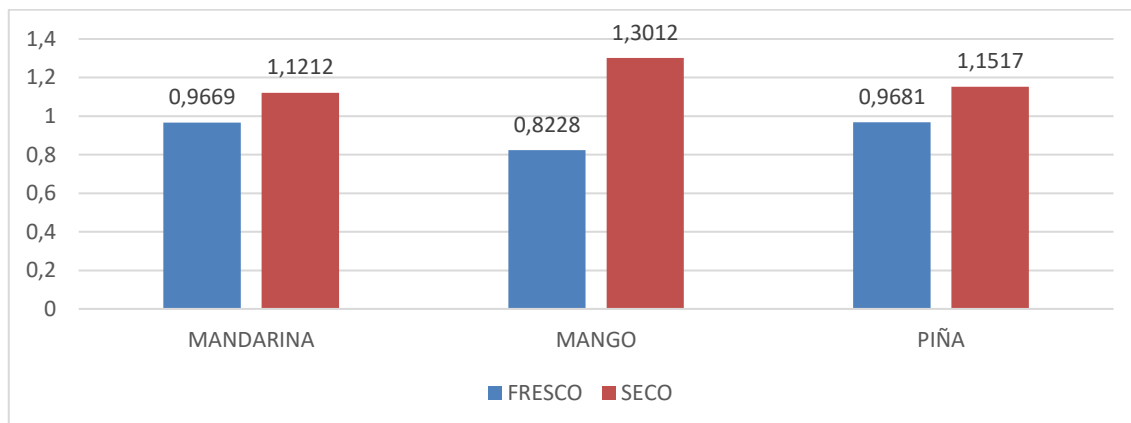
#### 3.3.2 Resultados de la densidad

**Tabla 5-3:** Densidad de los colorantes naturales

Colorantes naturales	$\rho$ (g/mL)
<b>Mandarina fresco</b>	0,9669
<b>Mandarina seca</b>	1,1212

<b>Mango fresco</b>	0,8228
<b>Mango seco</b>	1,3012
<b>Piña fresco</b>	0,9681
<b>Piña seco</b>	1,1517

Realizado por: Mónica Díaz, 2018



**Gráfico 1-3:** Densidad de los colorantes naturales

Realizado por: Mónica Díaz, 2018

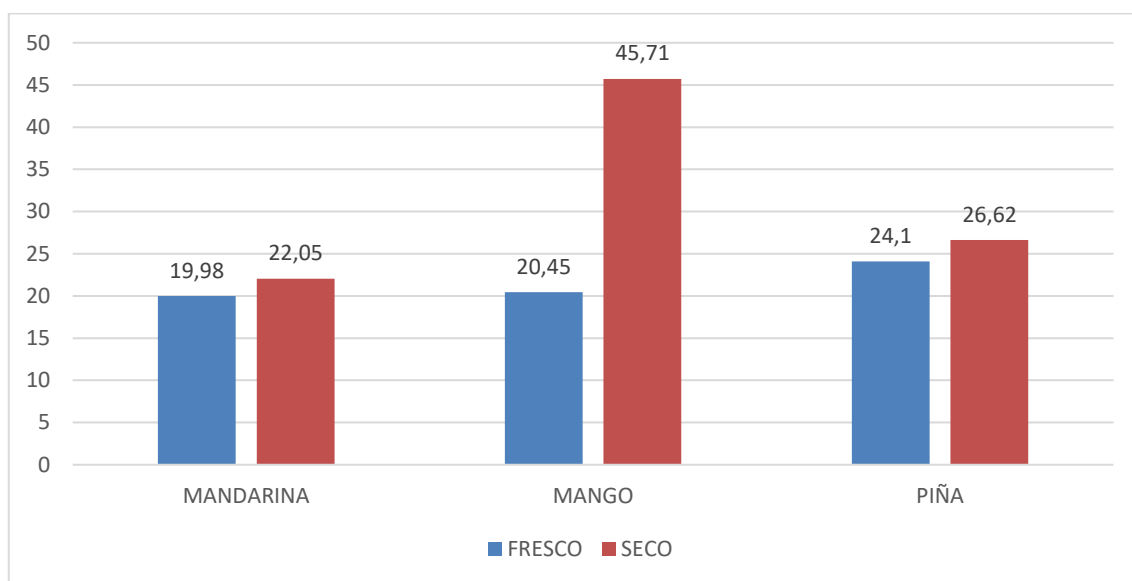
La densidad de la pulpa de mango en seco es  $1.3012 \pm 0,010$  g/mL siendo superior al resto de colorantes esto se debe a que contiene una gran cantidad de azúcares donde aumenta su concentración y por ende su densidad esto es debido a la deshidratación que sufrió la materia prima.

### 3.3.3 Resultados de los Grados brix

**Tabla 6-3:** Grados brix de los colorantes naturales

Colorantes naturales	°Bx (%)
<b>Mandarina fresca</b>	19,98
<b>Mandarina seca</b>	22,05
<b>Mango fresco</b>	20,45
<b>Mango seco</b>	45,71
<b>Piña fresco</b>	24,12
<b>Piña seco</b>	26,62

Realizado por: Mónica Díaz, 2018



**Gráfico 2-3:** Grados brix de los colorantes naturales

Realizado por: Mónica Díaz, 2018

Los grados Brix se midió en el refractómetro digital colocando una gota en el lente, donde el colorante de mango seco tuvo 45,71 siendo el valor más alto, debido a la madurez y por su alto contenido en azúcar y como paso por el proceso de deshidratación en donde se eliminó agua y se concentraron todos los solutos; mientras que los grados brix más bajo es de la mandarina en fresco con 19,98 debido a que no presentan en su constitución compuestos que aumente su valor.

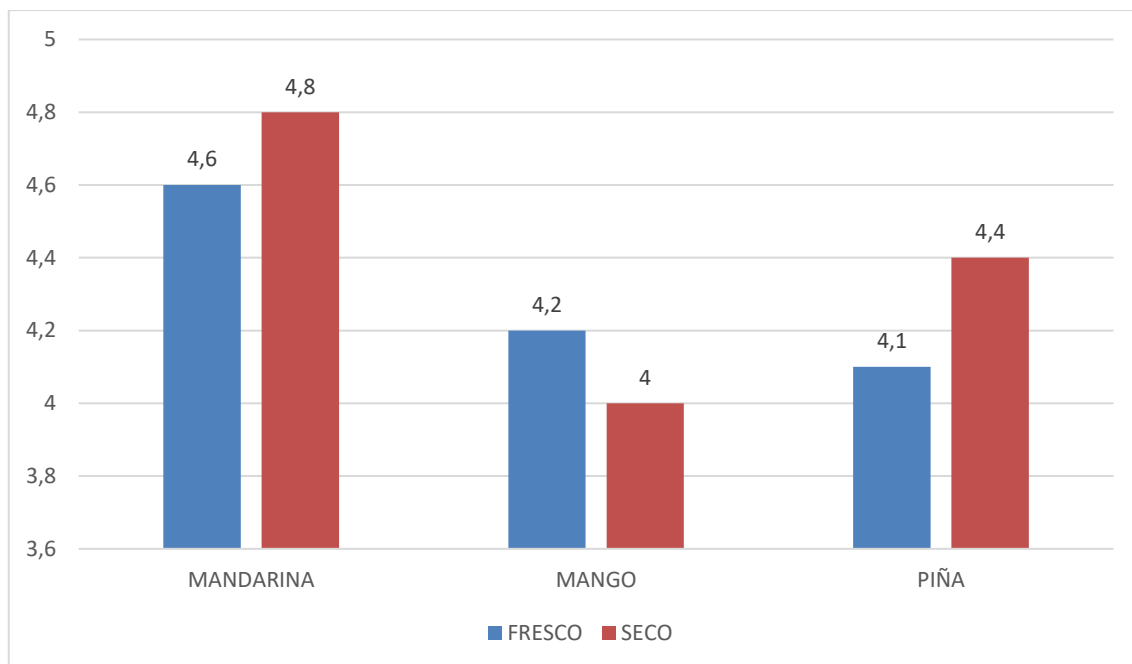
### 3.3.1 Resultado del pH

**Tabla 7-3:** pH de los colorantes naturales

Colorantes naturales	pH
<b>Mandarina fresca</b>	4,6
<b>Mandarina seca</b>	4,8
<b>Mango fresco</b>	4,2
<b>Mango seco</b>	4,0
<b>Piña fresca</b>	4,1
<b>Piña seca</b>	4,4

Realizado por: Mónica Díaz, 2018





**Gráfico 3-3:** pH de los colorantes naturales

**Realizado por:** Mónica Díaz, 2018

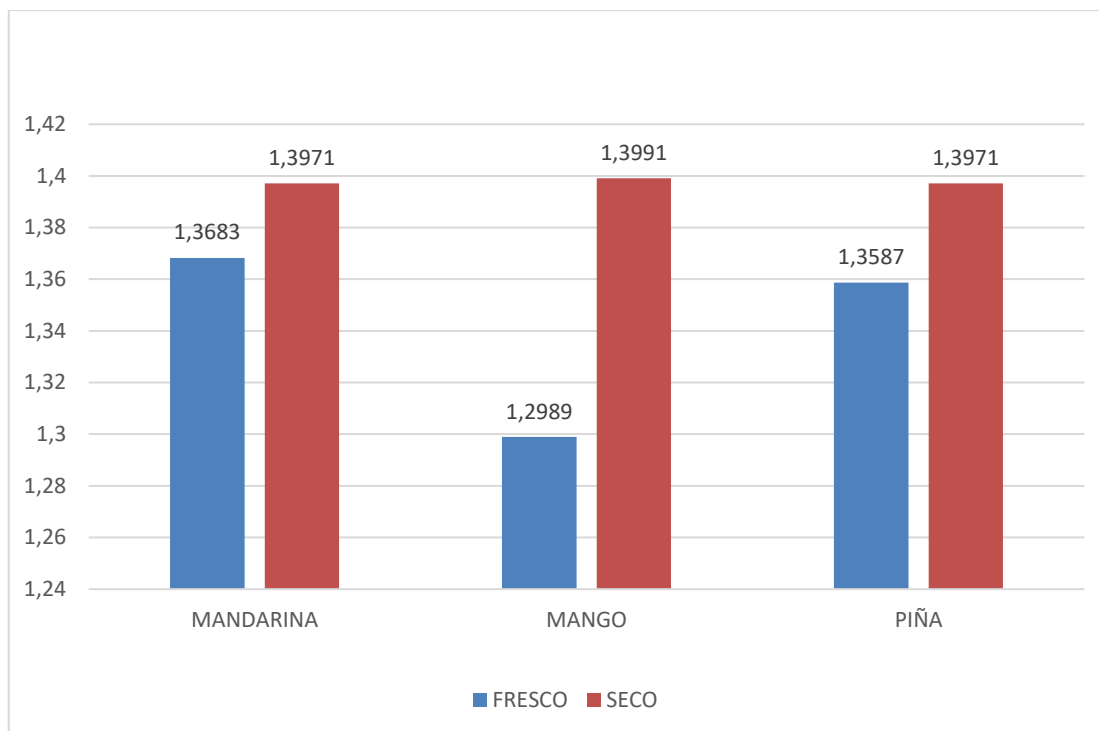
El pH de los colorantes naturales se midió con el equipo pHmetro, reportando que los colorantes que fueron extraídos en fresco son débilmente ácido debido a que los solutos están muy disueltos y a la muestra no se le retiró el agua; mientras que los colorantes que fueron extraídos en seco son más ácidos se debe al tratamiento de deshidratación que sufrió la materia prima y así se concentraron los componentes que cambian de pH.

### 3.3.2 Resultados de índice de refracción

**Tabla 8-3:** Índice de refracción de los colorantes naturales

Colorantes naturales	nD
<b>Mandarina fresca</b>	1,3683
<b>Mandarina seca</b>	1,3971
<b>Mango fresco</b>	1,2989
<b>Mango seco</b>	1,3991
<b>Piña fresca</b>	1,3587
<b>Piña seca</b>	1,3971

**Realizado por:** Mónica Díaz, 2018



**Gráfico 4-3:** índice de refracción de colorantes naturales

Realizado por: Mónica Díaz, 2018

Los índices de refracción se midieron con el refractómetro digital colocando una gota en el lente donde se reportó los siguientes valores de la mandarina en fresco 1,3683, mango fresco 1,2989 y de la piña fresco 1,3587; mientras que los colorantes que fueron extraídos en seco sus valores de índice de refracción son altos como es el caso de la mandarina 1,3971, mango 1,3991 y de piña 1,3971 esta diferencia se debe a la deshidratación que sufren las muestras y se concentran más los solutos (azúcares), pectinas, polisacáridos etc.

### 3.4 Resultados de la lectura en el espectrofotómetro uv- visible

**Tabla 9-3:** Resultado de la concentración de carotenoides en los colorantes naturales

No	Colorante natural		Ecuación cuadrática	Abs solución patrón	Longitud de onda ( $\lambda$ )Nm	Concentración mg/L
1	Mandarina	Fresco	$y = 0,0135x - 0,044$	0,538	400	43
2	Mandarina	Seco	$y = 0,0732x - 0,0263$	3,916	400	53

3	Mango	Fresco	$y = 0,0082x - 0,015$	0,246	400	32
4	Mango	Seco	$y = 0,0063x + 0,0006$	0,412	400	64
5	Piña	Fresco	$y = 0,0118x + 0,0518$	0,697	427	54
6	Piña	Seco	$y = 0,0046x + 0,0394$	0,307	427	58

Realizado por: Mónica Díaz, 2018

Para realizar la determinación de la concentración se utilizó el espectrofotómetro UV visible donde se midió la absorbancia de la solución patrón (colorante natural concentrado) y de las disoluciones de 5,10 15, 20, 25.ppm y por regresión lineal se obtiene la ecuación cuadrática.

La concentración de los colorantes naturales en fresco para la mandarina, mango y piña en fresco es 43mg/L, 38 mg/L y 54mg/L respectivamente; mientras que la concentración en seco de los colorantes de la mandarina, mango y piña es de 53mg/L, 64mg/L y 58mg/L

De acuerdo a bibliografía el colorante que se analizó pertenece al grupo de los carotenoides por la longitud de onda obtenida que va desde 400-500 nm.

En la cáscara de la mandarina cuando tiene buen estado de maduración abunda el carotenoide 9-cis – violaxantina y  $\beta$ - criptoxantina (Valencia, 2015, p 29-30). El carotenoide que más sobresale en la pulpa de mango y de la cascara de la piña es el  $\beta$ -caroteno (Chacín & Castillo, 2016 p 9) .La longitud máximas de absorción del  $\beta$ -caroteno es de 427 y 493 nm (Chasquibol S, 2006 p 8)

### 3.5 Análisis microbiológico de los colorantes naturales

**Tabla 10-3:** Resultado del análisis microbiológico de los colorantes naturales

Colorante	<i>Escherichia coli</i> (UFC/mL)	Coliformes (UFC/mL)	Mohos y levaduras (UFC/mL)
<b>Mandarina fresco</b>	< 10	< 10	< 10
<b>Mandarina seca</b>	< 10	< 10	< 10
<b>Piña fresco</b>	< 10	< 10	< 10
<b>Piña seca</b>	< 10	< 10	< 10
<b>Mango fresco</b>	< 10	< 10	< 10
<b>Mango seco</b>	< 10	< 10	< 10

Realizado por: Mónica Díaz, 2018

El análisis microbiológico se realizó para determinar la presencia de microorganismos patógenos, como son los coliformes totales, *Escherichia coli*, mohos y levaduras; la técnica que se utilizó es extensión por superficie con el agar Chromogenic Coliform E-coli Agar y Agar Sabouroud, dando como resultado un UFC < 10 en una dilución de 10<sup>-1</sup> demostrando que se puede utilizar los colorantes naturales para la elaboración de cualquier producto sin que haya riesgos para la salud humana, de acuerdo a la normativa mexicana que nos indica que los colorantes naturales deben ser libres de microorganismos patógenos (NOM-038-SSA1-1993)

### 3.6 Aplicación de los colorantes naturales en el yogurt, control de pH

**Tabla 11-3:** Resultados de control de pH en yogurt con el colorante extraído en fresco

Días	pH DE LOS COLORANTES NATURALES EN FRESCO								
	Mandarina			Mango			Piña		
	1,0 mL	1,5 mL	2,0 mL	1,0 ml	1,5 mL	2,0 mL	1,0 mL	1,5 mL	2,0 mL
<b>1</b>	4,25	4,26	4,23	4,24	4,19	4,23	4,22	4,22	4,25
<b>5</b>	4,25	4,26	4,22	4,22	4,19	4,23	4,22	4,22	4,25
<b>10</b>	4,24	4,26	4,22	4,23	4,19	4,21	4,21	4,23	4,24
<b>15</b>	4,24	4,25	4,22	4,23	4,18	4,21	4,21	4,24	4,23
<b>20</b>	4,24	4,25	4,22	4,25	4,18	4,20	4,21	4,23	4,22
<b>25</b>	4,23	4,25	4,20	4,24	4,18	4,20	4,21	4,23	4,22
<b>Color</b>	Blanco	Blanco	Amarillo claro	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Amarillo claro
<b>Olor</b>	Característico			Sin olor			Característico		
<b>Sabor</b>	Característico			Característico a yogurt			Característico		

Realizado por: Mónica Díaz, 2018

**Tabla 12-3:** Resultados de control de pH en yogurt con el colorante extraído en seco

Días	pH DE LOS COLORANTES NATURALES EN SECO								
	Mandarina			Mango			Piña		
	1,0mL	1,5mL	2,0mL	1,0mL	1,5mL	2,0mL	1,0mL	1,5mL	2,0mL
<b>1</b>	4,25	4,25	4,22	4,24	4,19	4,22	4,24	4,22	4,22
<b>5</b>	4,25	4,24	4,22	4,23	4,19	4,22	4,23	4,22	4,22
<b>10</b>	4,24	4,24	4,22	4,23	4,19	4,22	4,23	4,22	4,21
<b>15</b>	4,24	4,23	4,21	4,23	4,18	4,21	4,23	4,22	4,21
<b>20</b>	4,24	4,23	4,21	4,22	4,18	4,21	4,23	4,21	4,21
<b>25</b>	4,23	4,23	4,21	4,22	4,18	4,21	4,23	4,21	4,21

<b>Color</b>	Blanco	Amarillo claro	Amarillo claro	Blanco	Amarillo claro	Amarillo claro	Blanco	Amarillo claro	Amarillo claro
<b>olor</b>	Característico			Sin olor			Característico		
<b>Sabor</b>	Característico			Característico a yogurt			Característico		

Realizado por: Mónica Díaz, 2018

Para el control de pH se midió cada 5 días durante un lapso de tiempo de 25 días, donde se pudo observar que este valor no vario mucho, debido a que el colorante extraído tiene valores semejantes al del yogurt natural por ende la variación del pH no es muy amplia de igual manera en el color, olor y sabor no se produjo separación de fases ni cambios de color y olor

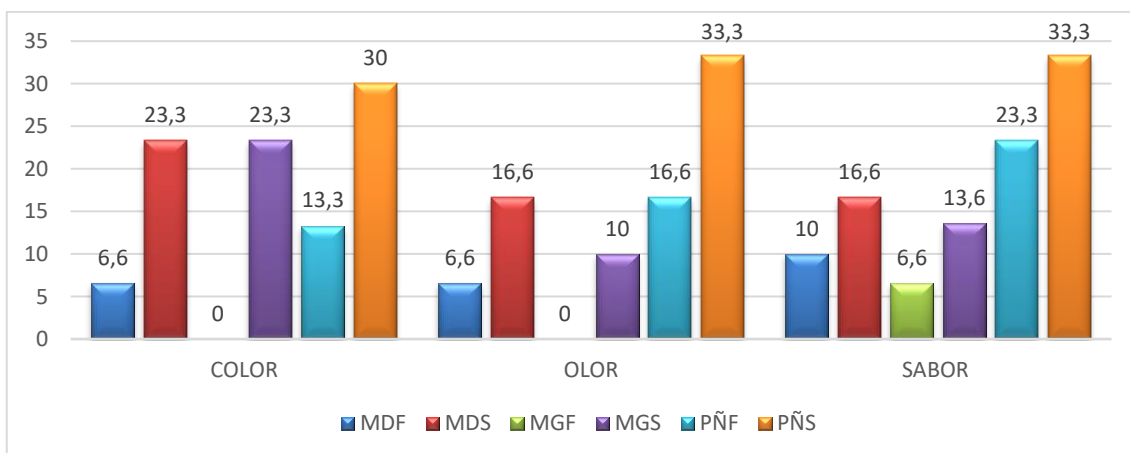
### 3.7 Aceptabilidad de las muestras de yogurt con colorante natural en fresco

**Tabla 13-3:** Resultados de la degustación del yogurt extraído con el material vegetal en fresco y seco

Porcentaje de las personas encuestadas que aceptaron el yogurt con la alícuota de 2.0ml colorante						
PD	MDF	MDS	MGF	MGS	PÑF	PÑS
<b>COLOR</b>	6,6%	23,3%	0%	23,3%	13,3%	30%
<b>OLOR</b>	6,6%	16,6%	0%	10%	16,6%	33,3%
<b>SABOR</b>	10%	16,6%	6,6%	13,6%	23,3%	33,3%

PD: Parámetros degustación, MDF: Mandarina seco, MGF: Mango fresco, MGS: Mango seco, PÑF: Piña fresco, PÑS: Piña seco

Realizado por: Mónica Díaz, 2018



**Gráfico -5-3:** Resultados de la degustación del yogurt extraído con el material vegetal en fresco

Realizado por: Mónica Díaz, 2018

Las encuestas se realizaron a 30 personas, donde se les entregó las 18 muestras de yogurt más los colorantes naturales con alícuotas de 1,0 mL colorante/100 mL yogurt, 1,5 mL colorante/100 mL yogurt y 2,0 mL colorante/100 mL yogurt en fresco y en seco, en la tabla se muestran los valores únicamente los de mayor concentración, en este caso será de 2 mL debido a que las otras concentraciones no tuvieron buena aceptación por su color, olor y sabor no eran perceptibles al gusto del encuestado, mientras que los colorantes extraídos en seco en donde se eliminó el agua y se concentraron el color, olor y otros compuestos presentes en cada materia prima tuvieron una aceptación más alta, porque el color, olor y sabor fueron más intensos como es el caso de piña que el 33,33% de los encuestados eligieron a este colorante.

### 3.8 Resultados de la medición con el colorímetro

**Tabla 14-3:** Medición con el colorímetro de los colorantes naturales

<b>CS</b>	<b>PÑS</b>	<b>MGS</b>	<b>MDS</b>	<b>PÑF</b>	<b>MGF</b>	<b>MDF</b>
X=65.1	81.5±16.4	79.0±13.8	81.5±16.4	85.0±19.9	83.4±18.3	83.4±18.3
Y=71.4	85.8±14.3	82.9±11.5	86.5±15.1	89.5±18.1	88.2±16.3	87.8±16.7
Z=37.7	79.8±42.0	78.5±40.7	77.7±39.2	86.9±49.1	84.3±49.7	87.5±46.6
<b>CS=</b> colorante, <b>PÑS=</b> piña seca, <b>MGS=</b> mango seco, <b>MDS=</b> mandarina seco, <b>PÑF=</b> piña fresco, <b>MGF=</b> mango fresco, <b>MDF=</b> mandarina fresco						

**Realizado por:** Mónica Díaz, 2018

Para la medición del color se utilizó el colorímetro, como se puede observar en la presente tabla que la desviación estándar de los colorantes naturales en comparación con el colorante artificial es muy alta, pero el beneficio de utilizar los colorantes naturales en el área de alimentos es una de las mejores alternativas para evitar enfermedades o daños a la salud, no causan efectos dañinos y una de las virtudes más principales es que ofrecen tonalidades y aromas de un mismo producto, a su vez actúan como antioxidante y de manera más específica que los carotenoides son precursores de la vitamina A. (Moral, 2017)

## CONCLUSIONES

- Se realizó el análisis bromatológico de la cáscara de mandarina, cáscara de piña y pulpa de mango la determinación de cenizas, humedad, fibra y proteína por los métodos de desecación en estufa de aire caliente, incineración en mufla, Kjeldahl y Weende, en donde la materia prima que se utilizó tuvo una composición semejante a las encontradas en bibliografía.
- Para la extracción de los colorantes naturales de cáscara de mandarina, cáscara de piña y pulpa de mango se realizó con el equipo soxhlet donde se obtuvo colorantes de color amarillo (carotenoides)

Los resultados del análisis fisicoquímico

- Materia prima fresca: pH=mandarina 4,6; mango 4,2; piña 4,1 densidad= mandarina 0,9669; mango 0,8228; piña 0,9681 grados brix= mandarina 22,48; mango 20,45; piña 45,71 índice de refracción= mandarina 1,3683; mango 1,3640; piña 1,4187.
- Materia prima seca: pH= mandarina 4,8; mango 4,4; piña 4.0 densidad= mandarina 1,1212; mango 1,3012; piña 1,1517 grados brix =mandarina 22,05; mango 25,59; piña 26,62 índice de refracción= mandarina 1,3671 mango 1,3990; piña 1,3710.
- En el análisis microbiológico dio valores de <10 UFC/ml, para mohos, levadura, *Escherichia coli* y coliformes, concluyendo que los colorantes naturales están libres de microorganismos patógenos
- Se realizó la evaluación de la aceptabilidad del yogurt con el colorante natural teniendo mayor aceptación el yogurt con el colorante de piña en seco.

## **RECOMENDACIONES**

- Controlar los parámetros físicos y químicos que ayuda al proceso oxidación del pigmento al momento de secar.
- Realizar la caracterización de los colorantes naturales y compara con un estándar
- Ejecutar el análisis proximal y complementario al yogurt con el colorante para ver si sufren cambios bioquímicos



## BIBLIOGRAFIA

**Asopiña.** La piña en el Ecuador [blog]. [Consulta: 29 agosto 2018]. Disponible en: <http://asopina-ecuador.com/areas-cultivo.html>

**Avilés, M.** *Equilibrios de solubilidad* [Blog] Disponible en: <https://fisquiweb.es/Apuntes/Apuntes2Qui/Solubilidad.pdf>

**Báez, J. E.** “Generadores de Colores Naturales : Carotenos y Xantofilas”. *Enlace químico* [en línea]. 2007. México vol 1 no 7, pp 234–239.[Consulta: 18 octubre 2018] Disponible en:<http://www.dzne.ugto.mx/Contenido/revista/numeros/7/A6.pdf>

**Belmonte et al.** Colorantes artificiales en alimentos. *Naturaleza y Tecnología*, [en línea], 2016 [Consulta: 22 agosto 2018]. Disponible en:<http://quimica.ugto.mx/index.php/nyt/article/viewFile/204/pdf>

**Blanco, M.** *Mandarina*. EcuRed. [en línea] .2018. [Consulta: 28 agosto 2018]. Disponible en: <https://www.ecured.cu/Mandarina>

**Brito, H.** Texto básico de operaciones unitarias III. [en línea]. 2001, Riobamba, p.16 [Consulta: 11 enero 2019] Riobamba. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/313673664\\_TEXTO\\_BASICO\\_DE\\_OPERACIONES\\_UNITARIAS\\_III/download](https://www.researchgate.net/publication/313673664_TEXTO_BASICO_DE_OPERACIONES_UNITARIAS_III/download)

**Brito, H.** Texto básico de operaciones unitarias III. [en línea]. 2001, Riobamba, p.16 [Consulta: 11 enero 2019] Riobamba. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/313673664\\_TEXTO\\_BASICO\\_DE\\_OPERACIONES\\_UNITARIAS\\_III/download](https://www.researchgate.net/publication/313673664_TEXTO_BASICO_DE_OPERACIONES_UNITARIAS_III/download)

**CALDAS AVILA ADRIANA PAULINA.** Optimización escalamiento y diseño de una planta piloto de extracción sólido líquido.(Tesis) Universidad de Cuenca. 2012, pp 19-22 [Consulta: 22 agosto 2018]. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/2468/1/tq1111.pdf>

**Camacho, B. et al.** Ciencia y Tecnología Alimentaria Sociedad Mexicana de Nutrición y Tecnología. *Ciencia y Tecnología Alimentaria*, [en línea ] 2004 México, vol 4, pp. 206–210. [Consulta: 6 noviembre 2018] ISSN: 1135-8122 Disponible en: [www.altaga.org/cyta](http://www.altaga.org/cyta)

**Camacho, A, et al,** Método para la cuente de mohos y levaduras en alimentos. *Técnicas 3Para*

*El Análisis Microbiológico de Alimentos*, [en línea]. 2009, vol. 2 [Consulta:20 septiembre 2018]. pp.1. Disponible en: [http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/TecnicBasicas-Cuenta-mohos-levaduras\\_6530.pdf](http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/TecnicBasicas-Cuenta-mohos-levaduras_6530.pdf)

**Casas, E.et.al.** Elaboración de papel indicador a base de extractos naturales : una alternativa fundamentada en experiencias de laboratorio para el aprendizaje del concepto de pH. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, [en línea] 2009, España vol. 6, pp. 302-314. [Consulta: 20 agosto 2009]. ISSN 1697-011X. Disponible en:<http://www.redalyc.org/pdf/920/92012978009.pdf>

**Castillo, S & Ramírez, I.** Ensayo preliminar para la obtención de colorantes naturales a partir de especies vegetales comestibles [en línea] (Tesis) Universidad del Salvador Salvador 2006 pp. 19 [Consulta:29 de octubre 2018]. Disponible en:<http://ri.ues.edu.sv/4989/1/16100351.pdf>

**Chacín, L., & Castilo, S.** Frutos tropicales como fuente de carotenoides: biosíntesis, composición, biodisponibilidad y efectos del procesamiento *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología* [en línea] 2016 Maracaibo vol 4 no pp 38–59.[Consulta: 7 noviembre 2018 ] ISSN: 2218-4384 Disponible en: <https://doi.org/10.1214/16-AOAS903>

**EcuRed.** [en línea]. Mandarina. 28 agosto 2018 [Consulta: 28 agosto 2018]. Disponible en: <https://www.ecured.cu/Mandarina>

**El Productor.** [en línea]. El cultivo de la piña y el clima en Ecuador [Consulta: 29 agosto 2018]. Disponible en: <https://elproductor.com/articulos-tecnicos/articulos-tecnicos-agricolas/el-cultivo-de-la-pina-y-el-clima-en-ecuador/>

**El telégrafo.** [en línea]. [Consulta: 29 agosto 2018]. Disponible en: <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/regional/1/el-cultivo-de-mandarina-cubre-300-hectareas-de-patate>

**Frutas en el Mundo.** *Mandarina (Citrus reticulata)*. [blog]. Disponible en: <http://consultafrutas.blogspot.com/2013/04/mandarina-citrus-reticulata.html>

**Fundación Universitaria Iberoamericana.** *Composición nutricional*. [blog]. Disponible en: <https://www.composicionnutricional.com/alimentos/MANDARINA-5>

**Fundación Mango Ecuador.** [ en línea]. 2016. [Consulta: 22 agosto 2018]. Disponible en: <https://www.mangoecuador.org/plantas-exportadores.php>

**Gallegos, J.** *Manuel de practicas de Microbiologia de alimentos* Primera. Riobamba, Ecuador, 2003, pp.5-8

**Gamboa, J. et al.** Guía para el cultivo del mango (*Mangifera indica* L.). Inta. [en línea]. 2010. [Consulta: 24 agosto 2018]. Disponible en : <http://www.platicar.go.cr/images/buscador/documents/pdf/01/00471-mango.pdf>

**Gamboa.** Fenología, Producción y Contenido de Almidón En Árboles de Mango En Guanacaste, *Agronomía Mesoamericana*. [en línea] 2012 Costa Rica, vol. 23 no 1 pp 82–84 [Consulta: 6 noviembre 2018] ISSN: 1021-7444. Disponible en: [http://www.mag.go.cr/rev\\_meso/v23n01\\_081.pdf](http://www.mag.go.cr/rev_meso/v23n01_081.pdf)

**García A.** Caracterización del contenido y de la composición de carotenoides en frutos de nuevos híbridos de cítricos [en línea] (Tesis) Universidad Politécnica de Valencia [en línea] Valencia 2015 pp. 29-30 [Consulta: 7 noviembre 2018] Disponible en: [https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/66323/tfgalexandre\\_garcia-devis\\_flores\\_14489077479685207796532016718424.pdf?sequence=](https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/66323/tfgalexandre_garcia-devis_flores_14489077479685207796532016718424.pdf?sequence=)

**Garzón, G.** Acta biológica colombiana. *Acta Biológica Colombiana*, 2008 vol. 13 no.3, pp. 27–36.

**Gibert.** *Propiedades del Mango: beneficios de su consumo, usos y cómo tomarlo.* [en línea] [consulta: 6 noviembre 2018] Disponible en: <https://propiedadesdeweb.com/mango/>

**Gibert, M.** *Industrialización del mango.* [en línea]. [Consulta: 24 agosto 2018]. Disponible en : <http://www.abc.com.py/edicion-impresas/suplementos/abc-rural/industrializacion-del-mango---dr-p-m-gibert-1305430.html>

**González L. et al.** *Densidad relativa para instrumentistas y lingüistas*, [en línea] [Consulta: 24 agosto 2018]. Disponible en <http://www.tiemporeal.es/archivos/densidadrelativa.pdf>

**Granados, J.** Aspectos básicos del cultivo de la mandarina. Bogotá- Colombia. Produmedios. 2004. [Consulta: 28 agosto 2018]. Disponible en: [http://digitool.gsl.com.mx:1801/webclient/StreamGate?folder\\_id=0&dvs=1535489195887~867](http://digitool.gsl.com.mx:1801/webclient/StreamGate?folder_id=0&dvs=1535489195887~867)

**Gutiérrez, E., & Pascual, G.** Caracterización de cáscara de mandarina (*Citrus reticulata*) en polvo e inclusión en una formulación panaria. *Agronomía Colombiana*, 2016. Disponible en: <https://doi.org/10.15446/agron.colomb.sup.2016n1.57938>

**Gutiérrez La Torre, E., & Pascual, G.** Caracterización de cáscara de mandarina (*Citrus reticulata*) en polvo e inclusión en una formulación panaria. *Agronomía Colombiana Suplemento*, 2016, S5–S8 Disponible en: <https://doi.org/10.15446/agron.colomb.sup.2016n1.57938>

**Lazarte.** *Aceptabilidad, conocimiento, consumo y composición química-nutricional del mango (Mangifera indica L.) Y productos elaborados.* UNSTA. [en línea]. 2005. Argentina. Pp. 62. [Consulta: 28 agosto 2018]. Disponible en: <http://www.publitec.com.ar/contenido/objetos/MANGO.pdf>

**López, H et al.** “Meta-análisis de los subproductos de piña (Ananas comosus) para la alimentación animal”. *Agronomía Mesoamericana*, volumen 2, 2014 pp 383.

**López, J., & Cuernavaca,** *Espectrofotometría de absorción* [en línea Maestría) Instituto de Biotecnología Iván Arenas Sosa, México. 2004 pp 15 [Consulta: 7 noviembre 2018] Disponible en: [http://www.ibt.unam.mx/computo/pdfs/met/espectrometria\\_de\\_absorcion.pdf](http://www.ibt.unam.mx/computo/pdfs/met/espectrometria_de_absorcion.pdf)

**Maupoey, P et al.** *Introducción al secado de alimentos por aire caliente* [en línea] Editorial universitat politècnica de valència. España , 2016 [Consulta: 7 noviembre 2018].Disponible en: [www.lalibreria.upv.es](http://www.lalibreria.upv.es)

**Méndez A.** *Colorantes químicos y alimentarios.* [ en línea]. 2013. [Consulta: 22 agosto 2018]. Disponible en: <https://quimica.laguia2000.com/general/colorantes-quimicos-y-alimentarios>

**Meléndez, M et al.** “Estabilidad de los pigmentos carotenoides en los alimentos”. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, [en línea] 2004, (Caracas) 54(2), pp. 209-215. [Consulta: 27 septiembre 2018], ISSN 0004-0622. Disponible en: [http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S000406222004000200011&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S000406222004000200011&lng=es&tlng=es).

**Meléndez, M A. J.** Carotenoides en agroalimentación y salud. *Programa iberoamericano de ciencia y tecnología para el desarrollo cyted* [en línea] 2017, México, vol 1 no. 1 pp 18 [Consulta: 25 octubre 2018] ISBN 978-84-15413-35-6 Disponible: <http://www.cyted.org/es/biblioteca/carotenoides-en-agroalimentaci%C3%B3n-y-salud>

**Mejía et al.** Proyecto de factibilidad para la creación de una empresa de acopio y exportación de piña cayena lisa hacia el mercado chileno, ubicada en el canton mira en la provincia del Carchi. [en línea].(tesis). Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito, Administración de empresas. Carchi. 2015. pp. 12 [consulta: 29 agosto 2018]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/8805/1/UPS-QT06550.pdf>

**Ministerio de agricultura, acuicultura y pesca.** [ en línea]. 2009. [Consulta: 22 agosto 2018]. Disponible en: <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php>

**Moreno et al.** Evaluación del contenido de carotenoides totales en cáscaras de algunas variedades de naranjas venezolanas. [en línea]. 2006, vol.23, n.3 [Consulta:23 agosto 2018]. pp. 301-309.

Disponible en: <[http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0378-78182006000300005&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-78182006000300005&lng=es&nrm=iso)>. ISSN 0378-7818.

**Murillo.** Ficha técnica de industrialización de piña (*Ananas comosus* L.). *Consejo Nacional de Producción*, [blog]. [Consulta: 29 agosto de 2018]. Disponible en: [https://www.cnp.go.cr/biblioteca/fichas/pina\\_FTP.pdf](https://www.cnp.go.cr/biblioteca/fichas/pina_FTP.pdf)

**Norma Mexicana-F-274** Determinación del grado brix en muestras de meladura;1984 [Consulta: 7 noviembre 2018] Disponible en: <https://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F-274-1984.PDF>

**Núñez E.** *Extracción con el equipo soxhlet*. Argentina, 2008a [Consulta: 23 octubre 2018] Disponible en: [www.cenunez.com.ar](http://www.cenunez.com.ar)

**Núñez E.** *Extracción con el equipo soxhlet*. Argentina, 2008b [Consulta: 23 octubre 2018] Disponible en: [www.cenunez.com.ar](http://www.cenunez.com.ar)

**Ramírez, G.** Expresión analítica de los componentes de los alimentos. Universidad de Antioquia [en línea], 2008, no. 2-21. [Consulta: 4 junio 2018]. Disponible en: [http://aprendeonline.udea.edu.co/lms/moodle/pluginfile.php/44571/mod\\_page/content/1/Notas\\_de\\_Expresion\\_analitica\\_de\\_los\\_componentes\\_de\\_los\\_alimentos\\_2008.pdf](http://aprendeonline.udea.edu.co/lms/moodle/pluginfile.php/44571/mod_page/content/1/Notas_de_Expresion_analitica_de_los_componentes_de_los_alimentos_2008.pdf)

**Rojas, N, et,al.** “Obtención de un colorante natural alimentario de mora de Castilla (*Rubus glaucus benth*)”. *Ciencia en Desarrollo* [en línea ], 2006. Colombia vol. 2 no.2, pp. 3-4. [Consulta: 18 octubre 2018]. ISSN 00121-7486 Disponible en <file:///C:/Users/Carlos%20Cuasquer/Downloads/260-Texto%20del%20artículo-444-1-10-20130430.PDF>

**Sandoval A. et al.** *Guía técnica del cultivo de la piña*. [en línea]. El Salvador. [Consulta: 29 agosto 2018]. Disponible en: <http://www.centa.gob.sv/docs/guias/frutales/GUIA%20TECNICA%20PIN%CC%83A%202011.pdf>

**Suárez, C, et al.** *Cosas visuales* [blog]. [Consulta: 14 septiembre 2010]. Disponible en: <http://www.cosasvisuales.com>

**Uyaguari, G. .** *Análisis sensorial para la determinación de los niveles aceptables de colorante y saborizante en el yogurt*. [en línea ] (tesis). Universidad Técnica de Machala. 2017. pp. 12. [Consulta: 20 septiembre 2018] [http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/11457/1/GAONA\\_UYAGUARI\\_GRACE\\_GABRIELA.pd](http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/11457/1/GAONA_UYAGUARI_GRACE_GABRIELA.pd)

**Valdiviezo M.** “Extracción del Carotenoide Licopeno a partir de los Rechazos Post Cosecha del Mercado Interno de Citrullus Lanatus (Sandía) para su Futura Aplicación en Alimentos” .(Tesis) Escuela Superior Politecnica del Litoral.2010 pp.15, [Consulta:22 octubre 2018]. Disponible en: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/9079/1/Extracci%C3%B3n%20del%20Carotenoide%20Licopeno.pdf>

**Wall-et al.** (2015). El mango: aspectos agroindustriales, valor nutricional/funcional y efectos para la salud . *Nutricion Hospitalaria* [en línea ] 2009. vol.1, pp.67–75. [Consulta: 26 de septiembre 2018] SSN 0212-1611 Disponible en: <https://doi.org/10.3305/nh.2015.31.1.7701>

**Yeverino, M.** Determinación cuantitativa de carotenoides en hojas de cinco especies del genero Leucaena [en línea]. (tesis). Universidad Autonoma de Nuevo Leon, 1997, pp.1 [Consulta:24 octubre 2018] Disponible en: <https://cd.dgb.uanl.mx/handle/201504211/1806>

**Zuluaga, J. et al.** “Evaluación de las características físicas de mango deshidratado aplicando secado por aire caliente y deshidratación osmótica”. *Revista de la Facultad de Ingeniería Universidad Central de Venezuela*, [en línea] 2010, (Venezuela). 25(4), pp.127-135. [Consulta: 27 septiembre 2018]. ISSN 0798-4065 Disponible en: [http://www.scielo.org/ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0798-40652010000400013&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org/ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-40652010000400013&lng=es&tlng=es).

## ANEXOS

### Anexo A Proximal de la materia prima

#### ANALISIS PROXIMAL DE LA MATERIA PRIMAL



a



b



c



d

#### NOTAS

- a) Tarado de capsulas y crisoles
- b) Determinación de humedad
- c) Incineración de la materia prima
- d) Determinación de cenizas

**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**ESCUELA DE BIOQUIMICA Y FARMACIA**

**REALIZADO POR: MÓNICA DÍAZ**

**DETERMINACION DE HUMEDAD Y CENIZAS DE LA**  
**MANDARINA, MANGO, PIÑA**

**Lamina: 1**

**Fecha: 10/09/2018**

**Anexo B** Extracción de colorantes naturales

**EXTRACCION DE COLORANTES NATURALES**



a



b



c



d

**NOTAS**

- a) Extracción colorante del mango fresco
- b) Extracción de colorante de piña fresco
- c) Extracción de colorante natural mandarina fresco
- d) Extracción de colorante natural de la piña en seco

**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE CIENCIAS  
ESCUELA DE BIOQUIMICA Y FARMACIA**

**REALIZADO POR: MÓNICA DÍAZ**

**EXTRACCION DE COLORANTES NATURALES  
DE LA MANDARINA, MANGO, PIÑA**

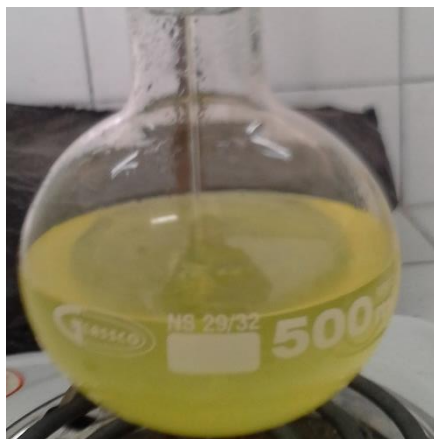
**Lamina: 2**

**Fecha: 10/09/2018**



**Anexo C** Concentración de los colorantes naturales

**CONCENTRACION DE COLORANTE NATURALES EN EL ROTAVAPOR**



**a**



**b**



**c**

<p><b>NOTAS</b></p>	<p><b>ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO</b>  <b>FACULTAD DE CIENCIAS</b>  <b>ESCUELA DE BIOQUIMICA Y FARMACIA</b>   <b>REALIZADO POR: MÓNICA DÍAZ</b></p>	<p><b>CONCENTRACIÓN DE COLORANTE                  BNATURAL</b></p>	
<p>a) Colorante natural más solvente                  b) Solvente recuperado                  c) Colorante natural</p>		<p><b>Lamina: 3</b></p>	<p><b>Fecha: 10/09/2018</b></p>

**Anexo D Pruebas Físico-químicos**

**ANEXO C  
PRUEBAS FISICO QUIMICAS DE LOS COLORANTE NATURALES**



**a**



**b**

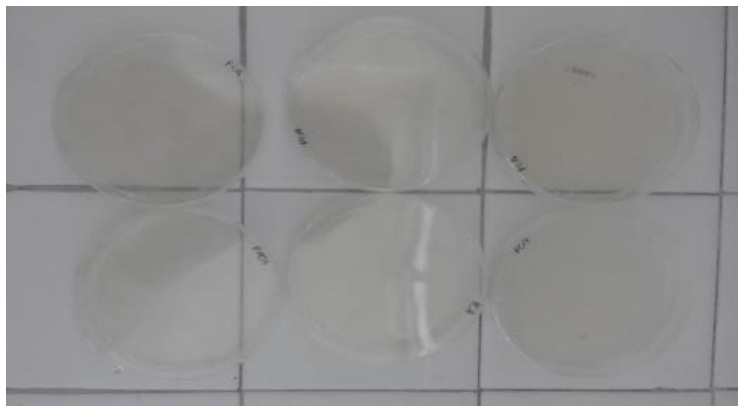


**c**

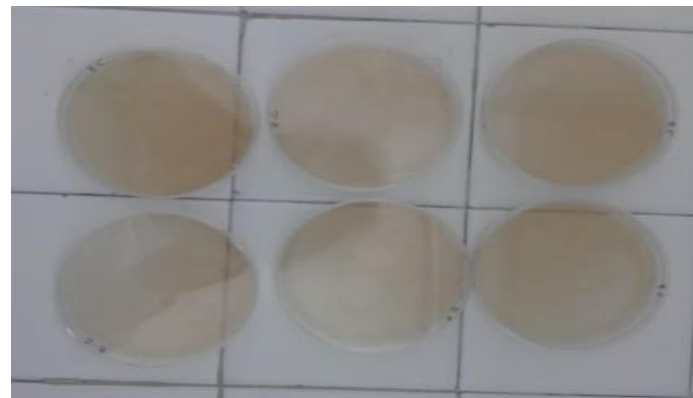
<b>NOTAS</b>	<b>ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO</b> <b>FACULTAD DE CIENCIAS</b> <b>ESCUELA DE BIOQUIMICA Y FARMACIA</b>  <b>REALIZADO POR: MÓNICA DÍAZ</b>	<b>DETERMINACION DE pH Y DENSIDAD RELATIVA</b>	
a) Densidad de los pigmentos naturales b) Solubilidad en agua del colorante natural c) Solubilidad en aceite de los colorantes naturales		<b>Lamina:4</b>	<b>Fecha: 10/09/2018</b>

**Anexo E Análisis Microbiológico**

**ANALISIS MICROBIOLÓGICO DE COLORANTE NATURALES**



**a**



**b**

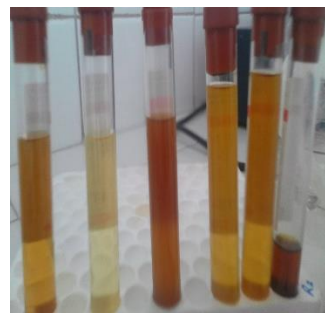
NOTAS	ANALISIS MICROBIOLÓGICO	
a) Cajas de análisis microbiológicos de hongos y levaduras b) Cajas de análisis microbiológico de Escherichia coli y coliformes.	<b>ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO</b> <b>FACULTAD DE CIENCIAS</b> <b>ESCUELA DE BIOQUIMICA Y FARMACIA</b>  <b>REALIZADO POR: MÓNICA DÍAZ</b>	
	<b>Lamina:5</b>	<b>FECHA:20/09/2018</b>

**Anexo F** Aplicación de los colorantes naturales en el yogurt

**APLICACIÓN DE LOS COLORANTES NATURALES EN EL YOGURT**



**a**



**b**



**c**



**d**

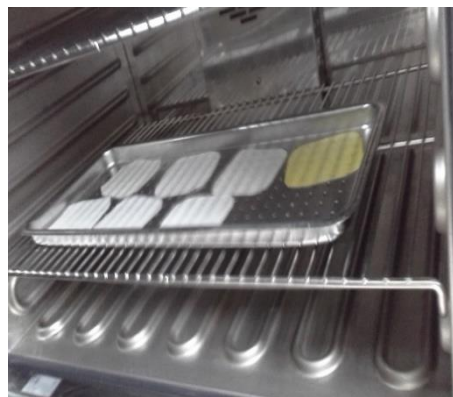
<b>NOTAS</b>	<b>ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO</b> <b>FACULTAD DE CIENCIAS</b> <b>ESCUELA DE BIOQUIMICA Y FARMACIA</b>  <b>REALIZADO POR: MÓNICA DÍAZ</b>	<b>APLICACIÓN DE LOS COLORANTES NATURALES EN EL YOGURT</b>	
a) Colorantes naturales b) Colorantes naturales c) Yogurt +colorantes naturales en fresco d) Colorantes naturales en seco		<b>Lamina:6</b>	<b>FECHA:20/09/2018</b>

**Anexo G** Medición del color

**MEDICIÓN DEL COLOR**



**a**



**b**



**c**

<b>NOTAS</b>	<p><b>ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO</b>  <b>FACULTAD DE CIENCIAS</b>  <b>ESCUELA DE BIOQUIMICA Y FARMACIA</b></p> <p><b>REALIZADO POR: MÓNICA DÍAZ</b></p>	<b>MEDICION DE LOS COLORANTES NATURALES CON EL COLORIMETRO</b>	
<p>a) Tinción del papel filtro con el colorante</p> <p>b) Secado del papel filtro</p> <p>c) Medición con el colorímetro de los colorantes naturales</p>		<b>Lamina:7</b>	<b>FECHA:28/11/2018</b>

## Anexo H Encuesta de la degustación

### ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

#### FACULTAD DE CIENCIAS

#### ESCUELA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA

- ▲ **TEMA:** Extraer los colorantes naturales del, mango (*Mangifera indica L.*), piña (*Ananas comosus*), mandarina (*Citrus reticulata*) para el uso en la industria de alimentos.

Colorante	Muestra	Color		Olor		Sabor	
		BUENO	MALO	BUENO	MALO	BUENO	MALO
MDF	1 mL						
MDF	1.5 mL						
MDF	2.0 mL						
MDS	1 mL						
MDS	1.5 mL						
MDS	2.0 mL						
MGF	1 mL						
MGF	1.5 mL						
MGF	2.0 mL						
MGS	1 mL						
MGS	1.5 mL						
MGS	2.0 mL						
PNF	1 mL						
PNF	1.5 mL						
PNF	2.0 mL						
PNS	1 mL						
PNS	1.5 mL						
PNS	2.0 mL						

MDF: Mandarina fresco, MDS: Mandarina seco, MGF: Mango fresco, MGS: Mango seco, PNF: Piña fresco, PNS: Piña seco

