



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA

**“DISEÑO DE UN PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE
COLORANTES NATURALES A PARTIR DE ACHIOTE (*Bixa
orellana*), CHONTA (*Bactris gasipaes*) Y PAPAYA HAWAIANA
(*Carica papaya l.*) EN SECO Y HÚMEDO.”**

Trabajo de Titulación

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA QUÍMICA

AUTORA: ROXANA MARIUXI BARRENO ROSERO

TUTORA: Ing. SONIA MERCEDES VALLEJO ABARCA

Riobamba-Ecuador

2020

©2020, Roxana Mariuxi Barreno Rosero

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.

Yo, Roxana Mariuxi Barreno Rosero declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados. Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Riobamba, 17 de Febrero del 2020



Roxana Mariuxi Barreno Rosero

C.I. 150122885-0

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

El tribunal de Trabajo de titulación certifica que: El presente trabajo de investigación: “**DISEÑO DE UN PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE COLORANTES NATURALES A PARTIR DE ACHIOTE (*Bixa orellana*), CHONTA (*Bactris gasipaes*) Y PAPAYA HAWAIANA (*Carica papaya L.*) EN SECO Y HÚMEDO.**” de responsabilidad de la señorita Roxana Mariuxi Barreno Rosero, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal de Trabajo de Titulación, quedando autorizada su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Sonia Mercedes Vallejo Abarca MSc. DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN		2020-02-17
Ing. Hanníbal Lorenzo Brito Moina Ph.D. MIEMBRO DEL TRIBUNAL		2020-02-17
Ing. César Arturo Puente Guijarro Ph.D. MIEMBRO DELEGADO DEL DECANATO		2020-02-17

DEDICATORIA

Se lo dedico a Dios y a la Virgen María que sin Ella mi tiempo universitario hubiese sido tan vacío y pues todo lo bueno que alcanzo no es mío, es de Ella; a mis padres, mi pilar fundamental y por quienes he llegado a ser quien ahora soy; muchos de los logros se los debo a ustedes, incluyendo este. A mis hermanos, sobrinos y familiares cercanos quienes me han apoyado durante toda esta etapa y las llevo en mi corazón y en mis oraciones; a mis amigos, que quizá son pocos pero que gracias a ustedes he sentido a mi familia cerca siempre. Gracias, por tanto.

Con mucho cariño

Roxana

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios y a la Virgencita María, por guiarme en la vocación a la cual he escogido; a mis padres, el gran motor de mi vida; a mis hermanos y sobrinos por el apoyo, la paciencia y alegría que me han brindado siempre en especial en los momentos de tropiezos y dificultades. A mis amigos y aquellas personas que han marcado mi vida con su cariño, su alegría, sus luchas, quienes para mí son como una familia. Gracias por tanto amor.

Roxana.

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xv
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xvi
RESUMEN.....	xvii
SUMMARY.....	xviii
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	4
1.1. Antecedentes de la Investigación.....	4
1.2. Marco Conceptual o Glosario.....	4
1.2.1. Productos Agrícolas.....	4
1.2.2. <i>Colorante</i>	7
1.2.1.1. Aditivos alimenticios.....	8
1.2.1.2. <i>Color</i>	8
1.2.2. Diseño 10	
1.2.2.1. <i>Selección de la Fruta</i>	10
1.2.2.2. <i>Secado (para el diseño en base seca)</i>	10
1.2.2.3. <i>Extracción Sólido- Líquido</i>	11
1.2.2.4. <i>Filtración</i>	11
1.2.2.5. <i>Destilación al vacío (Rotavapor)</i>	12
1.2.3. Secado por Atomización.....	13
1.2.4. Molienda y tamizado.....	14

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO.....	15
2.1. Hipótesis y especificación de las variables.....	15
2.1.1. <i>Hipótesis General</i>	15

2.1.2.	<i>Hipótesis Específicas</i>	15
2.2.	Operacionalidad de Variables	17
2.3.	Matriz de Consistencia.....	18
2.4.	Tipo y Diseño de Investigación.....	20
2.4.1.	<i>Método Descriptivo</i>	20
2.5.	Unidad de Análisis.....	20
2.6.	Población de Estudio	20
2.7.	Tamaño de Muestra.	20
2.8.	Selección de muestra	23
2.9.	Localización del trabajo de titulación	23
2.10.	Técnicas de Recolección de Datos.	23
2.11.	Determinación de Humedad.....	24
2.12.	Determinación de cenizas	24
2.13.	Extracción sólido- líquido de los colorantes.....	25
2.14.	Destilación al vacío	25
2.15.	Análisis de Colorantes.....	26
2.16.	Espectrofotometría IR	28
2.17.	Análisis Microbiológicos	29
2.18.	Proceso de secado, Eliminación de agua en una estufa de aire	30
2.19.	Eliminación de agua en un secador por atomización	30
2.20.	Determinación de Actividad de agua.....	31
2.21.	Colorimetría.....	31

CAPÍTULO III

3.1.	Análisis bromatológico proximal.....	32
3.2.	Caracterización macro morfológicas y organolépticas de las muestras	33
3.2.1.	<i>Características Macromorfológicas</i>	33
3.2.2.	<i>Características Organolépticas</i>	33
3.3.	Extracción sólido – líquido en muestra húmeda	34
3.3.1..	<i>Balance de masa general del proceso</i>	35
3.4.	Extracción sólido – líquido en seco.....	36
4.3.1.	<i>Balance de masa general del proceso</i>	40
3.5.	Secado por atomización.....	46
3.5.1.	<i>Resultados del secado por atomización de la Papaya a 110° C</i>	46
3.5.2.	<i>Resultados del secado por atomización de la Chonta a 110° C</i>	46

3.6.	Balance de masa para molienda y tamizado	47
3.6.1.	<i>Balance de masa en la molienda</i>	47
3.7.	Colorimetría	49
3.8.	Espectrofotometría	57
3.9.	Espectrofotometría Ir Extracción De Muestras Húmedas	58
3.10.	Espectrofotometría Ir Extracción De Muestras Secas	59
3.11.	Espectrofotometría ir extracción de muestras el polvo, dilución 1g/1mL	62
3.12.	Estabilidad del colorante en un producto alimenticio	65
3.13.	Análisis sensorial.....	66
3.14.	Análisis de color	66
3.15.	Análisis de olor.....	70
3.16.	Análisis de sabor	73
3.17.	Pruebas de hipótesis	77
3.17.1.	<i>Hipótesis 1</i>	77
3.17.2.	<i>Hipótesis 2</i>	77
3.17.3.	<i>Hipótesis 3</i>	78
3.17.4.	<i>Hipótesis 4.....</i>	78
3.17.5.	<i>Hipótesis 5.....</i>	78
3.17.6.	<i>Hipótesis 6.....</i>	79
3.18.	Implementación Del Proyecto.....	79
3.19.	Costos de implementación de la propuesta	81
	CONCLUSIONES.....	83
	RECOMENDACIONES.....	85
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1: Taxonomía de la Chonta.....	5
Tabla 2-1: Taxonomía Papaya Hawaiana	6
Tabla 3-1: Taxonomía Achiote	7
Tabla 1-2: Hipótesis y especificación de variables	16
Tabla 2-2: Operacionalización para la obtención de colorante natural.....	17
Tabla 3-2: Matriz de Consistencia aspectos generales.....	18
Tabla 4-2: Matriz de Consistencia aspectos específicos	18
Tabla 5-2: Técnica de Determinación de Humedad.....	24
Tabla 6-2: Técnica para la Determinación de Cenizas.....	24
Tabla 7-2: Técnica para la extracción sólido -líquido de los colorantes.....	25
Tabla 8-2: Técnica para destilación al vacío.....	25
Tabla 9-2: Técnica de Análisis de colorantes obtenidos	26
Tabla 10-2: Técnica de para la determinación en los colorantes obtenidos.....	28
Tabla 11-2: Técnica para Análisis microbiológicos.....	29
Tabla 12-2: Técnica para eliminación de agua en una estufa de aire.....	30
Tabla 13-2: Técnica para la eliminación de agua en un secador por atomización.....	30
Tabla 14-2: Técnica para la determinación de actividad de agua	31
Tabla 15-2: Técnica para colorimetría	31
Tabla 1-3: datos experimentales obtenidos para la obtención del % de humedad y cenizas de las muestras	32
Tabla 2-3: Características morfológicas de las frutas utilizadas	33
Tabla 3-3: características organolépticas de las frutas utilizadas.....	33
Tabla 4-3: Datos obtenidos en la extracción solido-liquido en húmedo	34
Tabla 5-3: promedio de rendimientos de los colorantes en fresco o húmedo	36
Tabla 6-3: Datos experimentales de secado del achiote.....	37
Tabla 7-3: Datos experimentales de secado de la chonta.....	38
Tabla 8-3: Datos experimentales de secado de la papaya	39
Tabla 9-3: Datos obtenidos en la extracción solido-liquido en secodatos obtenidos en la extracción solido-liquido en seco	40
Tabla 10-3: Promedio del rendimiento de los colorantes en seco.....	42
Tabla 11-3: Densidad de los colorantes extraídos de las muestras en húmedo y seco	42
Tabla 12-3: Grados brix del colorante, colorantes de muestras húmedas y secas.....	43
Tabla 13-3: Índice de refracción, colorantes de muestras húmedas y secas	43

Tabla 14-3: pH de los colorantes de muestras húmedas y secas.....	44
Tabla 15-3: Ensayo de fehling	44
Tabla 16-3: Solubilidad de los colorantes en húmedo y seco	45
Tabla 17-3: Resultados de pruebas microbiológicas en colorantes de muestras húmedas	45
Tabla 18-3: Resultados de pruebas microbiológicas en colorantes de muestras secas	45
Tabla 19-3: Valores obtenidos en el secado por atomización de la papaya.....	46
Tabla 20-3: Resultados del secado por atomización de la papaya	46
Tabla 21-3: Valores obtenidos en el secado por atomización de la chonta.....	47
Tabla 22-3: Resultados del secado por atomización de la chonta.....	47
Tabla 23-3: Trituración de achiote.....	48
Tabla 24-3: Actividad del Agua en los colorantes en polvo	48
Tabla 25-3: Determinación de coloración CIELAB	57
Tabla 26-3: Datos obtenidos en el espectrofotómetro IR de la chonta húmeda.....	58
Tabla 27-3: Datos obtenidos en el espectrofotómetro IR de la papaya húmeda	59
Tabla 28-3: Datos obtenidos en el espectrofotómetro IR de la papaya seca.....	60
Tabla 29-3: Datos obtenidos en el espectrofotómetro IR de la chonta seca	61
Tabla 30-3: Datos obtenidos en el espectrofotómetro IR del colorante achiote seco	62
Tabla 31-3: Datos obtenidos en el espectrofotómetro IR del colorante de papaya en polvo	63
Tabla 32-3: Datos obtenidos en el espectrofotómetro IR del colorante chonta en polvo	64
Tabla 33-3: Datos obtenidos en el espectrofotómetro IR del colorante achiote en polvo.....	65
Tabla 34-3: pH de las muestras de Yogurt con el colorante	65
Tabla 35-3: Codificación de las muestras	66
Tabla 36-3: Codificación de muestras	66
Tabla 37-3: Datos obtenidos en el análisis sensorial para parámetro de color.....	66
Tabla 38-3: Datos obtenidos en el análisis sensorial para parámetro de color.....	67
Tabla 39-3: Datos obtenidos en el análisis sensorial para parámetro de color.....	68
Tabla 40-3: Datos obtenidos en el análisis sensorial para parámetro de color.....	68
Tabla 41-3: Datos obtenidos en el análisis sensorial para parámetro de color.....	69
Tabla 42-3: Datos obtenidos en el análisis sensorial para parámetro de olor	70
Tabla 43-3: Datos obtenidos en el análisis sensorial para parámetro de olor	70
Tabla 44-3: Datos obtenidos en el análisis sensorial para parámetro de olor	71
Tabla 45-3: Datos obtenidos en el análisis sensorial para parámetro de olor	72
Tabla 46-3: Datos obtenidos en el análisis sensorial para parámetro de olor	72
Tabla 47-3: Datos obtenidos en el análisis sensorial para parámetro de sabor	73
Tabla 48-3: Datos obtenidos en el análisis sensorial para parámetro de sabor	74
Tabla 49-3: Datos obtenidos en el análisis sensorial para parámetro de sabor	74
Tabla 50-3: Datos obtenidos en el análisis sensorial para parámetro de sabor	75

Tabla 51-3: Datos obtenidos en el análisis sensorial para parámetro de sabor	76
Tabla 52-3: Aceptabilidad en el parámetro de color.....	76
Tabla 53-3: Aceptabilidad en el parámetro de olor.....	76
Tabla 54-3: Aceptabilidad en el parámetro de sabor	77
Tabla 55-3: Recursos Humanos	81
Tabla 56-3: Costo de materia prima.....	81
Tabla 57-3: Costos de insumos	81
Tabla 58-3: Costo para los colorantes.....	82
Tabla 59-3: Costo total para la producción de colorantes naturales a partir de achiote, chonta y papaya.....	82

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1: Racimo de chonta.....	5
Figura 2-1: Papaya Hawaiana	6
Figura 3-1: Achiote.....	7
Figura 4-1: Espectro electromagnético remarcando el espectro visible	8
Figura 5-1: Principales colorantes naturales.....	9
Figura 6-1: Extracción Solido- Líquido.....	11
Figura 7-1: Equipo de Filtración al vacío	11
Figura 8-1: Rotavapor.....	12
Figura 9-1: Equipo de Atomización.....	13
Figura 1-2: Proceso De Obtención Del Colorante Natural Apartir Muestras En Húmedo	21
Figura 2-2: Proceso de obtención del colorante natural a partir de las muestras en seco	22
Figura 3-2: Localización geográfica del Laboratorio de Investigación	23
Figura 1-3: Balance de masa general del proceso en húmedo	35
Figura 2-3: Balance de masa general del proceso en seco	40
Figura 3-3: Balance de masa para la molienda y tamizado del achiote	47
Figura 4-3: Curva de la espectrofotometría del colorante en Medidor de color PCE-CSM 20 papaya húmeda	20 49
Figura 6-3: Curva de la espectrofotometría de colorantes en Medidor de color PCE-CSM 20 papaya seca.....	20 50
Figura 6-3: Análisis de Color CIE LAB Papaya seca.....	50
Figura 8-3: Curva de la espectrofotometría del colorante en Medidor de color PCE-CSM 20 papaya polvo.....	20 51
Figura 9-3: Análisis de Color CIE LAB Papaya polvo.....	51
Figura 10-3: Curva de la espectrofotometría del colorante en Medidor de color PCE-CSM 20 Chonta húmeda.....	20 52
Figura 11-3: Análisis de Color CIE LAB Chonta húmeda	52
Figura 12-3: Curva de la espectrofotometría del colorante en Medidor de color PCE-CSM 20 Chonta en polvo	20 53
Figura 13-3: Análisis de Color CIE LAB Chonta polvo.....	53
Figura 14-3: Curva de la espectrofotometría del colorante en Medidor de color PCE-CSM 20 Chonta Seca	20 54
Figura 15-3: Análisis de Color CIE LAB Chonta seca.....	54
Figura 16-3: Análisis de Color CIE LAB Achiote polvo	55

Figura 16-3: Curva de la espectrofotometría del colorante en Medidor de color PCE-CSM 20	
Achiote polvo.....	55
Figura 18-3: Curva de la espectrofotometría de colorantes en Medidor de color PCE-CSM 20	
Achiote seco.....	56
Figura 19-3: Análisis de Color CIE LAB Achiote seco	56

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-3: Curva de humedad del achiote	37
Gráfico 2-3: Curva de humedad de la chonta.....	38
Gráfico 3-3: Curva de humedad de la papaya.....	39
Gráfico 4-3: Curva de los picos obtenidos en la muestra del colorante de chonta húmeda	58
Gráfico 5-3: Curva de los picos obtenidos en la muestra del colorante de papaya húmeda	58
Gráfico 6-3: Curva de los picos obtenidos en la muestra del colorante de papaya seca.....	59
Gráfico 7-3: Curva de los picos obtenidos en la muestra del colorante de chonta seca.....	60
Gráfico 8-3: Curva de los picos obtenidos en la muestra del colorante de achiote seco.....	61
Gráfico 9-3: Curva de los picos obtenidos en la muestra del colorante de papaya en polvo	62
Gráfico 10-3: Curva de los picos obtenidos en la muestra del colorante de chonta en polvo....	63
Gráfico 11-3: Curva de los picos obtenidos en la muestra del colorante de achiote en polvo...	64
Gráfico 12-3: Valoración general de jueces afectivos del yogurt con colorante de.....	67
Gráfico 13-3: Valoración general de jueces afectivos del yogurt con colorante de.....	67
Gráfico 14-3: Valoración general de jueces afectivos del yogurt con colorante de.....	68
Gráfico 15-3: Valoración general de jueces afectivos del yogurt con colorante de.....	69
Gráfico 16-3: Valoración general de jueces afectivos del yogurt con colorante de.....	69
Gráfico 17-3: Valoración general de jueces afectivos del yogurt con colorante	70
Gráfico 18-4: Valoración general de jueces afectivos del yogurt con colorante de papaya	71
Gráfico 19-3: Valoración general de jueces afectivos del yogurt con colorante de.....	71
Gráfico 20-3: Valoración general de jueces afectivos del yogurt con colorante de.....	72
Gráfico 21-3: Valoración general de jueces afectivos del yogurt con colorante	73
Gráfico 22-3: Valoración general de jueces afectivos del yogurt con colorante de.....	73
Gráfico 23-3: Valoración general de jueces afectivos del yogurt con colorante	74
Gráfico 24-3: Valoración general de jueces afectivos del yogurt con colorante de.....	75
Gráfico 25-3: Valoración general de jueces afectivos del yogurt con colorante de.....	75
Gráfico 26-3: Valoración general de jueces afectivos del yogurt con colorante de.....	76
Gráfico 27-3: Proceso	80

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: SELECCION DE MATERIA PRIMA

ANEXO B: FRUTA CORTADA PARA PROCESO EN HÚMEDO

ANEXO C: FRUTAS PARA EL PROCESO EN SECO

ANEXO D: EQUIPOS UTILIZADOS

ANEXO E: EQUIPOS UTILIZADOS

ANEXO F: EQUIPOS UTILIZADOS

ANEXO G: COLORANTES EXTRAIDOS Y PRUEBAS

ANEXO H: SOLUBILIDAD DE COLORANTES EN AGUA

ANEXO I: PROCESO DE ATOMIZACIÓN

ANEXO J: PRUEBAS MICROBIOLÓGICAS EN CHONTA EN SECO

ANEXO K: PRUEBAS MICROBIOLÓGICAS DE PAPAYA EN SECO

ANEXO L: PRUEBAS MICROBIOLÓGICAS DEL COLORANTE DE ACHIOTE EN SECO

ANEXO M: PRUEBAS MICROBIOLÓGICAS DEL COLORANTE DE PAPAYA EN
HÚMEDO

ANEXO N: PRUEBAS MICROBIOLÓGICAS DE COLORANTE DE CHONTA EN
HÚMEDO

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo principal, efectuar el diseño de un proceso para extraer colorantes naturales en seco y húmedo a partir de achiote (*Bixa orellana*), chonta (*Bactris gasipaes*) y papaya hawaiana (*Carica papaya l.*) para uso alimenticio. Para esto se seleccionó cada una de las frutas a utilizar como materia prima para cada proceso, se realizó la caracterización físico-química, organoléptica y macromorfológicas de cada una de las frutas. En el proceso en húmedo se cortó cada una de las frutas, se pesó y se agregó un solvente (etanol a 96°) para su extracción sólido – líquido, después se lleva a cabo una filtración al vacío, a continuación la destilación al vacío para poder separar el solvente del colorante extraído y finalmente medimos los mL de colorante. Para el proceso con la muestra seca, se realizó el mismo procedimiento que con la muestra húmeda pero con la diferencia que la materia prima previamente se secó en una estufa de aire a 38 °C. Una vez conseguido el colorante se realizó pruebas microbiológicas y físico – químicas tanto para los colorantes obtenidos de las muestras en húmedo y de las muestras en seco, se contrastó los datos obtenidos y se analizó que el proceso realizado con las muestras en base seca a pesar de no tener mejor rendimiento, tuvo mejor pigmentación que sería un factor importante para este trabajo de titulación. Al realizar los análisis microbiológicos, se puede ver tanto en húmedo y seco hay ausencia de mohos y levaduras y una mínima presencia de colonias en el caso de la chonta seca en aerobios- mesófilos y enterobacterias, la cual tiene <5 colonias por lo que es un valor aceptable basándose en la normativa oficial NOM-119-SSA1-1994 por lo que es admisible para el consumo humano. Finalmente se recomienda utilizar el solvente con el mayor porcentaje de pureza posible para una mejor extracción del colorante.

Palabras clave: <EXTRACCIÓN SÓLIDO – LÍQUIDO>, <SECADO POR ESTUFA DE AIRE>, <FILTRACIÓN AL VACIO>. <MICROBIOLÓGICOS>, <COLORANTES NATURALES>, <ACHIOTE (*Bixa orellana*)>, <CHONTA (*Bactris gasipaes*)>, <PAPAYA HAWAIANA (*Carica papaya l.*)>.



SUMMARY

The present investigation had as the primary objective. Carry out the design of a process to extract dry and wet natural dyes from achiote (*Bixa Orellana*), chonta (*Bactris gasipaes*) and Hawaiian papaya (*Carita papaya L.*) for food use. For this investigation, each fruit to be used as raw material for each process was selected, the physical-chemical, organoleptic and macro morphological characterization of each of the fruits was performed. In the wet process, each of the fruits was cut, weighed and a solvent (ethanol at 96 °) was added for solid-liquid extraction, then vacuum filtration was carried out, then vacuum distillation to be able to separate the solvent from the dye extracted and finally we measure the mL of dye. For the process with the dry sample, the same procedure was performed as with the wet sample, but with the difference that the raw material was previously dried in a 38 ° C air heater tub. Once the dye was achieved, microbiological and physical-chemical tests were performed for both the dyes obtained from the wet samples and the dry samples, the data obtained were contrasted, and it was analyzed that the process carried out with the samples on a dry basis. Despite not having better performance, it had better pigmentation that would be an essential factor for this titration work. When performing microbiological analyses, it can be seen both in wet and dry. There is an absence of mould and yeast and a minimal presence of colonies in the case of dry chonta in aerobic-mesophilic and enterobacteria, which has <5 colonies, so it is an acceptable value based on the official norm NOM-119-SSA1-1994, so it is admissible for human consumption. Finally, it is recommended to use the solvent with the highest percentage of purity possible for better extraction of the dye.

Keywords: <SOLID - LIQUID EXTRATION>, <DRYING BY AIR STOVE>, <VACUUM FILTRATION>, <MICROBIOLOGICAL>, <NATURAL COLORS>, <ACHIOTE (*Bixa orellana*)>, <CHONTA (*Bactris gasipaes*)>, <PAPAYA HAWAIANA (*Carita papaya L.*)>.



INTRODUCCIÓN

Se conoce que el reino vegetal ha sido de gran beneficio para la sobrevivencia humana desde las primeras civilizaciones hasta la actualidad, obteniendo un gran provecho tanto cosmético, textil, farmacéutico y primordialmente alimenticio; de los cuales existe un punto importante y de gran interés en los últimos años; la utilización de productos químicos en la industria de alimentos la cual ha llevado a la sociedad a manejar productos sintéticos en la mayoría de ámbitos de producción; uno de ellos es el tema de los colorantes, de los cuales se conoce que al inicio del siglo XIX en pleno auge industrial de la química se manejaba colorantes sintéticos tanto para bebidas y alimentos, entre los más utilizados estaban el sulfito de mercurio, cromato de plomo y el arseniato de cobre; pero que después de cierto tiempo por el año de 1887 con ayuda de la primera ley de colorantes esta lista fue denegada para el uso alimenticio debido a los efectos tóxicos que estaban perjudicando a las personas en ese tiempo. (La química del color en los alimentos, 2013)

En la actual idad se busca alternativas que permitan a la sociedad no solo una industrialización más productiva sino también más sana, puesto que la mayoría de aditivos que se utiliza a nivel industrial son sintéticos como la Tartracina que en un estudio realizado por Mauricio Restrepo Gallego y su grupo de investigación (Sustitución de tartrazina por betacaroteno en la elaboración de bebidas no alcohólicas, 2006) ha visto la posibilidad de que este colorante sintético pueda ser sustituirlo por beta-caroteno debido a que este aditivo sintético sometido a 11 estudios, de los cuales 6 se han concluido como genotóxico, y es más; predispone a potenciar la intolerancia en las personas sensibles a la aspirina. En un panorama más general sobre las afectaciones de los colorantes sintéticos han sido en estudios que se ha tenido especialmente en los niños, ya que han provocado perturbaciones en su comportamiento pero que no se ha podido tener la comprobación concreta debido a que se consume una mezcla de colorantes y no específicamente uno para poder catalogarlo como el problema. (Colorantes artificiales en Alimentos, 2016)

Debido a todo esto en los últimos años se ha indagado una pronta y sobre todo más sana remediación; además se debe considerar que Ecuador posee una productividad agrícola muy amplia, de la misma que se puede aprovechar especialmente utilizando los frutos poco explotados; por este motivo se ha considerado al achiote (*Bixa orellana*), la chonta (*Bactris gasipaes*) y la papaya hawaiana (*Carica papaya l*) y a partir de cada uno de ellos obtener colorantes naturales.

Identificación del Problema

Al comprender los efectos que el uso excesivo de los colorantes artificiales ha provocado en la decadencia de la salud de la sociedad estos últimos años, es que se busca alternativas más sanas y que favorezcan a la salud y bienestar de estas y las nuevas generaciones; es así que haciendo uso de la gran variedad climática y la biodiversidad que nuestro país tiene, se hará uso de frutas como achiote (*Bixa orellana*), chonta (*Bactris gasipaes*) y papaya hawaiana (*Carica papaya l.*) para la obtención de colorantes naturales a escala de laboratorio.

Dentro de las especies más utilizadas en Ecuador tenemos a las semillas de achiote, que su utilización es tanto culinaria, cosmética y en rituales ancestrales de culturas ecuatorianas que aún se conserva como es el caso de los Tsáchilas, que con sus vestiduras de rayas de colores, pintura corporal y tratamiento del cabello con achiote caracterizan a esta cultura (ÁREAS HISTÓRICAS-CULTURALES DEL ECUADOR ANTIGUO, 2014).

Dentro de la investigación está también la chota, o chontaduro como se conoce en algunos lugares, que es una fruta poco explotada de la Amazonía ecuatoriana pero muy degustada en la región, al igual que el achiote, la chota en la amazonia ecuatoriana es muy importante dentro del pueblo Shuar que conocen a este fruto como Uwi y que incluso hay una fiesta exclusiva en la ciudad de Macas en el tiempo de cosecha de este fruto; del cual en especial se obtiene la chicha de chonta que presenta un color anaranjado intenso. (LA FIESTA DEL UWI, 2007)

La Papaya Hawaiana, a pesar de que su consumo más factible es directamente ingiriendo el fruto o en jugos, sería un añadido la obtención de su colorante y ampliar su consumo pues esto contribuirá a uno de los objetivos del *Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021- Toda una vida*, para impulsar la transformación de la Matriz Productiva (Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021. Toda una Vida , 2017).

Se busca utilizar un proceso factible y comparativo entre fruta fresca o fruta seca para la mejor extracción del colorante de cada uno de ellos, lo cual se analizará en este proyecto. Se utilizará una extracción sólido-líquido con etanol al 96° de pureza y una destilación al vacío para la separación del solvente y del colorante que se espera obtener, se realizará las pruebas microbiológicas necesarias para corroborar si es factible su ingesta y se probará a nivel de laboratorio en un producto alimenticio para observar su estabilidad.

Justificación de la Investigación

El fin de esta investigación es exclusivamente buscar una alternativa más sana en el uso de aditivos de pigmentación en los alimentos, puesto a que los problemas que han ocasionado los colorantes artificiales han provocado gran preocupación en la actualidad y es así como al explorar

una variedad de productos agrícolas que comúnmente se puede adquirir en el mercado será de gran utilidad para obtener un colorante apreciable a partir de ellos, de esta manera no solo se hace uso de productos que podemos encontrar en la zona donde habitamos y ofrecer beneficios a su producción; si no también dar un avance a la utilización de productos naturales que nos ayudará a una mejor calidad de vida.

Con esta investigación también se apoyará en el proyecto de “OBTENCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE COLORANTES NATURALES A PARTIR DE PRODUCTOS AGRÍCOLAS DEL ECUADOR COMO ALTERNATIVA PARA USO ALIMENTICIO” del grupo de Investigación GIADE de la facultad de Ciencias de la ESPOCH.

Objetivos de la Investigación

General

- Realizar el diseño de un proceso para la obtención de colorantes naturales a partir de achiote (*Bixa orellana*), chonta (*Bactris gasipaes*) y papaya hawaiana (*Carica papaya l.*) en seco y húmedo.

Específicos

- Realizar una caracterización físico-química (humedad, cenizas) y organoléptica (sabor, olor, tamaño, textura) de achiote (*Bixa orellana*), chonta (*Bactris gasipaes*) y papaya hawaiana (*Carica papaya l.*)
- Extraer el colorante natural a partir de achiote (*Bixa orellana*), chonta (*Bactris gasipaes*) y papaya hawaiana (*Carica papaya l.*).
- Identificar si el método en húmedo o en seco es el más adecuado para la extracción de colorante de achiote (*Bixa orellana*), chonta (*Bactris gasipaes*) y papaya hawaiana (*Carica papaya l.*).
- Determinar el rendimiento de los colorantes naturales obtenidos.
- Validar el diseño de la obtención del colorante natural en un producto alimenticio, basándose en la normativa oficial NOM-119-SSA1-1994.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. Antecedentes de la Investigación

Pues los colorantes tienen un gran ámbito de utilización; se utilizan en aceites, en textiles, para pintar infinitas superficies y así mismo en alimentos como snacks, yogurt, salchichas, refrescos, gaseosas, etc. La aplicación es extensa por lo que la producción de colorantes es una industria competitiva que va en innovación constante, pues mejorar el color de los productos ayuda a su marketing y buena acogida; el problema actual es que al ser colorantes sintéticos, o también llamados “colorantes de alquitrán de carbón” tienen como fuente principal al petróleo, que por su composición es necesario presentar a una entidad primeramente y por lo general realizan estudios de toxicidad aguda y crónica antes de ser usado (INGREDIENTES SECRETOS ¿Quién sabe que hay en tus alimentos?, 2013).

Por tanto es que en la actualidad se buscan alternativas en la mejora alimenticia en especial, como la utilización de beta- caroteno en vez de tartrazina estudio realizado por Mauricio Restrepo Gallego y su grupo de investigación (Sustitución de tartrazina por betacaroteno en la elaboración de bebidas no alcohólicas, 2006) y así es por lo que a nivel nacional se inició una investigación sobre los colorantes naturales extraídos de productos agrícolas y al que una parte he de dedicar esta investigación a partir de achiote (*Bixa Orellana*), chonta (*Bactris gasipaes*) y papaya hawaiana (*Carica papaya L.*)

1.2. Marco Conceptual o Glosario

1.2.1. Productos Agrícolas

Productos alimenticios obtenidos de la actividad humana a base de la agricultura; que adquiere materias primas de origen vegetal por medio del labrado y cultivo de la tierra destinado para el consumo humano y/o animal.

Chonta



Figura 1-1: Racimo de chonta
Realizado por: Roxana Barreno, 2020

La palmera de chontaduro o chonta (*Bactris gasipaes*) es una palma que crece en un clima trópico y subtropical. Su altura puede llegar hasta 18 metros, su tronco está cubierto de espinas y sus frutos son ovoides, rojos o anaranjados en su época madura. Se encuentra distribuido desde el noroccidente de Honduras hasta Bolivia y desde la embocadura del Amazonas hasta Ecuador y Colombia especialmente en sus costas del Pacífico. (Valencia, y otros, 2013)

Para la cosecha de chontaduro o chonta se obtiene de la palma por los meses de mayo a julio en Ecuador, se realiza a escala local, en pequeños cultivos familiares. Su comercialización en su mayoría es por racimos o en pequeñas fundas solo los frutos maduros, también es utilizado una vez hervidos y machacados para la conocida chicha de chonta o también se los consume hervidos, donde tienen una textura harinosa y de sabor agradable.

Tabla 1-1: Taxonomía de la Chonta

Taxonomía	
1	Dominio: Eukarya
2	Reino: Plantae
3	División: Magnoliophyta
4	Clase: Liliopsida
5	Subclase: Commelinidae
6	Familia: Arecaceae
7	Subfamilia: Arecoideae
8	Tribu: Cocoeae
9	Subtribu: Bactridinae
10	Género: <i>Bactris</i>
11	Especie: <i>Bactris gasipaes</i>

Fuente: Tropicos.org, Missouri Botanical Garden. 03 Dec 2019

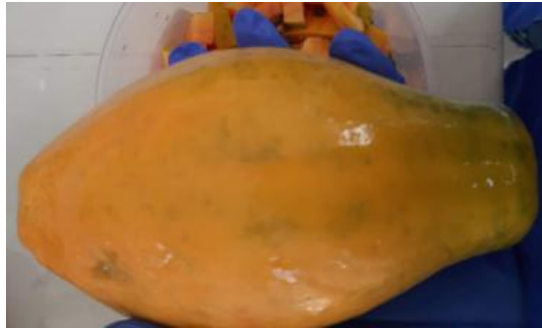


Figura 2-1: Papaya Hawaiana
Realizado por: Roxana Barreno, ESPOCH.

La planta de papaya puede llegar a medir hasta los 9m de altura, de vida corta que crece en la zona tropical, su origen se establece en América tropical en sus tierras bajas, Mesoamérica. Fue descrita por el historiador Fernández de Oviedo por primera vez en 1526 donde los españoles la llamaban “*higos de mastuerzo*”, Durante los intercambios naturales entre América y el Caribe se expandió hacia estas áreas también.

El fruto es una baya, de un tamaño variado que puede ser cilíndrico, alargado, en forma de pera, oval o redondo. De cada variedad y flor de la que la papaya crezca dependerá la forma que tenga la fruta. (Jiménez Díaz, 2002).

La forma que tiene la papaya Hawaiana (*Carica papaya* L.) es de pera, pequeña a relación con los otros dos tipos existentes en Ecuador: Papaya tainung y Papaya maradol o nacional, aproximadamente pesa de 400 a 800 gramos.

En Ecuador se puede encontrar papaya durante todo el año en todos los mercados, por su gran demanda a nivel nacional esta se produce en alrededor de 3000 hectáreas en especial en las provincias de Santo Domingo, Guayas, Los Rios, Manabí y Santa Elena (EL COMERCIO, 2011)

Tabla 2-1: Taxonomía Papaya Hawaiana

	Taxonomía	
1	Dominio:	Eucariotas
2	Reino:	Plantae
3	Superfilo:	Embryophyta
4	División:	Magnoliophyta
5	Clase:	Magnoliopsida
6	Orden:	Brassicales
7	Familia:	Caricaceae
8	Género:	<i>Carica</i>
9	Especie:	<i>Carica papaya</i> L.

Fuente: Recuperado de: Tropicos.org. Missouri Botanical



Figura 3-1: Achiote

Realizado por: Roxana Barreno, ESPOCH.

Achiote (*Bixa orellana*) es un arbusto de una altura entre 3 y 10 metros, pertenece a la familia Bixaceae. Los frutos que se obtiene de esta planta es una cápsula de forma ovoide de color rojo-pardo que presenta espínulas en la corteza, a veces estas puedes escasear. (El Achiote, 2003)

Esta especie se cultiva en las regiones intertropicales de América, como son Brasil, República Dominicana, Bolivia, Costa Rica, Ecuador, Ceilán, Guayana, México, India, Perú y Jamaica. En Ecuador, los cultivos de achiote se pueden ubicar principalmente en las provincias de Manabí, Napo y Pichincha; además se suman provincias del Oriente y la Costa en las cuales el achiote se encuentran en estado natural. (Ninahualpa Cadena, 2018)

Tabla 3-1: Taxonomía Achiote

	Taxonomía	
1	Reino:	Plantae
2	Subreino:	Tracheobionta
3	División:	Magnoliophyta
45	Clase:	Magnoliopsida
6	Subclase:	Rosidae
7	Orden:	Malvales
8	Familia:	Bixaceae
9	Género:	Bixa
10	Especie:	Bixa Orellana L.

Fuente: Recuperado de: Tropicos.org. Missouri Botanical

2.2.2. Colorante

La FDA (Administración de drogas y alimentos, USA), se dice que un aditivo colorante es una sustancia ya sea fabricada sintéticamente o extraída de vegetales, animales o minerales que tienen la capacidad de colorear o pigmentar alimentos, cosméticos o alguna parte corporal de las personas. (Parra Ortega, 2004)

Según RAE, que es una sustancia líquida o sólida que se proporciona a ciertos productos, los cuales brindan color o los tiñen. (RAE, 2001)

1.2.1.1. Aditivos alimenticios

Según el Codex Alimentarius, un aditivo alimentario se denomina a cualquier sustancia que no se la consume normalmente como alimento, tampoco es un ingrediente básico en los alimentos, puede o no tener valor nutritivo, además que su adición en cualquier fase de su producción no provoque ninguna alteración del alimento o afecte alguna de sus características. (NORMA GENERAL DEL CÓDEX PARA LOS ADITIVOS ALIMENTARIOS (MOD), 2013)

1.2.1.2. Color

Color, la percepción que crean los rayos luminosos que afectan a la vista y dependerá de la longitud de onda de lo observado. (RAE, 2001)

El color es una de las características organolépticas principales que se considera en un alimento, siendo este un indicativo de su madurez y frescura, permitiendo que por medio de órganos sensoriales y especialmente visuales escojamos un alimento adecuado antes de ingerirlo.

1.2.1.3. Colorimetría

Se designa luz o espectro visible a la sección del espectro de las ondas electromagnéticas que va desde los rayos X y ultravioletas, hasta los rayos microondas, infrarrojos, radio, etc. De los cuales el ojo humano es sensible solo a la franja que comprende entre rayos ultravioletas UV y los infrarrojos IR. (Azorín, 2003)

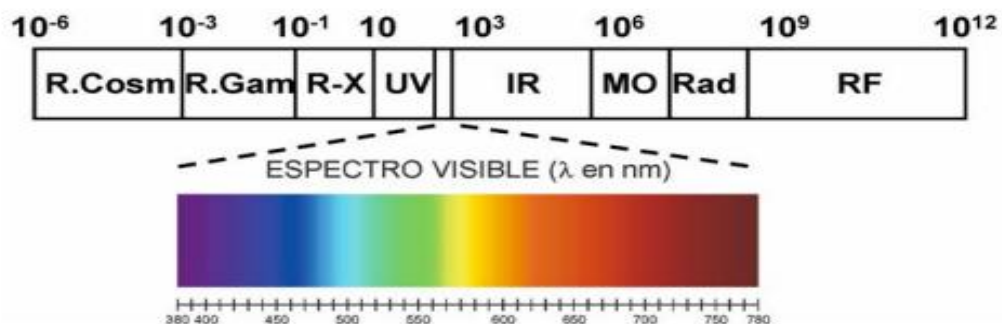


Figura 4-1: Espectro electromagnético remarcando el espectro visible
Fuente: (Azorín, 2003)

Para el cálculo de coordenadas triestímulo XYZ, es necesario la especificación del tipo de observador e iluminante que se va a utilizar, ya que de estos factores depende la apreciación de color de un objeto. La CIE describe algunos iluminantes entre ellos el D65 y observadores como el 10° los cuales son las más recomendadas. (Pau Talens Oliag, 2016)

1.2.1.4. Colorantes Sintéticos

Los colorantes sintéticos o artificiales al incluir sustancias químicas sintetizadas de alto grado de pureza en su estructura, estas necesitan una certificación para ser aprobadas; dentro de los colorantes sintéticos más utilizados tenemos a los azoicos que en su estructura es de mono, di o triazo y las antraquinonas que por lo menos tienen tres anillos unidos de grupos carboxilos en anillos conjugados. Estos dos colorantes son los más vendidos a nivel mundial, los azoicos representan el 31,5% de las ventas a nivel mundial y las antraquinonas representan el 21,6%. (Badui Dergal, 2006)

1.2.1.5. Colorantes Naturales

Los colorantes naturales son obtenidos de microorganismos, animales, vegetales o minerales que son utilizados para añadir color a distintos productos; a nivel mundial los colorantes naturales representan 940 millones de dólares en ventas por año debido a que el consumidor ha tomado conciencia sobre el deterioro de la salud con la utilización de productos a base de productos artificiales y busca el consumo de productos que no dañen su salud y por lo que las ventas se estiman que han ido creciendo un 4% al año.

La FDA y otras agencias gubernamentales no requieren certificación de estos colorantes. (Badui Dergal, 2006)

FUENTE	AGENTE ACTIVO
Achiote, <i>Bixa orellana</i>	Bixia (carotenoide)
Azafrán, <i>Crocus sativus</i>	Crocetina (carotenoide)
Betabel, <i>Beta vulgaris</i>	Betalainas
Cúcuta, <i>Curcuma longa</i>	Curcumina
Cochinilla, <i>Dactylopius coccus</i>	Ác. Carminico
Pimiento rojo, <i>Capsicum annum</i>	Capsantina (carotenoide)
Enocianina	Polímeros de antocianinas
Zanahoria, <i>Daucus carota</i>	β -caroteno (carotenoide)
Cempasúchil, <i>Tapetes erecta</i>	Luteína (carotenoide)
Plantas Verdes	Clorofila

Figura 5-1: Principales colorantes naturales

Fuente: (Badui Dergal, 2006)

Carotenoides

Los carotenoides, pigmentos naturales solubles por lo general en grasas; son las responsables de los colores verdes, anaranjados y rojos que presentan los vegetales, frutas y animales.

Los carotenoides tienen dos grandes grupos: los carotenos y las xantofilas; estos dos grupos son similares, poseen carbono e hidrógeno dentro de su estructura química, pero se diferencian especialmente por la presencia de una molécula adicional de oxígeno en el caso de las xantofilas. La bixina es un carotenoide liposoluble, ester monometálico del ácido dicarboxílico; con una estructura química parecida al núcleo del caroteno con un grupo carboxilo y al otro lado es esterificado, es decir que consta entre las xantofilas ya que en la estructura presenta oxígeno (Carotenoides. ¿Qué son y para qué se usan?, 2018).

1.2.2. Diseño

1.2.2.1. Selección de la Fruta

Para la utilización de frutas en cualquier proceso alimenticio hay que tomar en cuenta que esta debe estar sana, con un grado de madurez adecuado, sin defectos de mordeduras o picaduras ni podredumbre, en cuestión del lavado que el agua sea limpia y que la concentración de cloro de 3ppm (FAO, 2020) para el corte dependerá del proceso, puede ser trozos o rodajas.

1.2.2.2. Secado (para el diseño en base seca)

Se entiende por secado o deshidratación a la operación unitaria en la cual se elimina la totalidad o parcialmente el agua de la sustancia que la contiene, pueden ser tanto sólidos, líquidos o gases y se puede aplicar diferentes operaciones unitarias como: evaporación, adsorción, etc. (Maupoey, y otros, 2016)

Para obtener el porcentaje de humedad se utiliza la siguiente ecuación:

Ecuación 2-1:

$$\%H = \frac{P_i - P_f}{P_i} * 100$$

%H = Porcentaje de Humedad (Kg de H₂O/ Kg de sólido seco).

Pi= Masa del sólido húmedo (kg).

Pf= Masa del sólido seco (Kg).

1.2.2.3. Extracción Sólido- Líquido



Figura 6-1: Extracción Sólido- Líquido
Realizado por: Roxana Barreno, ESPOCH 2019

Extracción sólido- líquido es una operación unitaria que permite separar uno o más componentes de una fase sólida, a la cual se aplica un disolvente el cual permitirá la extracción. Es importante nombrar que hay una mayor eficiencia de extracción cuando el contacto entre sólido con el solvente es mayor. (Fernández, 2014).

1.2.2.4. Filtración



Figura 7-1: Equipo de Filtración al vacío
Realizado por: Roxana Barreno, ESPOCH 2019

La filtración es una operación unitaria que contribuye a separar un sólido y un fluido en la cual se separa las partículas sólidas o gotas de líquido o gases con ayuda de un medio filtrante. En el caso de la filtración sólido – líquido, el líquido toma el nombre de filtrado o efluente. (Salcedo Díaz, y otros, 2012).

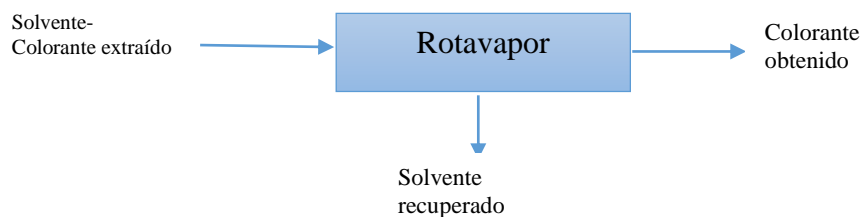
1.2.2.5. Destilación al vacío (Rotavapor)



Figura 8-1: Rotavapor
Realizado por: Roxana Barreno, ESPOCH 2019

En la evaporación y condensación de los disolventes es en lo que se basa principalmente este método. La gran ventaja que tiene el rotavapor en contraste de un proceso de destilación simple es que el rotavapor con ayuda de la bomba de vacío aumenta el rendimiento de la destilación y ayuda en la protección de los productos. (BÜCHI, 2015).

Balance de masa para el proceso de destilación en el rotavapor:



1.2.3. Secado por Atomización



Figura 9-1: Equipo de Atomización
Realizado por: Roxana Barreno, ESPOCH 2019

Es una operación unitaria básica que tiene como fin la transformación de una disolución en material seco particulado. (Mordragón, y otros, 2013)

Con ayuda de un aspersor, una temperatura controlada de 100 °C a 120 °C y un encapsulante apropiado, se puede transformar un líquido en polvo siguiendo una técnica apropiada a la utilización del Equipo diseñado.

Ecuaciones 2-2:

$$\%H = \frac{P_i - P_f}{P_i} \times 100$$

$$R_s = \frac{P_f}{P_i} \times 100$$

$$\dot{v} = \frac{v}{t}$$

$$\dot{m} = \frac{m}{t}$$

Donde:

$\%H$ = Porcentaje de humedad (Kg de H₂O/Kg de solido seco)

R_s = Rendimiento del secador

P_f = Masa final del solido (kg)

P_i = Masa inicial del solido (Kg)

\dot{v} = Flujo volumétrico de alimentación

v = volumen de alimentación

t = tiempo de secado

\dot{m} = Flujo másico de alimentación (Kg/s)

m = peso alimentación

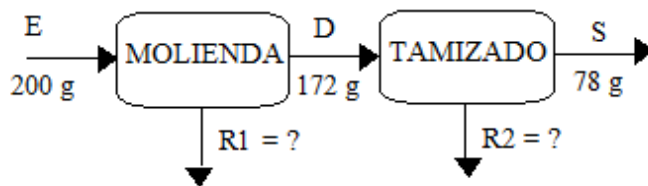
1.2.4. Molienda y tamizado

La molienda es una operación unitaria de desintegración de sólidos, donde se reduce el tamaño de una muestra sólida.

El tamizado consiste en separar los diferentes fragmentos que forma una muestra granulada o pulverizada en sus distintos tamaños de partícula. (Brito M. Hannibal, 2000)

Balance de masa para la molienda y tamizado:

Donde:



Realizado por: Roxana Barreno, ESPOCH 2019

E: Entrada de g de achiote.

D: g de achiote que sale de la molienda.

R1. Residuos de la molienda.

R2: Residuos del tamizado.

S: g de achiote molido obtenido.

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Hipótesis y especificación de las variables

2.1.1. *Hipótesis General*

- El colorante de origen natural obtenido de achiote (*Bixa Orellana*), chonta (*Bactris gasipaes*) y papaya hawaiana (*Carica papaya l.*) es adecuado para ser usado como sustituyente de un aditivo artificial en productos alimenticios.

2.1.2. *Hipótesis Específicas*

- En la extracción sólido- líquido de las muestras en seco tendrán mejor rendimiento que las muestras húmedas.
- El colorante extraído de achiote (*Bixa Orellana*), chonta (*Bactris gasipaes*) y papaya hawaiana (*Carica papaya l.*) presenta una buena pigmentación.
- La materia prima que presentará buenas características físico-químicas y organolépticas que permitirá que se obtenga un mejor colorante.
- El diseño del proceso para la obtención de colorante de origen natural de achiote (*Bixa Orellana*), chonta (*Bactris gasipaes*) y papaya hawaiana (*Carica papaya l.*) es validado para el consumo humano.
- El colorante que presenta mejor rendimiento y estabilidad es el extraído de achiote (*Bixa Orellana*).

Tabla 1-2: Hipótesis y especificación de variables

Hipótesis General	Hipótesis Específicas	Proceso	Variables dependientes	Variables independientes
El colorante de origen natural obtenido de achiote (<i>Bixa orellana</i>), chonta (<i>Bactris gasipaes</i>) y papaya hawaiana (<i>Carica papaya l.</i>) es adecuado para ser usado como sustituyente de un aditivo artificial en productos alimenticios.	En la extracción sólido- líquido de las muestras en seco tendrán mejor rendimiento que las muestras húmedas.	Extracción sólido-líquido	Etanol 96° (solvente)	Cantidad de solvente Rendimiento del colorante
	El colorante extraído de achiote (<i>Bixa orellana</i>), chonta (<i>Bactris gasipaes</i>) y papaya hawaiana (<i>Carica papaya l.</i>) presenta una buena pigmentación.	Colorimetría (Espectrofotómetro)	Longitud de Onda colorante	Concentración de colorante de cada muestra
	La materia prima que presentará buenas características físico-químicas y organolépticas que permitirá que se obtenga un mejor colorante.	Pruebas sensoriales y macromorfológicas	Frescura de cada fruta	Tamaño Forma Ancho Largo grosor
	El diseño del proceso para la obtención de colorante de origen natural de achiote (<i>Bixa Orellana</i>), chonta (<i>Bactris gasipaes</i>) y papaya hawaiana (<i>Carica papaya l.</i>) es validado para el consumo humano.	Pruebas microbiológicas	Cuidados higiénicos en todo el proceso	Contaminación del área o el ambiente.
	El colorante que presenta mejor rendimiento y estabilidad es el extraído de achiote (<i>Bixa Orellana</i>).	Destilación y pH	pH y rendimiento	Cantidad de solvente recuperado

Fuente: Barreno Rosero Roxana, ESPOCH 2019.

2.2. Operacionalidad de Variables

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

Categoría	Concepto	Dimensiones	Variables	Indicadores	Índice
Diseño de un proceso para la obtención de colorantes naturales a partir de achiote (<i>Bixa orellana</i>), chonta (<i>Bactris gasipaes</i>) y papaya hawaiana (<i>Carica papaya l.</i>) en seco y húmedo.	Colorante obtenido a partir de achiote (<i>Bixa orellana</i>), chonta (<i>Bactris gasipaes</i>) y papaya hawaiana (<i>Carica papaya l.</i>)	Caracterización físico-química (humedad, cenizas) y organoléptica (sabor, olor, tamaño, textura) de cada una de las frutas.	Fruta Tamaño Color Olor Sabor	- cm - - -	
		Extracción del colorante natural	Tiempo de maceración	Horas-días	
		Evaluación del método más adecuado para la extracción de colorante.	Rendimiento Tiempo de maceración.	% Horas- días	
		Determinación de rendimiento de los colorantes naturales	Rendimiento	%	
		Validación de los colorantes obtenidos	Aplicación en un producto alimenticio	Dosificación del colorante	

Fuente: Barreno Rosero Roxana, ESPOCH 2019.

2.3. Matriz de Consistencia.

Tabla 3-2: Matriz de Consistencia aspectos generales.

ASPECTOS GENERALES		
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS
Pregunta General ¿Cómo se puede extraer colorantes naturales a partir de achiote (<i>Bixa orellana</i>), chonta (<i>Bactris gasipaes</i>) y papaya hawaiana (<i>Carica papaya L.</i>)?	Realizar el diseño de un proceso para la obtención de colorantes naturales a partir de achiote (<i>Bixa orellana</i>), chonta (<i>Bactris gasipaes</i>) y papaya hawaiana (<i>Carica papaya L.</i>) en seco y húmedo.	El colorante de origen natural obtenido de achiote (<i>Bixa Orellana</i>), chonta (<i>Bactris gasipaes</i>) y papaya hawaiana (<i>Carica papaya L.</i>) es adecuado para ser usado como sustituyente de un aditivo artificial en productos alimenticios.

Fuente: Barreno Rosero Roxana, ESPOCH 2019.

Tabla 4-2: Matriz de Consistencia aspectos específicos

ASPECTOS ESPECÍFICOS				
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICAS	VARIABLES	TECNICA
¿Se puede determinar el método más adecuado para la extracción del colorante de achiote, chonta y papaya?	Identificar el método más adecuado para la extracción de colorante de achiote (<i>Bixa Orellana</i>), chonta (<i>Bactris gasipaes</i>) y papaya hawaiana (<i>Carica papaya L.</i>)	En la extracción sólido- líquido de las muestras en seco tendrán mejor rendimiento que las muestras húmedas.	Cantidad de colorante extraído, tanto en seco, como en húmedo.	Medición en mL de los colorantes obtenidos Colorimetría
¿Se puede caracterizar la materia prima a emplear para la extracción del colorante natural?	Realizar una caracterización físico- químico y organoléptico de achiote (<i>Bixa orellana</i>), chonta (<i>Bactris gasipaes</i>) y papaya hawaiana (<i>Carica papaya L.</i>), sus propiedades fisicoquímicas y microbiológicas.	La materia prima con buenas características fisicoquímicas y organolépticas permitirá que se obtenga un mejor colorante.	Composición química de achiote (<i>Bixa orellana</i>), chonta (<i>Bactris gasipaes</i>) y papaya hawaiana (<i>Carica papaya L.</i>)	Análisis físico químico. Análisis Organoléptico
¿Se puede extraer el colorante natural de a partir de achiote (<i>Bixa orellana</i>), chonta (<i>Bactris gasipaes</i>) y papaya hawaiana (<i>Carica papaya L.</i>) y tendrá buena pigmentación?	Extraer el colorante natural a partir de achiote (<i>Bixa orellana</i>), chonta (<i>Bactris gasipaes</i>) y papaya hawaiana (<i>Carica papaya L.</i>)	El colorante extraído de achiote (de achiote (<i>Bixa orellana</i>), chonta (<i>Bactris gasipaes</i>) y papaya hawaiana (<i>Carica papaya L.</i>) presenta una buena pigmentación.	Composición	Colorimetría

¿Cuál de los colorantes obtenidos tendrán mejor rendimiento?	Determinar el rendimiento de los colorantes naturales obtenidos.	El colorante que presenta mejor rendimiento y estabilidad es el extraído de achiote (<i>Bixa orellana</i>).	Composición	Espectrofotometría Colorimetría
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICAS	VARIABLES	TECNICA
¿Cómo se validará los colorantes obtenidos para conocer si es apto para el consumo humano?	Validar el diseño de la obtención del colorante natural en productos alimenticios.	El diseño del proceso para la obtención de colorante de origen natural de achiote (<i>Bixa orellana</i>), chonta (<i>Bactris gasipaes</i>) y papaya hawaiana (<i>Carica papaya l.</i>), es validado para el consumo humano.	Apariencia del producto terminado	Resultados físico-químicos. Resultados Organolépticos Aceptabilidad

Fuente: Barreno Rosero Roxana, ESPOCH 2019.

2.4. Tipo y Diseño de Investigación.

2.4.1. Método Descriptivo.

Mediante la observación sistemática de las muestras analizadas se puede utilizar este proceso para diferentes muestras.

Se pesa la materia prima a utilizar, si se desea en base seca primeramente se lleva a secar la materia prima a no más de 40 °C; posteriormente ya sea en base seca o húmeda se lleva a la extracción sólido – líquido con un etanol del 96° dejando reposar unos días, luego llevarlo a filtración y finalmente a destilación para obtener el colorante.

Se realizaron análisis físico – químicos y microbiológicos al colorante obtenido, esto se realizó en el Laboratorio de Investigación con el propósito de dar una posible solución al problema planteado.

2.5. Unidad de Análisis

El objeto para analizar será de achiote (*Bixa orellana*), chonta (*Bactris gasipaes*) y papaya hawaiana (*Carica papaya l.*) utilizadas como materias primas para la extracción de colorante natural.

2.6. Población de Estudio

La población considerada para la propuesta de investigación está compuesta por los productos de achiote (*Bixa orellana*), chonta (*Bactris gasipaes*) y papaya hawaiana (*Carica papaya l.*) que se comercializan en el mercado “Mayorista” de la ciudad de Riobamba y en “la feria Libre” de la ciudad del Tena.

2.7. Tamaño de Muestra.

La muestra está compuesta por 1 kg de cada una de las muestras utilizadas.

MUESTRAS EN FRESCO

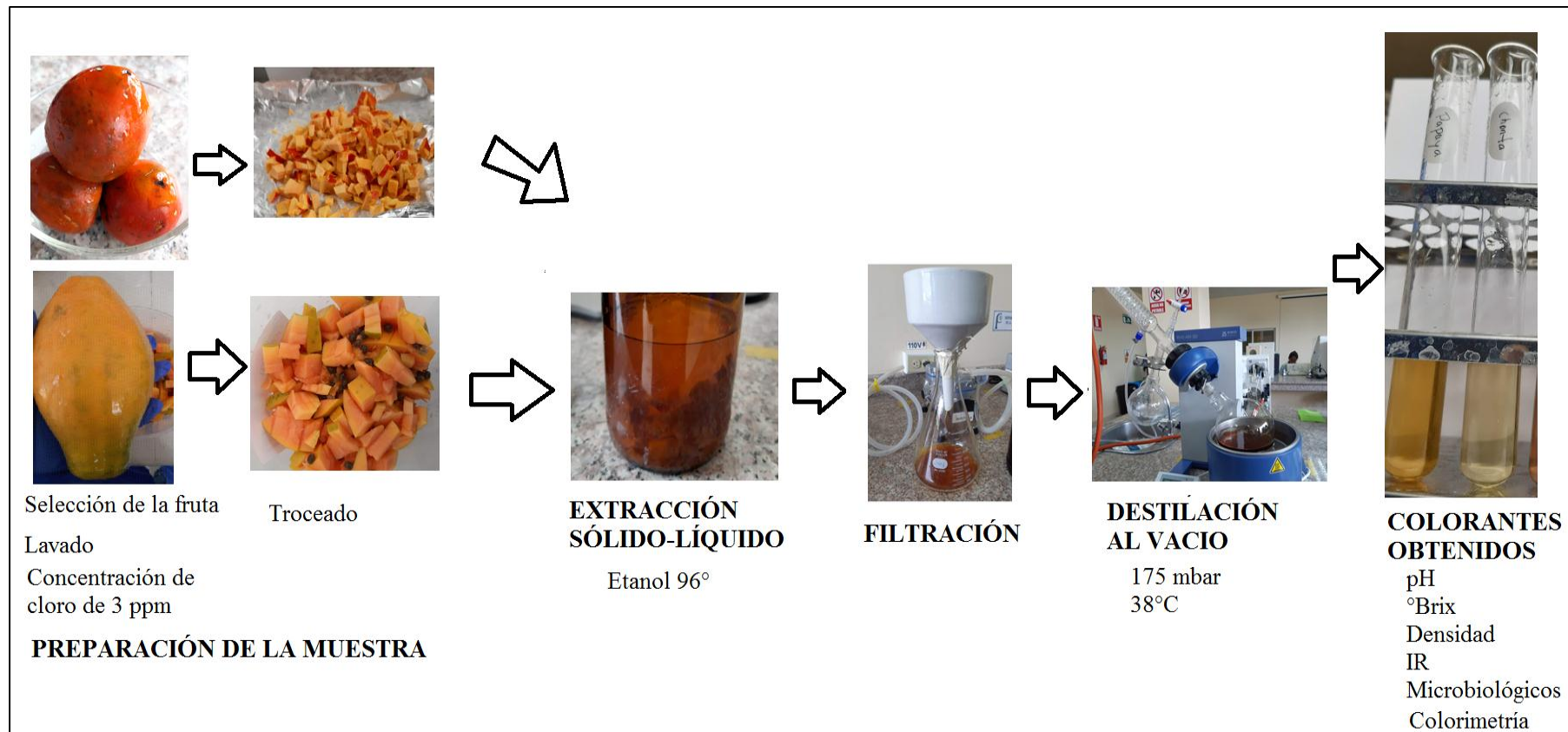


Figura 1-2: Proceso De Obtención Del Colorante Natural Apartir De Las Muestras En Húmedo
Realizado por: Roxana Barreno, ESPOCH 2019

MUESTRA EN SECO

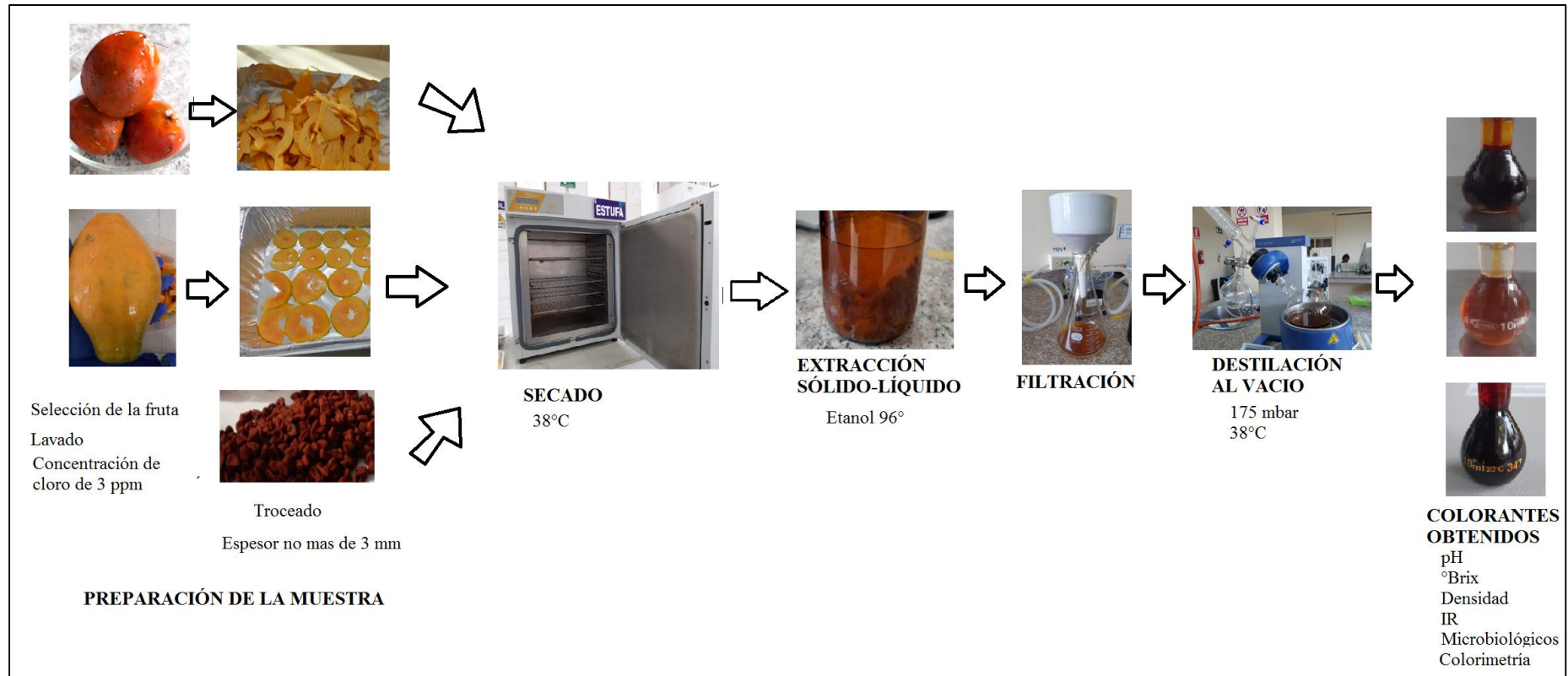


Figura 2-2: Proceso de obtención del colorante natural a partir de las muestras en seco
Realizado por: Roxana Barreno, ESPOCH 2019

2.8. Selección de muestra

La selección de muestra de achiote (*Bixa orellana*), chonta (*Bactris gasipaes*) y papaya hawaiana (*Carica papaya l.*) se realizará en función de la producción agrícola.

2.9. Localización del trabajo de titulación

El presente trabajo de titulación se llevó a cabo en el laboratorio de Investigación de la facultad de Ciencias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo de la ciudad de Riobamba cuyas coordenadas son 78°40'20" que se encuentra ubicada en la panamericana Sur km 1 ½ vía a una altura de 2815 msnm.



Figura 3-2: Localización geográfica del Laboratorio de Investigación

Fuente: Google Earth, 2019

2.10. Técnicas de Recolección de Datos.

A continuación, se va a describir el proceso de laboratorio para la obtención del colorante natural de achiote (*Bixa orellana*), chonta (*Bactris gasipaes*) y papaya hawaiana (*Carica papaya l.*).

2.11. Determinación de Humedad

Tabla 5-2: Técnica de Determinación de Humedad

Principio	Materiales y Equipos	Reactivo	Procedimiento	Fórmula para cálculos
Sirve para determinar la humedad del producto	<ul style="list-style-type: none"> • Cápsula • Balanza analítica • Estufa • Desecador 	10 g de muestras de: <ul style="list-style-type: none"> • Achiote • Chonta • Papaya 	<ul style="list-style-type: none"> • Tarar una cápsula de porcelana y colocar los 10 g de muestra. • Colocar en la estufa a una temperatura de 100 – 110° C por 4 h. • Sacar la cápsula de la estufa y colocarlo en un desecador, hasta que se enfríe a temperatura ambiente. • Pesar • Repetir el procedimiento hasta obtener un peso constante de la muestra y calcular el porcentaje de humedad. 	$\% \text{ Humedad} = \frac{(M_1 - M_2) \times 100}{M}$ <p>Dónde:</p> <p>M₁ = Peso de la capsula más muestra húmeda</p> <p>M₂ = Peso de la capsula más muestra seca</p> <p>M = Peso de la capsula vacía</p>

Fuente: Guía de Laboratorio de Bromatología 1 de la carrera de Bioquímica y Farmacia, ESPOCH, 2019

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

2.12. Determinación de cenizas

Tabla 6-2: Técnica para la Determinación de Cenizas

Principio	Materiales y Equipos	Reactivo	Procedimiento	Fórmula para cálculos
Representa el contenido total de minerales que contiene los alimentos	<ul style="list-style-type: none"> • Mufla • Crisol de porcelana • Pinza para crisoles • Reverbero • Malla • Balanza analítica • Desecador 	5 g de muestras de: <ul style="list-style-type: none"> • Achiote • Chonta • Papaya 	<ul style="list-style-type: none"> • Tarar un crisol de porcelana y colocar los 5 g de muestra. • Llevar al reverbero y quemar hasta que quede carbón y no desprenda humo. • Colocar en la mufla a una temperatura de 500-550° C. • Sacar el crisol de la mufla, colocar en el desecador, hasta que se enfríe a temperatura ambiente • Luego que se haya enfriado el crisol pesar y observar si el peso es contante y el color debe ser totalmente blanco o gris. • Calcular el porcentaje de ceniza. 	$\% \text{ cenizas} = \frac{(P-p) \times 100}{M}$ <p>Dónde:</p> <p>P = masa del crisol con las cenizas en g.</p> <p>p = masa de crisol vació en g</p> <p>M = masa de la muestra en g</p>

Fuente: Guía de Laboratorio de Bromatología 1 de la carrera de Bioquímica y Farmacia, ESPOCH, 2019

2.13. Extracción sólido- líquido de los colorantes

Tabla 7-2: Técnica para la extracción sólido -líquido de los colorantes

Principio	Materiales y Equipos	Procedimiento y manejo de equipo	Fórmulas para cálculos	Especificaciones
Tiene como propósito la separación de uno o más componentes comprendidos en una fase sólida, mediante la aplicación de una fase líquida o disolvente, el cual permitirá la extracción. Entre mayor sea la superficie de contacto entre la parte sólida y el líquido, la eficiencia de la extracción será incrementada	g de muestras de: <ul style="list-style-type: none"> • Achioté • Chonta • Papaya • Envases ámbar • Etanol a 96° 	<ul style="list-style-type: none"> • Esterilización de los envases ámbar en autoclave. • Picado de las frutas • Pesar X g de cada una de las muestras y colocar en la botella ámbar previamente esterilizada. • Añadimos etanol al 96° hasta que cubra la muestra sólida unos 2 cm por encima y sellamos. • Dejar reposar por lo menos una semana, dependiendo la fruta y de vez en cuando agitar el envase 	----- -----	Los mL de solvente dependerán de los g de fruta que se utilice y la fruta que esta sea.

Fuente: Laboratorio de Investigación ESPOCH, 2019

2.14. Destilación al vacío

Tabla 8-2: Técnica para destilación al vacío

Principio	Materiales y Equipos	Procedimiento y manejo de equipo	Fórmulas para cálculos	Especificaciones
Es un método el cual nos ayuda a separar el disolvente de la muestra extraída de la extracción sólido-líquida; se basa en la evaporación y condensación de los disolventes	<ul style="list-style-type: none"> • Rotavapor 	<ul style="list-style-type: none"> • Desinfección del equipo • Colocar en el matraz rotativo del equipo X mL de muestra filtrada obtenida del proceso de extracción sólido.líquido. • Añadir agua en el baño calefactor hasta la línea máxima inscrita. • Calibrar la temperatura de 35 °C a 40° C como máximo. • Graduar la bomba de vacío según las especificaciones de la biblioteca de disolvente que tiene establecida • Observar que todo se mantenga hermético e iniciar el proceso. • Observar hasta que deje de destilar, apagamos y esperamos que se enfríe. • Recoger el colorante obtenido en el matraz recolector 	----- -----	Los colorantes son muy delicados al ponerse en contacto con la temperatura por tanto esta no debe exceder los 40°C,

Fuente: Guía de Laboratorio de Bromatología 1 de la carrera de Bioquímica y Farmacia, ESPOCH, 2019

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

2.15. Análisis de Colorantes

Tabla 9-2: Técnica de Análisis de colorantes obtenidos

Análisis	Principio	Materiales y equipos	Reactivos	Procedimiento de manejo de equipo	Fórmula para cálculos
Medición de PH	Nos ayuda a identificar la acidez y alcalinidad de una sustancia obtenida	<ul style="list-style-type: none"> • pH-metro 	Colorantes de: <ul style="list-style-type: none"> • Achiote • Chonta • Papaya 	<ul style="list-style-type: none"> • Encender el equipo, verificar que el electrodo esté limpio y calibrado. • Sumergir el electrodo en la solución a medir y agitar lentamente hasta que llegue al equilibrio. • Observar el valor de la solución que marca el pH-metro. • Sacar el electrodo de la solución y lavar cuidadosamente con agua destilada. • Finalmente regresar el electrodo a su posición neutral. 	Valor obtenido directo en el equipo
Medición de la densidad	Cantidad de masa de una sustancia, que ocupa un volumen determinado	<ul style="list-style-type: none"> • Balanza analítica • Picnómetro 	Colorantes de: <ul style="list-style-type: none"> • Achiote • Chonta • Papaya 	<ul style="list-style-type: none"> • Pesar el picnómetro vacío previamente tarado, limpio y seco • Pesar el picnómetro con agua destilada. • Pesar el picnómetro con la muestra. • Aplicar fórmula y obtener la densidad. 	$m = pm - pv$ Donde: m = peso del extracto (g) pm = peso picnómetro más muestra (g) pv = peso picnómetro vacío (g) $\rho = \frac{m}{v}$ Donde: ρ = densidad del extracto (g/mL) m = peso del extracto del colorante (g) v = volumen muestra (mL)
Medición de grados Brix e Índice de refracción	Para medir la concentración de sacarosa que se encuentra disuelta en un líquido	<ul style="list-style-type: none"> • Refractómetro • Pañuelitos • Pipetas Pasteur 	Colorantes de: <ul style="list-style-type: none"> • Achiote • Chonta • Papaya 	<ul style="list-style-type: none"> • Encender el equipo y calibrarlo presionando el botón "CHECK" • Seguidamente colocar agua destilada y presionar el botón "WATER CALIBRATION" • Nos dará un valor y está listo para las mediciones • Limpiar el lente cuidadosamente. • Colocar 2 mL del colorante a medir • Esperamos a que suene el equipo y esta lista la lectura. • Limpiamos con agua destilada y seguimos con las demás muestras. 	Valor obtenido directo en el equipo






Análisis	Principio	Materiales y equipos	Reactivos	Procedimiento de manejo de equipo	Fórmula para cálculos
Ensayos de Fehling	Determinación de azúcares reductores	<ul style="list-style-type: none"> • Tubos de ensayo • Gradilla metálica • Pinza para tubos de ensayo • Pipetas Pasteur 	<ul style="list-style-type: none"> • Fehling A • Fehling B • Estándar de Sacarosa • Estándar de Lactosa • Estándar de Fructosa • Colorantes de: Achiote, chonta y papaya. 	<ul style="list-style-type: none"> • AZUCARES REDUCTORES • a 3 mL de solución problema en un tubo de ensayo añadir 1mL de solución de Fehling, calentar hasta ebullición en un baño de agua. La formación de precipitado rojo ladrillo indica la presencia de azúcar reductor. Aplicar la reacción de Barfoed para determinar si el azúcar reductor es monosacárido o disacárido. • AZUCARES NO REDUCTORES • Si en la prueba para azúcares reductores le dio negativo, investigue la presencia de azúcares no reductores. Poner 5 mL de la solución problema o muestra en un tubo de ensayo y añadir 3mL de HCL diluido (10%). Calentar a ebullición en baño de agua durante 2 minutos. Enfriar, añadir carbonato sódico sólido para neutralizar el exceso de ácido, esto es, añadir hasta que no se produzca efervescencia. Luego realizar la reacción de Fehling como en 1.1. Si obtiene precipitado rojo ladrillo indica presencia de azúcares no reductores. • Si le dio positivo la identificación de azúcares reductores, filtre y en el filtrado investigue la presencia de azúcares no reductores. Poner 2-3 mL del filtrado en un tubo de ensayo y añadir 3mL de HCL diluido (10%). Calentar a ebullición en baño de agua durante 2 minutos. Enfriar, añadir carbonato sódico sólido para neutralizar el exceso de ácido, esto es, añadir hasta que no se produzca efervescencia. Luego realizar la reacción de Fehling como en 1.1. Si obtiene precipitado rojo ladrillo indica presencia de azúcares no reductores 	Reacción de Maillard

Fuente: Guía de Laboratorio de Bromatología 1 de la carrera de Bioquímica y Farmacia, ESPOCH, 2019

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

2.16. Espectrofotometría IR

Tabla 10-2: Técnica de para la determinación en los colorantes obtenidos

Principio	Materiales y equipos	Procedimiento	Fórmulas para cálculos	Especificaciones
Se utiliza para identificar la composición de una muestra	<ul style="list-style-type: none"> • Espectrofotómetro IR • Pipetas Pasteur • Pizeta • Vasos de precipitación • Alcohol y algodón 	<ul style="list-style-type: none"> • Conectar el equipo y el ordenador a un tomacorriente de 110V • Encender el equipo presionando el switch POWER ubicado en la parte superior derecha del equipo, esperar 5 minutos hasta que los parámetros de análisis estén listos. • Para iniciar el barrido encender el ordenador e ir a: Inicio/ Todos los programas/JASCO/SpectraManager • Iniciar el programa SpectraManager y seleccionar Quick-Start. • Limpiar con algodón y alcohol el área de muestra (cristal de seleniuro de zinc, soporte y capuchón de tornillo) ubicada en la parte interior central del equipo. • Realizar el Background al verificar la ausencia de sustancia en el área de muestra, cerrar la tapa del equipo y presionar el botón “START” ubicado en la parte frontal. • Realizar el barrido espectral, colocando la muestra líquida 2 gotas sobre el cristal del área de muestra, quitar el seguro ubicado en la parte posterior, jalar hacia adelante el tornillo de ajuste, ajustarlo hasta que muestre fricción, cerrar la tapa y pulsar “START”. • Procesar el espectro utilizando el programa Spectra Analysis, corregir las escalas seleccionando el icono  corregir la línea base seleccionando  (ubicar la línea azul cerca de los puntos altos de los picos y • seleccionar OK) y eliminar el CO₂ seleccionando el icono  (intervalos automáticos, presionar OK) • Identificar los picos más relevantes seleccionando el icono  Etiquetar los picos automáticamente asignando límites de lectura y presionar Apply o manualmente moviendo la línea vertical azul y dar click en Add. Eliminar los picos menos relevantes, seleccionando el número de onda de la parte izquierda y la opción Delete y seleccionar OK. • Generar las líneas auxiliares seleccionando  habilitar todas y pulsar OK. • Guardar el archivo seleccionando: File / Save As y guardar el espectro como una imagen seleccionando, Edit/Copy as/ Bitmap y pegar en un procesador de texto. • Desajustar el tornillo de ajuste y repetir el paso 5. • Repetir el paso 7,8,9,10,11 y 12 con todas las muestras. 	----- ---	Valor obtenido directo en el equipo

Fuente: Laboratorio de Química Instrumental ESPOCH, 2019

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

2.17. Análisis Microbiológicos

Tabla 11-2: Técnica para Análisis microbiológicos

Principio	Materiales y equipos	Reactivos	Procedimiento	Especificaciones
Se realiza este análisis para comprobar si es apto para ser consumido por las personas	<ul style="list-style-type: none"> • Autoclave • Balanza analítica • Cajas Petri • Matraz Erlenmeyer 500mL y 50 mL • Probeta de 100mL • Vasos de 500mL • Tubos de ensayo • Gradilla para tubos de ensayo • Algodón • Gasas • Asa de drigalsky • Cinta masqui 	Agar: <ul style="list-style-type: none"> • Sabouraud • Mac Conkey • Plate count agar (PCA) • Agua Peptonada • Reactivo de Gram 	<p>PREPARACIÓN DE SUSPENSIÓN INICIAL Y DILUCIONES</p> <p>Para preparar el agua peptonada seguir las indicaciones del envase por ejemplo si el envase dijese que en 1000 mL se debe poner 1 g hacer los cálculos para el volumen necesario que se va a usar por ejemplo si se va hacer 3 diluciones, en cada tubo de ensayo debe ir 9 mL de agua peptonada por lo tanto se debería hacer los cálculos para 27 mL y ahí pesar los gramos de agua peptonada. Una vez que se tiene el peso de la peptona colocar en un matraz Erlenmeyer y adicionando los 27 mL de agua tapar con un algodón y gasa a manera de tapón y mandar a la autoclave por 30 min.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tomar 10 mL de la muestra a analizar y colocar en un frasco estéril de menor volumen • Rotular los tubos de ensayo de acuerdo al número de diluciones que se vaya a realizar • Agregar 9 mL del diluyente agua peptonada al 0.01% en el tubo de ensayo y mezclar 1 mL de la muestra a analizar, correctamente obteniéndose la primera dilución (rotular 10 elevado a la -1) • Del primer tubo en el que se hizo la dilución tomar 1 mL agitar correctamente con la pipeta volumétrica • Tomar 1 mL del segundo tubo en el que se hizo la dilución para así obtener la 3 dilución seguir así consecutivamente hasta llegar a la dilución que requiera. <p>Colocar 1 mL de la dilución 10 elevado a la -1 en la caja de PCA y estriar rotular antes las cajas para evitar equivocación, de igual manera en la caja 2 se colocarán 1 mL del tubo con la dilución 10-2 y estriar por todo el agar. Realizar el mismo procedimiento con todos los tubos en los que se hizo la dilución. Las cajas deben ir rotuladas con el # de dilución que se ha ido realizando.</p> <p>PREPARACION DE AGARES: PCA, SABOURAUD MACKONKEY.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Al igual que en el agua de peptona mirar cuanto agar se debe preparar en 1000 mL de agua información que se encuentra en las etiquetas de los envases de agar. Si se va a realizar en cajas de vidrio el volumen a ocupar por cada caja es de 18 mL. • Una vez que se ha pesado el agar colocar en el matraz Erlenmeyer con el volumen total de agua a ocupar y taponar con algodón y gasa, mandar al autoclave por 30 min • Sacar de la autoclave con cuidado tener el lugar de plaqueo esterilizado, se recomienda usar la cámara de flujo laminar, en caso de no tener o no acceder tener mecheros de alcohol ya encendidos listo para plaquear esto permitirá tener un ambiente estéril. • Colocar el agar respectivo en cada una de las cajas, verter hasta que esté la base de la caja Petri está cubierta con el agar, no colocar mucho agar porque puede llegar a inhibir el crecimiento de bacterias. Seguir este procedimiento con todos los agares que se va a realizar. <p>Para el crecimiento de bacterias se coloca en la estufa a 37 °C, mientras que el crecimiento de hongos es a temperatura ambiente no es necesario colocar en la estufa.</p>	Resultados observados en las cajas después del tiempo determinado para cada medio.

Fuente: Laboratorio de Análisis Bioquímico y Bacteriológico ESPOCH, 2019, ESPOCH 2019

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

2.18. Proceso de secado, Eliminación de agua en una estufa de aire

Tabla 12-2: Técnica para eliminación de agua en una estufa de aire

Principio	Materiales y equipos	Procedimiento	Fórmula para cálculos	Especificaciones
Consiste eliminar la cantidad de agua: Achote, Chonta y Papaya a una temperatura entre 35 °C y 40° C máximo.	<ul style="list-style-type: none"> • Estufa • Balanza digital • Cuchillo • Guantes • Papel aluminio • Fundas zipper 	<ul style="list-style-type: none"> • Desinfectar toda la estufa con sus correspondientes parrillas. • Conectar el equipo a una fuente de corriente eléctrica, fijar la temperatura a la cual se va a secar. • Utilizar bandejas de aluminio y colocar papel aluminio, codificarlas y registrarlas. • Pesar las bandejas vacías con el papel aluminio • Pesar Xg de muestra cortada con un espesor de 3mm. • Añadir los Xg de la muestra en las bandejas de aluminio y registrar el peso inicial antes de introducir a la estufa. • Tomar pesos en tiempos determinados hasta llegar a un peso constante. 	$\%H = \frac{P_i - P_f}{P_i} * 100$	%H = Porcentaje de Humedad (Kg de H2O/ Kg de sólido seco). Pi= Masa del sólido húmedo (kg). Pf= Masa del sólido seco (Kg).

Fuente: laboratorio de investigación, epoch 2019

Realizado por: barreno rosero roxana, 2019

2.19. Eliminación de agua en un secador por atomización

Tabla 13-2: Técnica para la eliminación de agua en un secador por atomización

Principio	Materiales y equipos	Reactivos	Procedimiento
Consiste en pasar de líquido a sólido con ayuda de un secador de atomización.	<ul style="list-style-type: none"> • Secador por atomización • Balanza digital • Termómetro • Varilla de agitación • Fundas ziplock • Filtro 	<ul style="list-style-type: none"> • Extracto de papaya y chonta • Maltodextrina (encapsulante) • Agua 	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar la toma de corriente (220 voltios polarizada y 110 voltios) y conectar y encender el equipo • Acondicionar la alimentación, añadir 100g de maltodextrina en 200mL de extracto y filtrar la alimentación. • Situar la alimentación en el tanque de alimentación • Desanclar la boquilla de atomización, prender la bomba y hacer operar con agua para garantizar la limpieza y apagar la bomba • Instalar el sistema atomizador y encender el ventilador y las resistencias • Esperar que se establezca la temperatura entre 100°C a 120° C, abrir las válvulas de paso de alimentación y aire comprimido, encender nuevamente la bomba y el compresor (15 psi) y recolectar en unas fundas ziplock el polvo deshidratado a la salida del ciclón • Terminado el proceso, apagar las resistencias, cerrar el paso de alimentación y aire comprimido, apagar la bomba y el compresor • Esperar hasta que la temperatura descienda a 20 °C, apagar el ventilador, recoger el polvo deshidratado que se ha quedado dentro del equipo, finalmente desconectar el equipo de la toma de corriente y limpiar el equipo.

Fuente: laboratorio de investigación, epoch 2019

Realizado por: barreno rosero roxana, 2019

2.20. Determinación de Actividad de agua

Tabla 14-2: Técnica para la determinación de actividad de agua

Principio	Materiales y equipos	Reactivos	Procedimiento	Fórmula para cálculos
Determina la calidad y estabilidad además, tiene influencia con el color , olor , sabor , textura y vida útil de muchos productos	<ul style="list-style-type: none"> • Aqualab 	Muestras en polvo de: <ul style="list-style-type: none"> • Achioté • Chonta • Papaya 	<ul style="list-style-type: none"> • Calibrar el equipo • Encender el Aqualab • Deslizar la traba de la cámara de medición a la derecha y levantar la tapa. • Colocar la muestra en una porta muestra descartable, cubriendo todo el fondo hasta la mitad del porta muestra. • Verificar que los bordes y la parte externa del porta muestra este limpio. • Cerrar la tapa de la cámara de medición y mover la palanca hacia la izquierda e iniciara la medición • En 1 o 2 minutos se tendrá la primera medición, que será mostrada en el visor. 	Valor directo en el equipo

Fuente: Laboratorio de Investigación, ESPOCH 2019

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

2.21. Colorimetría

Tabla 15-2: Técnica para colorimetría

Principio	Materiales y equipos	Reactivos	Procedimiento	Fórmula para cálculos
Mide la intensidad de la luz que atraviesa una muestra coloreada y convierten esta intensidad de luz en una concentración basándose en una curva de calibrado almacenada.	<ul style="list-style-type: none"> • Colorantes disueltos • Espectrofotómetro medidor de color PCE-CSM 20 	Colorantes obtenidos de: <ul style="list-style-type: none"> • Achioté • Chonta • Papaya 	<ul style="list-style-type: none"> • Encender el equipo • Realizar previamente la calibración blanco/negro del equipo • Disolver los colorantes obtenidos y los estándares (sintéticos en repostería) en relación 1/6 con agua destilada • Una vez calibrada el equipo se procede a la medición • La medición puede ser en SCI - SCE • Establecer en el equipo el iluminante D65 a 10° C • Fijar modo standard y realizar la medición correspondiente • Cambiar el modo estándar a modo sample • Medir cada uno de los colorantes y obtener datos 	Valor directo en el equipo

Fuente: Laboratorio de Investigación, ESPOCH 2019

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

CAPÍTULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Análisis bromatológico proximal

Obtención del porcentaje de humedad y cenizas de las muestras a utilizar.

Utilizando las ecuaciones detalladas en la tabla 3-5 y la tabla 3-6 tenemos:

Cálculo de humedad

$$\% \text{ Humedad} = \frac{(82.274 - 81.865) \times 100}{5.005}$$

$$\% \text{ Humedad} = 8.17$$

Cálculo de cenizas

$$\% \text{ cenizas} = \frac{(39.094 - 38.812) \times 100}{5.001}$$

$$\% \text{ cenizas} = 5.63$$

Tabla 1-3: datos experimentales obtenidos para la obtención del % de humedad y cenizas de las muestras

	% HUMEDAD	% de Cenizas
Achiote	8,17	5,63
Chonta	15,28	0,67
papaya	90,63	0,84

Fuente: laboratorio de investigación, esPOCH 2019

Realizado por: barreno rosero roxana, 2019

Con estos datos obtenidos podemos observar en la tabla 4- 1 el % de humedad de cada una de las muestras donde tenemos: 8.17% de humedad en el achiote, 15.28% de humedad en la chonta y 90,63% en la papaya; como era de esperarse la papaya iba a presentar mayor % de humedad debido a que es una fruta con gran cantidad de agua y es por la misma razón al momento de su manipulación en la investigación debía ser inmediata después de cortarse, pues el agua presente en las frutas es un lugar apropiado para la floración de microorganismos no deseados para nuestros estándares de calidad al momento de extraer el colorante, por lo que no se permitía la exposición al ambiente por mucho tiempo; es por ello que una vez cortada la fruta de la manera más antiséptica posible, era pesada y agregada prontamente al envase ámbar para su extracción sólido-líquido con su respectivo disolvente y sellado.

En la misma tabla 4-1 podemos observar que se obtuvo 5,63% de cenizas en el achiote, 0.67% de cenizas en la chonta y 0,84% de cenizas en la papaya; como bien conocemos las cenizas representan el contenido total de minerales en los alimentos y es de nuestro interés ya que con las cenizas se usa como un índice de calidad en algunos alimentos, pues en las cenizas se encuentran elementos inorgánicos como calcio, fósforo, etc. Que son de gran interés nutricional. Y como se puede observar entre las tres frutas escogidas la que posee mayor cantidad de minerales en su composición es el achiote.

3.2. Caracterización macro morfológicas y organolépticas de las muestras

3.2.1. Características Macromorfológicas

Tabla 2-3: Características morfológicas de las frutas utilizadas

	ACHIOTE (SEMILLAS)		PAPAYA		CHONTA	
Forma	Piramidal		Ovalada		Ovalada	
Peso	0,028 g		402 g		36,633 g	
Dimensiones	Largo	0,48 cm	Largo	12,5 cm	Largo	4,0 cm
	Ancho	0,39 cm	Ancho	8,5 cm	Ancho	3,8 cm
Condición	seca y madura		Fresca y madura		Fresca y madura	

Fuente: Laboratorio de Investigación, ESPOCH 2019

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

3.2.2. Características Organolépticas

Tabla 3-3: características organolépticas de las frutas utilizadas

	PAPAYA	ACHIOTE	CHONTA
Olor	Sui géneris	Sui géneris	Sui géneris
Color Externo	Anaranjado intenso	Rojo ladrillo	Anaranjado intenso
Color Interno	Amarillo	Rojo ladrillo	Anaranjado claro
Sabor	Dulce	Sui géneris	Sui géneris
Textura	Lisa y suave	Rugoso y duro	Lisa y suave

Fuente: Laboratorio de Investigación, ESPOCH 2019

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

Para la caracterización tanto macro morfológica y organoléptica, podemos observar que cada una de las condiciones a las que se encuentran las frutas a utilizar están aptas y en condición apropiada para ser manipuladas en este proyecto, tomando en cuenta que el achiote se ha utilizado el que es

comercializado: seco, ya que en el mercado no se ha logrado obtener el achiote obtenido directamente de su cápsula, pero que sin embargo a presentado buenos rasgos.

Extracción Sólido – Líquido De Los Colorantes

3.3. Extracción sólida – líquido en muestra húmeda

Tabla 4-3: Datos obtenidos en la extracción solido-liquido en húmedo

Fruta	Muestra (g)	Etanol en Extracción sólido – líquido (mL)	Presión (mbar)	Temperatura (°C)	Filtrado de la extracción sólido – líquido (mL)	Etanol total recuperado	Colorante obtenido (mL)
chonta	500	515	175	38	487	372	110
chonta	500	515	175	38	484	359	118
chonta	500	515	175	38	485	363	116
papaya	500	510	175	38	476	377	93
papaya	500	510	175	38	469	367	95
papaya	500	510	175	38	473	372	99
achiote	200	400	175	38	380	372	4
achiote	200	400	175	38	386	377	3

Fuente: Laboratorio de Investigación, ESPOCH 2019

Realizado por: Roxana Barreno

La investigación se ha basado en 3 especies: de achiote (*Bixa orellana*), chonta (*Bactris gasipaes*) y papaya hawaiana (*Carica papaya l.*) en seco y húmedo; pero el achiote en su composición tiene ácidos grasos y por lo mismo, si este posee agua se va a dificultar el proceso, sin embargo se realizó el mismo proceso que las anteriores pero se presentó un gran inconveniente al momento de destilar pues debido a la presencia de agua esta se mezcló con lo poco de colorante extraído y quedaba esparcido en el balón giratorio del rotavapor y no se podía recuperar; así que el inconveniente era más por la humedad de este, y por lo tanto se optó por este fruto realizar solo en proceso seco.

3.3.1. Balance de masa general del proceso

EN BASE HÚMEDA

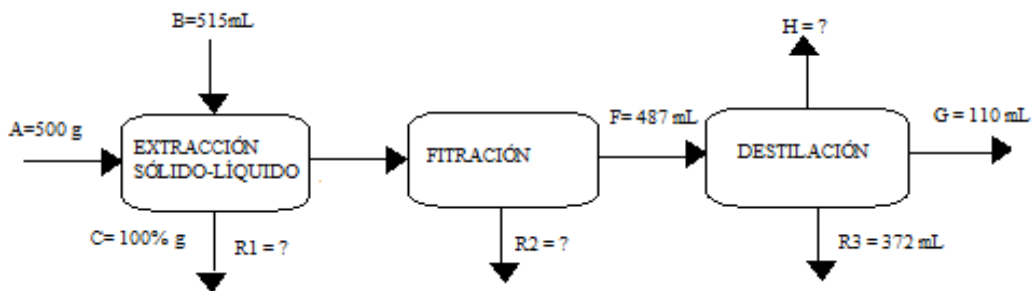


Figura 1-3: Balance de masa general del proceso en húmedo

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

Balance en extracción sólido - líquido

$$\text{Entrada} = \text{Salida}$$

$$A = C \rightarrow 0$$

$$A + B = C + R1 + E$$

$$B = R1 + E$$

$$R1 = B - E$$

$$R1 = 515 \text{ mL} - 498 \text{ mL}$$

$$R1 = 17 \text{ mL}$$

Balance en filtración

$$\text{Entrada} = \text{Salida}$$

$$E = F + R2$$

$$R2 = E - F$$

$$R2 = 498 \text{ mL} - 487 \text{ mL}$$

$$R2 = 11 \text{ mL}$$

Balance en destilación

$$\text{Entrada} = \text{Salida}$$

$$F = G + R3 + H$$

$$H = F - R3 - G$$

$$H = 487 \text{ mL} - 372 \text{ mL} - 110 \text{ mL}$$

$$H = 5 \text{ mL}$$

Balance global

$$\text{Entrada} = \text{Salida}$$

$$A + B = C + R1 + R2 + R3 + G + H$$

$$A = C \rightarrow 0$$

$$500g = 500g \rightarrow 0$$

$$515 \text{ mL} = (17 + 11 + 372 + 110 + 5)\text{mL}$$

$$515\text{mL} = 515\text{mL}$$

$$\%Rendimiento = \frac{G \text{ sale}}{F \text{ entra}} \times 100$$

Donde:

G sale = Colorante obtenido

F entra = solución obtenida después del filtrado

$$\%Rendimiento = \frac{110 \text{ mL}}{487 \text{ mL}} \times 100$$

$$\%Rendimiento = 22,59$$

Mientras que entre los otros dos colorantes se realizó el balance de masa para obtener su rendimiento y pérdidas del equipo; entre la chonta y la papaya tenemos que:

Tabla 5-3: promedio de rendimientos de los colorantes en fresco o húmedo

colorante	%RENDIMIENTO	PROMEDIO %RENDIMIENTO	PÉRDIDAS DEL EQUIPO (H) mL
Chonta	22,59		5
Chonta	24,38	23,63	7
Chonta	23,92		6
papaya	19,54		6
papaya	20,26	20,24	7
papaya	20,93		2

Fuente: Laboratorio de Investigación, ESPOCH 2019

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

3.4. Extracción sólida – líquido en seco

Para la extracción sólido – líquido en seco se realizó primeramente el secado de las frutas y se procede a realizar un proceso similar como con la muestra en húmedo.

En el proceso de secado de todas las muestras se realizó a una temperatura de 38°C pues ayuda a que el colorante obtenido de la misma sea más estable y de mejor pigmentación; pues se realizó también el proceso de secado según la norma establecida para alimentos donde la temperatura de secado está establecida a 70°C; sin embargo al momento de la extracción realizada con esas

muestras, los pigmentos obtenidos tenían un olor poco agradable y además la pigmentación estaba degradada, leyendo en bibliografía (Ruiz Zambrano, 2007) se cayó en cuenta que la temperatura influye de gran manera en la estabilidad de los colorantes por lo que se trabajó a una temperatura de 38°C; claro que el tiempo fue mayor a esperar pero al momento de la extracción sólido – líquido los resultados fueron visiblemente mejores

Y para ello tenemos las curvas de secado de cada una de las frutas que se obtuvo de los siguientes datos de secado en lapsos de 40 min hasta llegar a un peso constante.

Tabla 6-3: Datos experimentales de secado del achiote

tiempos	Sumatoria total de las bandejas con las muestras en la estufa
–	48,86
0	315,14
40	311,985
80	310,155
120	309,27
160	308,745
200	308,29
240	308,195
280	308,175
320	308,14

Fuente: Laboratorio de Investigación, ESPOCH 2019

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

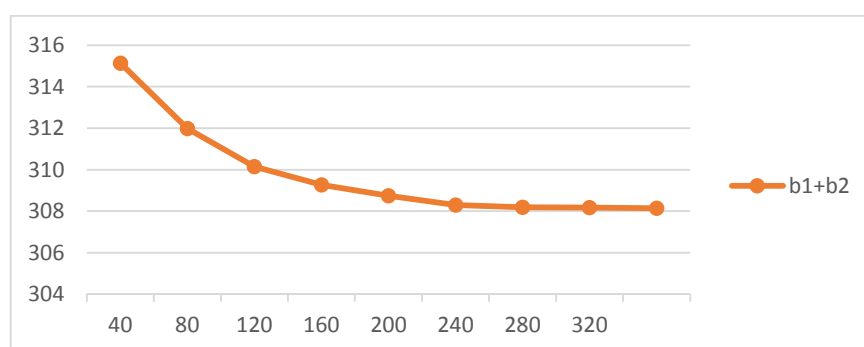


Gráfico 1-3: Curva de humedad del achiote

Fuente: Laboratorio de Investigación, ESPOCH 2019

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

En el caso del achiote se demoró aproximadamente de 5 horas y media hasta que de su peso inicial promedio de 315.14g llegara a un peso constante de 308.14 g y que haya perdido toda la humedad. El proceso se realizó a 38°C para no degradar el colorante.

Una vez seco el achiote se prosiguió al proceso de extracción sólido – líquido, pesando la muestra, añadiéndola en el embace ámbar previamente esterilizado y al final agregando el etanol de 96° ,

se lo sella y se le guarda en un lugar donde evite llegar la luz solar y esperar un tiempo determinado.

Tabla 7-3: Datos experimentales de secado de la chonta

tiempos	Sumatoria total de las bandejas con las muestras en la estufa
	58,35
0	193,68
40	172,005
80	162,42
120	145,965
160	138,175
200	129,945
240	122,625
280	120,08
320	119,825
360	117,985
400	117,08
440	116,215
480	116,125
520	116,125

Fuente: Laboratorio de Investigación, ESPOCH 2019

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

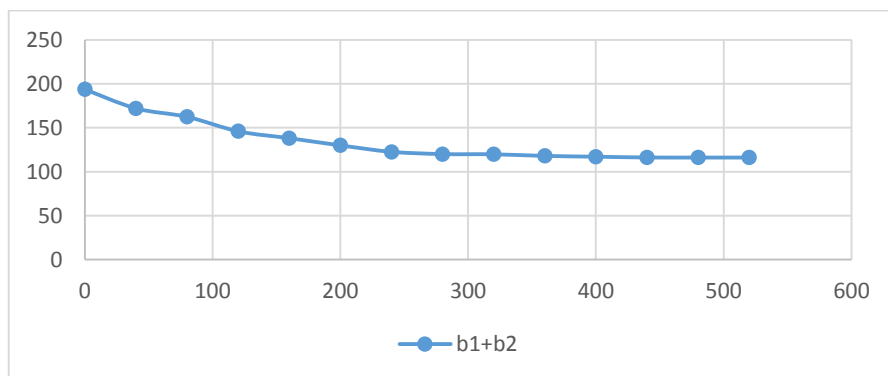


Gráfico 2-3: Curva de humedad de la chonta

Fuente: Laboratorio de Investigación, ESPOCH 2019

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

Para el caso de secado de la chonta se demoró aproximadamente 8 horas y media, tuvo un peso inicial de 193.68 g llegando a un peso constante de 166.125 g libre de humedad. El proceso se realizó a 38°C para no degradar el colorante.

Una vez seca la chonta se prosiguió al proceso de extracción sólido – líquido, pesando la muestra, añadiéndola en el embace ámbar previamente esterilizado y al final agregando el etanol de 96°, se lo sella y se le guarda en un lugar donde evite llegar la luz solar y esperar un tiempo determinado.

Tabla 8-3: Datos experimentales de secado de la papaya

Tiempos (s)	Sumatoria total de las bandejas con las muestras en la estufa
	48,88
0	133,675
40	121,9
80	114,88
120	107,235
160	99,275
200	91,09
240	83,915
280	74,915
320	67,365
360	63,02
400	60,685
440	58,29
480	57,54
520	57,275
560	56,98
600	56,92
640	56,905
680	56,905

Fuente: Laboratorio de Investigación, ESPOCH 2019

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

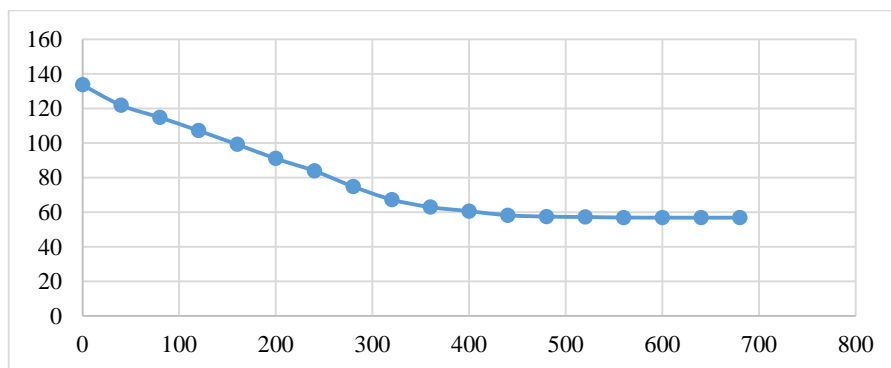


Gráfico 3-3: Curva de humedad de la papaya

Fuente: Laboratorio de Investigación, ESPOCH 2019

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

Para el caso de secado de la papaya se demoró aproximadamente 11 horas, tuvo un peso inicial de 133.675 g y llegó a un peso constante de 56.905 g libre de humedad. Como se puede observar el fruto con mayor humedad es la papaya. El proceso se realizó a 38°C para no degradar el colorante.

Una vez seca la papaya se prosiguió al proceso de extracción sólido – líquido, pesando la muestra, añadiéndola en el embace ámbar previamente esterilizado y al final agregando el etanol de 96°,

se lo sella y se le guarda en un lugar donde evite llegar la luz solar y esperar un tiempo determinado.

Tabla 9-3: Datos obtenidos en la extracción solido-liquido en secodatos obtenidos en la extracción solido-liquido en seco

Fruta	Muestra (g)	Etanol en extracción sólido – líquido (mL)	Presión (mbar)	Temperatura (°C)	Filtrado de macerado (mL)	Etanol total recuperado	Colorante obtenido (mL)
achiote	250	550	175	38	500	442	51
achiote	250	550	175	38	505	443	55
achiote	250	550	175	38	495	433	58
papaya	250	750	175	38	700	639	56
papaya	250	750	175	38	705	642	59
papaya	250	750	175	38	708	650	53
chonta	250	750	175	38	736	681	51
chonta	250	750	175	38	730	674	47
chonta	250	750	175	38	728	668	55

Fuente: Laboratorio de Investigación, ESPOCH 2019

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

4.3.1. Balance de masa general del proceso

EN BASE SECA

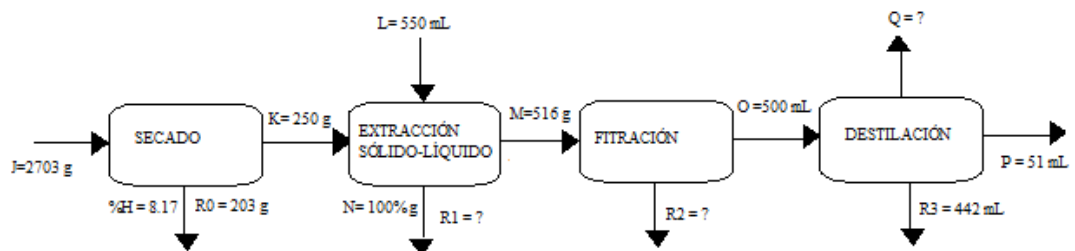


Figura 2-3: Balance de masa general del proceso en seco

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

Balance en el secador

$$\text{Entrada} = \text{Salida}$$

$$J = K + R_0$$

$$K = J - R_0$$

$$K = 270,3\text{g} - 20,3\text{g}$$

$$K = 250\text{g}$$

Balance en extracción sólido-líquido

$$\begin{aligned} \text{Entrada} &= \text{Salida} \\ K + L &= M + N + R1 \\ K &= N \rightarrow 0 \\ L &= M + R1 \\ R1 &= L - M \\ R1 &= 550 \text{ mL} - 516 \text{ mL} \\ R1 &= 34 \text{ mL} \end{aligned}$$

Balance en filtración

$$\begin{aligned} \text{Entrada} &= \text{Salida} \\ M &= O + R2 \\ R2 &= M - O \\ R2 &= 516 \text{ mL} - 500 \text{ mL} \\ R2 &= 16 \text{ mL} \end{aligned}$$

Balance en destilación

$$\begin{aligned} \text{Entrada} &= \text{Salida} \\ O &= P + R3 + Q \\ Q &= O - R3 - P \\ Q &= 500 \text{ mL} - 442 \text{ mL} - 51 \text{ mL} \\ Q &= 7 \text{ mL} \end{aligned}$$

Balance general

$$\begin{aligned} \text{Entrada} &= \text{Salida} \\ J + L &= N + R0 + R1 + R2 + R3 + P \\ J - R0 &= N \\ 250 \text{ g} &= 250 \text{ g} \\ L &= R1 + R2 + R3 + P + Q \\ 550 \text{ mL} &= (34 + 16 + 442 + 51 + 7) \text{ mL} \\ 550 \text{ mL} &= 550 \text{ mL} \\ \% \text{Rendimiento} &= \frac{P \text{ sale}}{O \text{ entra}} \times 100 \end{aligned}$$

Donde:

P sale = Colorante obtenido

O entra = solución obtenida después del filtrado

$$\begin{aligned} \% \text{Rendimiento} &= \frac{51 \text{ mL}}{500 \text{ mL}} \times 100 \\ \% \text{Rendimiento} &= 10,20 \end{aligned}$$

Tabla 10-3: Promedio del rendimiento de los colorantes en seco

Fruta	%RENDIMIENTO	PROMEDIO DEL %RENDIMIENTO	PÉRDIDAS DEL EQUIPO (Q) mL
Achiote	10,20		7
Achiote	10,89	10,94	7
Achiote	11,72		4
Papaya	8,00		5
Papaya	8,37	7,95	4
Papaya	7,49		5
Chonta	6,93		4
Chonta	6,44	6,97	9
Chonta	7,55		5

Fuente: Laboratorio de Investigación, ESPOCH 2019

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

En la tabla 3-3 tenemos el proceso de extracción el cual aplicamos para este caso también y obtenemos a relación a la tabla 4-5 donde tenemos que la papaya fresca tiene 20,24% de rendimiento promedio y la chonta húmeda presenta 23,63% de rendimiento promedio mientras que en seco en la tabla 4-10 tenemos a la chonta seca un rendimiento promedio de 6,97% y en la papaya seca 7,95%. En esta comparación es visible que el mayor rendimiento en el proceso de extracción sólido - líquido es para las muestras en húmedo.

Tabla 11-3: Densidad de los colorantes extraídos de las muestras en húmedo y seco

DENSIDAD g/mL		
Colorante	HÚMEDO	SECO
Chonta	1,020	0,898
Papaya	1,286	1,048
Achiote	-	0,957

Fuente: Laboratorio de Investigación, ESPOCH 2019

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

La importancia de determinar la densidad de cada uno de los colorantes es debido a que esta es una prueba rápida que ayuda a asegurar la consistencia en la calidad y como se puede ver en la tabla 4-11, la papaya es ligeramente más densa que el de la chonta.

Así también se determinó la densidad para los colorantes en seco y entre ellos el con mayor densidad es la papaya también. Pero comparando entre los colorantes obtenidos de la misma fruta como el caso de la chonta, la cual en estado húmedo presenta una densidad de 1.02 g/mL, mientras que en seco es menor incluso del agua con un valor de 0,89 g/mL.

Así mismo el colorante de la papaya húmeda tiene una densidad de 1.28 g/mL, mientras que en estado seco tiene 0,95 g/mL. El achiote tiene una densidad de 0,95 g/mL.

Tabla 12-3: Grados brix del colorante, colorantes de muestras húmedas y secas

Grados brix		
Colorante	HÚMEDO	SECO
Chonta	12,195	64,46
Papaya	57,025	49,18
Achiote	-	102,045

Fuente: Laboratorio de Investigación, ESPOCH 2019

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

Los grados brix permiten conocer el porcentaje de sólidos solubles que se hallan presentes en las sustancias, para las frutas el valor de los grados Brix establece la cantidad de azúcar o sacarosa que se encuentra presente en el fruto; y a saber que nuestros colorantes han sido extraídos de frutas, este análisis es necesario realizarlo, teniendo así un valor de la chonta de 12.195 °Brix y 57.025 °Brix en la papaya en las muestras en húmedo.

En el caso de los colorantes de las muestras secas el achiote presenta mayor cantidad de grados Brix 102.045 °Brix, seguido de la chonta con 64,46°Brix y al final la papaya con 49.18 °Brix. Pero en el caso del achiote y su alto número en °Brix no se debe a la presencia de azúcares en la muestra si no se debe a la viscosidad de las muestras, ya que, así como el achiote es graso, la chonta también lo es; el achiote tiene una apariencia viscosa a manera de coágulos de sangre y el de la chonta menos viscoso que este; se debe a esto que al instante de su medida estas dos muestras presentan un valor más alto.

Tabla 13-3: Índice de refracción, colorantes de muestras húmedas y secas

Índice de Refracción				
Colorante	HÚMEDO		SECO	
	Primera toma de datos	Segunda toma de datos	Primera toma de datos	Segunda toma de datos
Chonta	1,355	1,385	1,463	1,467
Papaya	1,445	1,473	1,435	1,440
Achiote	-	-	1,440	1,450

Fuente: Laboratorio de Investigación, ESPOCH 2019

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

El índice de refracción calcula la refracción de la luz que pasa por una solución que en esta cuestión sería el colorante, este parámetro se maneja para establecer la calidad del producto, puesto que la variación de este en un lapso de tiempo indica la adulteración del mismo.

En estas muestras de estudio, se registró los datos donde hubo que en el caso del colorante de la chonta es de 1,355 y 1,385 de índice de refracción en su primera y segunda toma respectivamente

y en el caso de la papaya de 1,445 a 1,473; por tanto, se puede acotar que el colorante obtenido de cada uno de las frutas presenta buena calidad.

Al observar los índices de refracción de los colorantes de muestras secas vemos que la variación es mínima al igual que en las muestras en húmedo, por lo que se puede considerar a nuestros colorantes tanto húmedos como secos estables y de buena calidad.

Tabla 14-3: pH de los colorantes de muestras húmedas y secas

Ph		
Colorante	HÚMEDO	SECO
Chonta	6,016	4,011
Papaya	4,839	3,968
Achiote		5,264

Fuente: Laboratorio de Investigación, ESPOCH 2019

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

El pH es algo muy significativo a considerar en los productos alimenticios; pues además de ser un indicador de condiciones higiénicas, es algo indispensable a tomar en cuenta al momento de conservar alimentos. En frutas en especial tiene un rango entre 2.5 y 5.5 de pH para que esta se mantenga fresca e inhiba la reproducción de microorganismos; pero dentro de los colorantes artificiales el pH en su mayoría están entre 3 a 8 de pH (Parra Ortega, 2004); al analizar estos datos con los experimentales obtenidos en la investigación que dentro del rango de colorantes se encuentran; la chonta obtuvo de pH 6,016 y la papaya 4.839; si estos resultados fueran comparados con los colorantes artificiales estuvieran dentro del rango, pero al ser de origen natural y saber que las frutas tienen el rango antes mencionado podríamos decir que se debería mantener ligero cuidado más con la Chonta la cual tiene un pH ligeramente ácido y podría estar más propenso a que no se conserve adecuadamente.

En las muestras secas se conserva en un rango que al igual que los colorantes de muestras húmedas en un rango estable que permitirá su mejor conservación y estabilidad de los colorantes.

Tabla 15-3: Ensayo de fehling

Ensayo de Fehling	
Colorante	Resultado
Achiote	Positivo
Chonta	Positivo
Papaya	Positivo

Fuente: Laboratorio de Investigación, ESPOCH 2019

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

Según el análisis de Fehling realizado se obtuvo el resultado positivo para los tres colorantes, la prueba de Fehling se basa en el poder reductor del grupo carboxilo de un aldehído.

Tabla 16-3: Solubilidad de los colorantes en húmedo y seco

Solubilidad		
Colorante	HÚMEDO	SECO
Chonta	Hidrosoluble	Liposoluble
Papaya	Hidrosoluble	Hidrosoluble
Achiote	-	Liposoluble

Fuente: Laboratorio de Investigación, ESPOCH 2019

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

La solubilidad es una propiedad física que nos permite conocer el tipo de enlace que tienen los compuestos presentes en una sustancia; en cuanto a los analizados en esta investigación podemos ver que el enlace de los colorantes es iónico por lo tanto es soluble en agua.

En el caso de los colorantes en seco tenemos dos que son liposolubles, que es el achiote y la chonta, dos compuestos que estructuralmente son ácidos grasos por lo cual no se disolverán en agua sino más bien en disolventes de similar estructura.

Tabla 17-3: Resultados de pruebas microbiológicas en colorantes de muestras húmedas

	Mohos y Levaduras	Aerobios Mesófilos	Enterobacterias
Chonta	Ausencia	Ausencia	ausencia
Papaya	Ausencia	Ausencia	ausencia

Fuente: Laboratorio de Investigación, ESPOCH 2019

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

Tabla 18-3: Resultados de pruebas microbiológicas en colorantes de muestras secas

	Mohos y Levaduras	Aerobios Mesófilos	Enterobacterias
Chonta	Ausencia	<5 colonias	<5 colonias
Achiote	Ausencia	Ausencia	ausencia
Papaya	Ausencia	Ausencia	ausencia

Fuente: Laboratorio de Investigación, ESPOCH 2019

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

Al realizar estos análisis detallados en la tabla 3-7 el proceso que se realizó en supervisión de un docente capacitado en el área; como resultado se puede ver tanto en húmedo y seco hay ausencia de mohos y levaduras y una mínima presencia de unas pocas colonias en el caso de la chonta seca en aerobios- mesófilos y enterobacterias tiene <5 colonias por lo que es un valor aceptable basándonos en la normativa oficial NOM-119-SSSA1-1994; con estos análisis corroboramos el apto consumo de los mismos sin perjudicar la salud de las personas al ingerir estos colorantes.

3.5. Secado por atomización

3.5.1. Resultados del secado por atomización de la Papaya a 110° C

El proceso de secado por atomización fue realizado en el laboratorio de Procesos Industriales de la facultad de Ciencias de la ESPOCH el día 25 y 26 de junio de 2019.

El equipo de atomización tiene un radio de cámara de secado R_{CS} de 0,30m con altura de 1,10m y presión del aire de compresor de 58,015 psi.

Tabla 19-3: Valores obtenidos en el secado por atomización de la papaya

PARÁMETROS	VALORES
Peso alimentación m(kg)	0,492
Volumen de alimentación del zumo V_a (ml)	430
Peso del producto m_p (kg)	0,047
Tiempo de secado t (s)	2700
Temperatura ambiente T_a (°k)	293,15
Temperatura de alimentación T_{R_1} (°k)	294,15
Temperatura de bulbo húmedo del ambiente T_{w_e} (°k)	290,15
Temperatura del producto T_{R_2} (°k)	308,15
Temperatura del aire de salida T_{A_2} (°k)	338,15
Temperatura del aire de secado T_{A_1} (°k)	393,15

Fuente: Procesos Industriales, ESPOCH 2019

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

Tabla 20-3: Resultados del secado por atomización de la papaya

PARÁMETROS	VALORES	UNIDADES
Flujo de alimentación	$2,523 \times 10^{-4}$	Kg/s
Flujo másico de alimentación	$1,276 \times 10^{-4}$	Kg/s
Humedad total	89,67	%
Rendimiento	9,57	%

Fuente: Procesos Industriales, ESPOCH 2019

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

3.5.2. Resultados del secado por atomización de la Chonta a 110° C

El proceso de secado por atomización fue realizado en el laboratorio de Procesos Industriales de la facultad de Ciencias de la ESPOCH el día 25 y 26 de junio de 2019.

El equipo de atomización tiene un radio de cámara de secado R_{CS} de 0,30m con altura de 1,10m y presión del aire de compresor de 58,015 psi.

Tabla 21-3: Valores obtenidos en el secado por atomización de la chonta

PARÁMETROS	VALORES
Peso alimentación m(kg)	628,53
Volumen de alimentación del zumo Va (ml)	615
Peso del producto mp (kg)	0,06
Tiempo de secado t (s)	2400
Temperatura ambiente T_a (°k)	293,15
Temperatura de alimentación T_{R_1} (°k)	294,15
Temperatura de bulbo húmedo del ambiente T_{w_e} (°k)	290,15
Temperatura del producto T_{R_2} (°k)	308,15
Temperatura del aire de salida T_{A_2} (°k)	327,19
Temperatura del aire de secado T_{A_1} (°k)	351,07

Fuente: Procesos Industriales, ESPOCH 2019

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

Tabla 22-3: Resultados del secado por atomización de la chonta

PARÁMETROS	VALORES	UNIDADES
Flujo de alimentación	$3,087 \times 10^{-5}$	Kg/s
Flujo másico de alimentación	$1,944 \times 10^{-5}$	Kg/s
Humedad total	68,0	%
Rendimiento	10,89	%

Fuente: Procesos Industriales, ESPOCH 2019

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

3.6. Balance de masa para molienda y tamizado

3.6.1. Balance de masa en la molienda

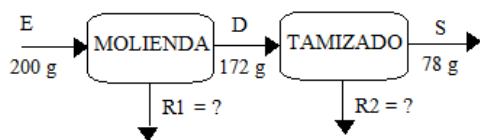


Figura 3-3: Balance de masa para la molienda y tamizado del achiote

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

Balance global

$$E = S$$

$$E = R1 + R2 + S$$

Balance en la molienda

$$E = S$$

$$E = D + R1$$

$$R1 = E - D$$

$$R1 = 200 \text{ g} - 172 \text{ g} = 28 \text{ g}$$

Balance en destilación

$$E = S$$

$$D = S + R2$$

$$R2 = D - S$$

$$R2 = 172 \text{ g} - 78 \text{ g} = 94 \text{ g}$$

Balance global

$$E = S$$

$$E = R1 + R2 + S$$

$$E = 28 + 94 + 78$$

$$200 \text{ g} = 200 \text{ g}$$

Tabla 23-3: Trituración de achiote

Trituración de achiote			
	Cantidad de fruta ocupada (gr)	Cantidad de colorante en polvo obtenido(g)	RENDIMIENTO %
Achiote	200	78	39

Fuente: Laboratorio de Investigación, ESPOCH 2019

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

Este proceso se hizo para comparar si hay un mejor rendimiento directo obteniendo de la fruta o primeramente realizando la extracción, según el rendimiento tanto de la tabla 4-5 y tabla 4-10, de los rendimientos promedios de los colorantes de muestras húmedas y secas respectivamente, vemos que los rendimientos de los colorantes en bases húmedas siguen siendo más alto; sin embargo, para abarcar sobre la pigmentación se realizará la comparación siguiente.

Es de suma importancia aclarar que el rendimiento del achiote triturado es mejor, tiene un rendimiento del 57,5%; solo se secó, trituró y se tamizó de manera manual, pues este colorante no se podía llevar al atomizador debido a la cantidad de grasa y porque no se disuelve en agua, algo que para el atomizador es necesario ya que las muestras a utilizar en este equipo solo pueden ser el zumo de la fruta o disuelta en agua.

Tabla 24-3: Actividad del Agua en los colorantes en polvo

ACTIVIDAD DEL AGUA (Qw)	Temperatura (°C)
ACHIOTE	0,4964 24,73
CHONTA	0,4401 24,88
PAPAYA	0,4145 24,96

Fuente: Laboratorio de Investigación, ESPOCH 2019

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

Esta prueba es necesaria en alimentos debido a que es un punto crítico de control particularmente en alimentos de humedad intermedia.

En la publicación de *FOOD AND INDUSTRIAL MICROBIOLOGY* (Dilbaghi, y otros, 2007) hace referencia a un cuadro adaptado de Beuchat, 1981 que realizó el estudio sobre *Water activity of some foods and susceptibility to spoilage by microorganisms* en donde nos da a conocer que si el actividad del agua que tiene rangos de 0.60-0.50 o menor a esta, no existe proliferación bacteriana; dato de suma importancia al momento de obtener nuestro colorante en polvo, pues al obtener valores menores a 0.5 de actividad de agua los colorantes en polvo nos confirma que no existirá la proliferación de bacterias que permitirá la conservación y aumento de la vida útil de estos colorantes.

3.7. Colorimetría

PAPAYA Base húmeda



Figura 4-3: Curva de la espectrofotetría del colorante en Medidor de color PCE-CSM 20 papaya húmeda

Fuente: Laboratorio de Investigación, ESPOCH 2019
Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

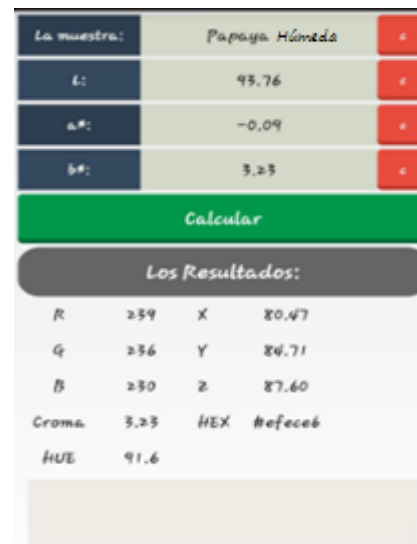


Figura 5-3: Curva de la espectrofotetría del colorante en Medidor de color PCE-CSM 20 papaya húmeda

Fuente: Laboratorio de Investigación, ESPOCH 2019
Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

Para el análisis de colorimetría se diluyó cada colorante en agua destilada en una relación 1/6 y se introdujo papel filtro para que este absorba el colorante y con ayuda del equipo Medidor de color PCE-CSM 20, pudimos obtener la Ilustración 4-4 donde en este caso tenemos una reflectancia de 9.33 y un brillo de 6.11, para estos se utilizó el iluminante D65 a 10° debido a que eran los más recomendados.

La línea verde representa al colorante obtenido y la blanca al estándar que se utilizó que en este caso fue un colorante sintético diluido en la misma relación que el colorante, se obtuvo una desviación estándar es de 93,67.

La ilustración 4-5 se obtuvo de un software; en el cual se añadía los valores obtenidos de L, a* y b* en el equipo Medidor de color PCE-CSM 20 que nos ayudaba a ubicar en el plano RGB y mostrar el color visualizado. En este caso es claro observar el color bastante degradado al que se esperaba.

PAPAYA Base seca



Figura 5-3: Curva de la espectrofotometría de colorantes en Medidor de color PCE-CSM 20 papaya seca

Fuente: Laboratorio de Investigación, ESPOCH 2019
Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

La muestra:	Papaya Seca	c	
L:	76.24	c	
a*:	13.64	c	
b*:	59.63	c	
Calcular			
Los Resultados:			
R	240	X	52.88
G	176	Y	50.28
B	73	Z	13.37
Chroma	61.17	HEX	#f0b0d9
HUE	77.1		

Figura 6-3: Análisis de Color CIE LAB Papaya seca

Fuente: Laboratorio de Investigación, ESPOCH 2019
Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

Realizando la misma dilución 1/6 y siguiendo el proceso similar de introducir papel filtro para que este absorba el colorante y con ayuda del equipo Medidor de color PCE-CSM 20, se obtuvo la Ilustración 4-7 donde en este caso tenemos una reflectancia de 64.48 y un brillo de 50.63, se utilizó el iluminante D65 a 10°.

La línea verde representa al colorante obtenido y la blanca al estándar que se utilizó que en este caso fue un colorante sintético diluido en la misma relación que el colorante, teniendo una desviación estándar de 73,57.

La ilustración 4-6 se obtuvo de un software; en el cual se añadía los valores obtenidos de L, a* y b* en el equipo Medidor de color PCE-CSM 20 que ayudó a ubicar en el plano RGB los datos y

mostrar el color visualizado. En este caso es claro observar un color más vivo que en el caso anterior de la muestra en húmedo.

PAPAYA en polvo

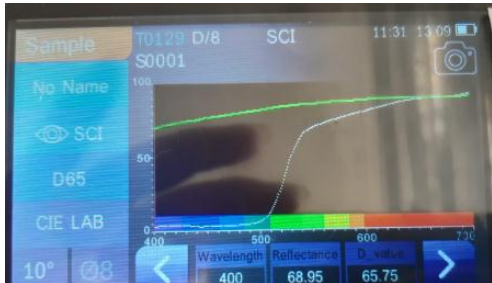


Figura 7-3: Curva de la espectrofotometría del colorante en Medidor de color PCE-CSM 20 papaya polvo

Fuente: Laboratorio de Investigación, ESPOCH 2019

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

La muestra:	Papaya Polvo	e	
L:	93.6	e	
a*:	0.22	e	
b*:	3.06	e	
Calcular			
Los Resultados:			
R	239	X	80.28
G	235	Y	84.34
B	230	Z	87.45
Croma	3.07	#EX	#efebe6
HUE	85.9		

Figura 8-3: Análisis de Color CIE LAB Papaya polvo

Fuente: Laboratorio de Investigación, ESPOCH 2019

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

De igual manera realizando la misma dilución 1/6 y siguiendo el proceso similar de introducir papel filtro para que este absorba el colorante y con ayuda del equipo Medidor de color PCE-CSM 20, se obtuvo la Ilustración 4-9 donde en este caso tenemos una reflectancia de 68.95 y un brillo de 65.75 y utilizando el iluminante D65 a 10° se pudo visualizar la línea verde que representa al colorante obtenido y la blanca al estándar que se utilizó que en este caso fue un colorante sintético diluido en la misma relación que el colorante, teniendo una desviación estándar de 91,4.

La ilustración 4-8 se obtuvo de un software; en el cual se añadía los valores obtenidos de L, a* y b* en el equipo Medidor de color PCE-CSM 20 que ayudó a ubicar en el plano RGB los datos y mostrar el color visualizado. En este caso se observa un color degradado similar al caso de la ilustración 2-4 de la muestra en húmedo.

Al comparar los colorantes tanto obtenidos de las muestras húmedas y secas cuales son motivo de estudio, podemos juzgar que el mejor colorante entre estas dos muestras es el colorante obtenido de la extracción en seco, además de poder compararlo también con el obtenido directamente de la fruta que es el de polvo; observamos que sigue siendo un mejor colorante el de la extracción en seco.

CHONTA base húmeda



Figura 9-3: Curva de la espectrofotometría del colorante en Medidor de color PCE-CSM 20 Chonta húmeda

Fuente: Laboratorio de Investigación, ESPOCH 2019
Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019



Figura 10-3: Análisis de Color CIE LAB Chonta húmeda

Fuente: Laboratorio de Investigación, ESPOCH 2019
Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

Así mismo realizando la misma dilución 1/6 y siguiendo el proceso similar de introducir papel filtro para que este absorba el colorante y con ayuda del equipo Medidor de color PCE-CSM 20, se obtuvo la Ilustración 4-10 donde en este caso tenemos una reflectancia de 40.72 y un brillo de 37.52 y utilizando el iluminante D65 a 10° se pudo visualizar la línea verde que representa al colorante obtenido y la blanca al estándar que se utilizó que en este caso fue un colorante sintético diluido en la misma relación que el colorante, teniendo una desviación de 91,49.

La ilustración 4-11 se obtuvo de un software; en el cual se añadía los valores obtenidos de L, a* y b* en el equipo Medidor de color PCE-CSM 20 que ayudó a ubicar en el plano RGB los datos y mostrar el color visualizado. En este caso se observa un color degradado y opaco para el que se esperaba.

CHONTA en polvo

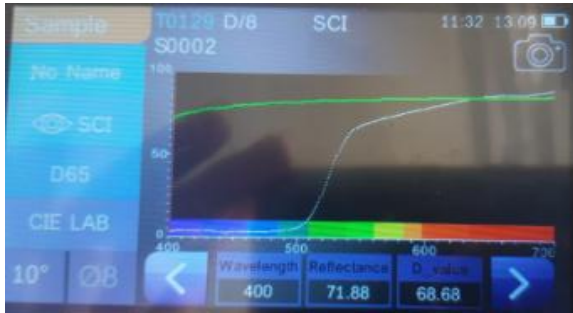


Figura 11-3: Curva de la espectrofotometría del colorante en Medidor de color PCE-CSM 20 Chonta en polvo

Fuente: Laboratorio de Investigación, ESPOCH 2019

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

La muestra:	Chonta Polvo	c	
L:	93.56	c	
a*:	0.09	c	
b*:	1.93	c	
Calcular			
Los Resultados:			
R	238	X	80.13
G	236	Y	84.25
B	232	Z	88.95
Croma	1.93	HEX	#eeeee8
HUE	87.3		

Figura 12-3: Análisis de Color CIE LAB Chonta polvo

Fuente: Laboratorio de Investigación, ESPOCH 2019

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

Para la muestra en polvo se realizó la misma dilución 1/6 y siguiendo el proceso similar de introducir papel filtro para que este absorba el colorante y con ayuda del equipo Medidor de color PCE-CSM 20, se obtuvo la Ilustración 4-12 donde en este caso tenemos una reflectancia de 71.88 y un brillo de 68.68 y utilizando el iluminante D65 a 10° se pudo visualizar la línea verde que representa al colorante obtenido y la blanca al estándar que se utilizó que en este caso fue un colorante sintético diluido en la misma relación que el colorante, teniendo una desviación de 92,72 .

La ilustración 4-13 se obtuvo de un software; en el cual se añadía los valores obtenidos de L, a* y b* en el equipo Medidor de color PCE-CSM 20 que ayudó a ubicar en el plano RGB los datos y mostrar el color visualizado. En este caso se observa un color mucho más degradado que la muestra en húmedo.

CHONTA en base seca

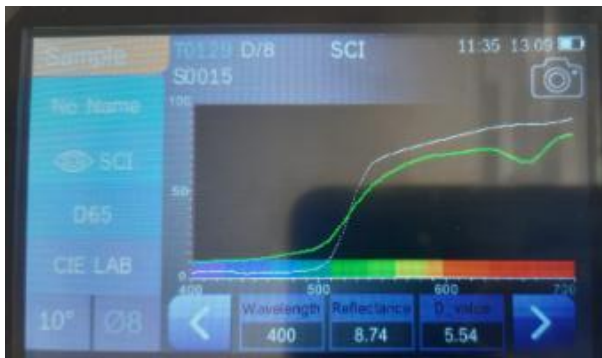


Figura 13-3: Curva de la espectrofotometría del colorante en Medidor de color PCE-CSM 20 Chonta Seca

Fuente: Laboratorio de Investigación, ESPOCH 2019

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019



Figura 14-3: Análisis de Color CIE LAB Chonta seca

Fuente: Laboratorio de Investigación, ESPOCH 2019

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

Siguiendo el mismo proceso que las anteriores muestras de introducir papel filtro para que este absorba el colorante y con ayuda del equipo Medidor de color PCE-CSM 20, se obtuvo la Ilustración 4-15 donde en este caso tenemos una reflectancia de 30.59 y un brillo de 23.75; utilizando el iluminante D65 a 10° se pudo visualizar la línea verde que representa al colorante obtenido y la blanca al estándar que se utilizó que en este caso fue un colorante sintético diluido en la misma relación que el colorante; teniendo una desviación de 39,85.

La ilustración 4-14 se obtuvo de un software; en el cual se añadía los valores obtenidos de L, a* y b* en el equipo Medidor de color PCE-CSM 20 que ayudó a ubicar en el plano RGB los datos y mostrar el color visualizado. En este caso el color obtenido es muy bueno, vivaz y que pinta bien.

Al comparar los colorantes tanto obtenidos de las muestras húmedas y secas cuales son motivo de estudio, podemos ver que el mejor colorante entre estas dos muestras es el colorante obtenido de la extracción en seco, además al compararlo también con el obtenido directamente de la fruta que es el de polvo; observamos que sigue siendo un mejor colorante el de la extracción en seco y el más bajo entre los 3 el de la muestra en polvo.

ACHIOTE en polvo

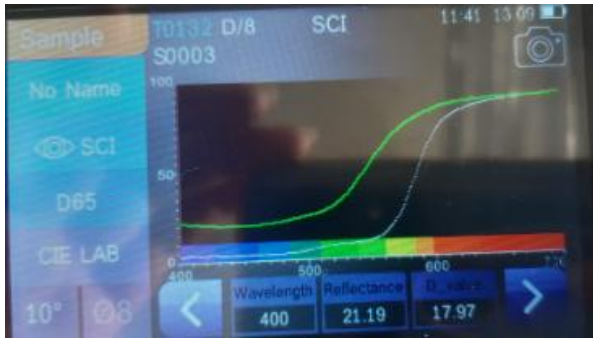


Figura 16-3:: Curva de la espectrofotometría del colorante en Medidor de color PCE-CSM 20 Achiote polvo

Fuente: Laboratorio de Investigación, ESPOCH 2019

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

La muestra:	Achiote Polvo	c	
L:	77.89	c	
a*:	20.18	c	
b*:	31.37	c	
Calcular			
Los Resultados:			
R	246	X	58.32
g	177	Y	53.03
B	135	Z	30.25
Croma	37.30	HEX	#f6b187
HUE	57.2		

Figura 15-3: Análisis de Color CIE LAB Achiote polvo

Fuente: Laboratorio de Investigación, ESPOCH 2019

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

Para la última muestra y siguiendo el mismo proceso que las anteriores muestras se obtuvo la Ilustración 4-17 donde en este caso tenemos una reflectancia de 21.19 y un brillo de 17.97; utilizando el iluminante D65 a 10° se pudo visualizar la línea verde que representa al colorante obtenido y la blanca al estándar que se utilizó que en este caso fue un colorante sintético diluido en la misma relación que el colorante, teniendo una desviación de 36,76.

La ilustración 4-16 se obtuvo de un software; en el cual se añadía los valores obtenidos de L, a* y b* en el equipo Medidor de color PCE-CSM 20 que ayudó a ubicar en el plano RGB los datos y mostrar el color visualizado. En este caso el color obtenido es bueno y muestra un buen color.

ACHIOTE en base seca



Figura 17-3: Curva de la espectrofotometría de colorantes en Medidor de color PCE-CSM 20 Achiote seco

Fuente: Laboratorio de Investigación, ESPOCH 2019

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

La muestra:	Achiote Seco	c	
L:	55.83	c	
a*:	41.33	c	
b*:	47.74	c	
Calcular			
Los Resultados:			
R	213	X	32.87
Q	100	Y	23.74
B	50	Z	6.00
Croma	63.14	HEX	#d56432
HUE	49.1		

Figura 18-3: Análisis de Color CIE LAB Achiote seco

Fuente: Laboratorio de Investigación, ESPOCH 2019

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

Finalmente, y siguiendo el mismo proceso que las anteriores muestras se obtuvo la Ilustración 4-19 donde en este caso tenemos una reflectancia de 5.00 y un brillo de -1.84; utilizando el iluminante D65 a 10° se pudo visualizar la línea verde que representa al colorante obtenido y la blanca al estándar que se utilizó que en este caso fue un colorante sintético diluido en la misma relación que el colorante, teniendo una desviación de 16,63.

La ilustración 4-18 se obtuvo de un software; en el cual se añadía los valores obtenidos de L, a* y b* en el equipo Medidor de color PCE-CSM 20 que ayudó a ubicar en el plano RGB los datos y mostrar el color visualizado. En este caso el color obtenido a comparación no solo con el de polvo, sino entre todos los estudiados podemos observar que es el mejor de todos, a pesar de que en muestra húmeda no se haya podido realizar, en muestra seca tiene una muy buena tinción.

Como podemos observar y analizar cada uno de los colorantes con ayuda del medidor de color PCE-CSM 20 y con ayuda de un software de análisis de color, los colorantes secos son los que presentan colores más brillantes y fuertes a diferencia de las demás muestras.

Es importante aclarar que a pesar de que el rendimiento de las extracciones en seco haya sido menor que las húmedas, para juzgar en base a la calidad de color las extraídas en seco son mejores.

Tabla 25-3: Determinación de coloración CIELAB

	COLORANTES	L	a*	b*	C (Cromaticidad)	h° (Tono)
HÚMEDOS	CHONTA	93,73	-0,22	2,79	2,78	-85,49
	PAPAYA	92,65	-0,35	5,47	2,31	-86,33
SECOS	ACHIOTE	55,83	41,32	47,55	62,99	49,01
	CHONTA	84,52	9,67	45,57	46,58	78,01
	PAPAYA	93,76	-0,09	3,23	3,31	-88,44
POLVOS	ACHIOTE	77,89	20,18	31,37	37,30	57,24
	CHONTA	92,62	0,07	1,77	1,77	87,73
	PAPAYA	93,08	0,22	3,12	3,12	85,96

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

Con los valores de L, a* y b* y con las siguientes fórmulas se calcula la cromaticidad y el tono para cada una de las muestras:

$$C = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$$

$$h^{\circ} = \tan^{-1} \left(\frac{b^{*}}{a^{*}} \right)$$

Donde:

C= Cromaticidad

h°= Tono

(Caracterización fisicoquímica de harina de residuos del fruto de chontaduro (*Bactris gasipaes* Kunth, *Arecaceae*) obtenida por secado convectivo, 2017)

3.8. Espectrofotometría

Como sabemos la espectrofotometría es la medida de la cantidad de energía radiante que absorbe un sistema químico en función de la longitud de onda.

Con ayuda de un espectrofotómetro infrarrojo se analizó cada muestra tanto las de extracción en húmedo, seco y también los polvos; para las muestras en polvo fue necesario diluir 1g/1mL de agua destilada para poder observar mejor la composición de cada uno de ellos.

Es así que tenemos los siguientes resultados:

3.9. Espectrofotometría Ir Extracción De Muestras Húmedas

Chonta

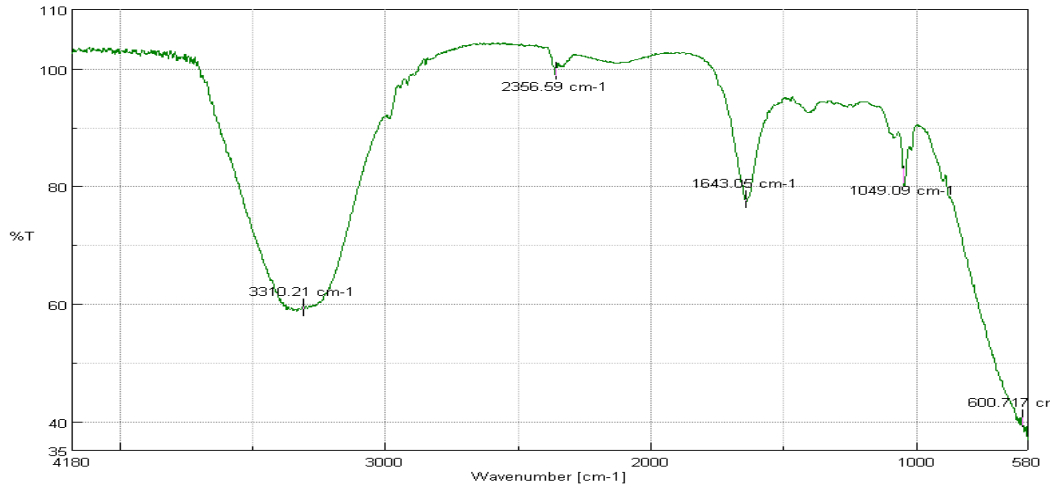


Gráfico 4-3: Curva de los picos obtenidos en la muestra del colorante de chonta húmeda

Fuente: Laboratorio de Investigación, ESPOCH 2019

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

Tabla 26-3: Datos obtenidos en el espectrofotómetro IR de la chonta húmeda

Número de onda [cm-1]	%T	Grupo y clase
3310.21	59.2537	-OH en Oximas
2356.59	99.4585	-PH en fosfinas
1643.06	81.7905	Anillo de benceno en compuestos aromáticos
1049.09	40.4354	P-O-C en compuestos organofosforados

Fuente: Laboratorio de Investigación, ESPOCH 2019

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

Con ayuda de la ilustración 4-20 podemos observar los picos de mayor interés en la muestra teniendo así que grupos como -OH en Oximas, Anillo de benceno en compuestos aromáticos y P-O-C en compuestos organofosforados son los más representativos en esta muestra.

Papaya

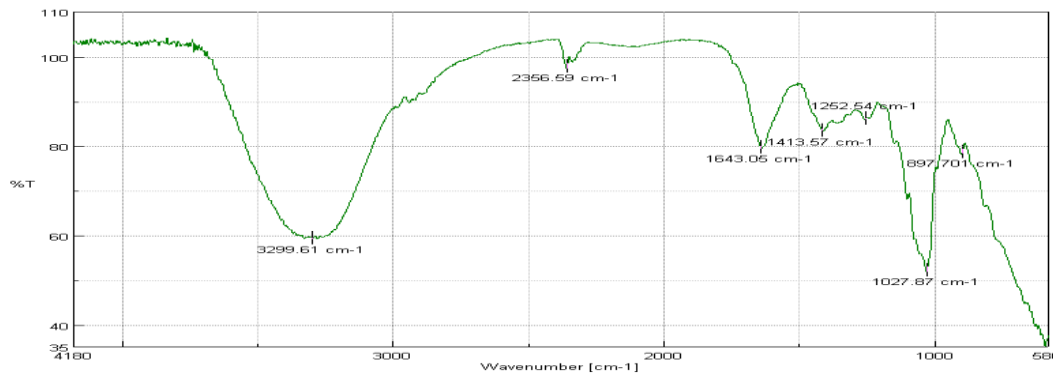


Gráfico 5-3: Curva de los picos obtenidos en la muestra del colorante de papaya húmeda

Fuente: Laboratorio de Investigación, ESPOCH 2019

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

Tabla 27-3: Datos obtenidos en el espectrofotómetro IR de la papaya húmeda

Número de onda [cm-1]	%T	Grupo y clase
3299.61	59.2537	-OH en Oximas
2356.59	97.922	-PH en fosfinas
1413.57	83.5014	C-N en Amidas primarias
1252.54	86.2564	Terc-butilo en hidrocarburos
1027.87	52.2862	Anillo de carbono en compuestos cíclicos
897.701	78.6919	CH ₂ = CRR' en vinilidenos

Fuente: Laboratorio de Investigación, ESPOCH 2019

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

Con ayuda de la ilustración 4-21 podemos observar los picos de mayor interés en la muestra teniendo así que grupos como -OH en Oximas, -PH en fosfinas, C-N en Amidas primarias y Anillo de benceno en compuestos cíclicos son los más representativos en esta muestra.

3.10. Espectrofotetría Ir Extracción De Muestras Secas

Papaya seca

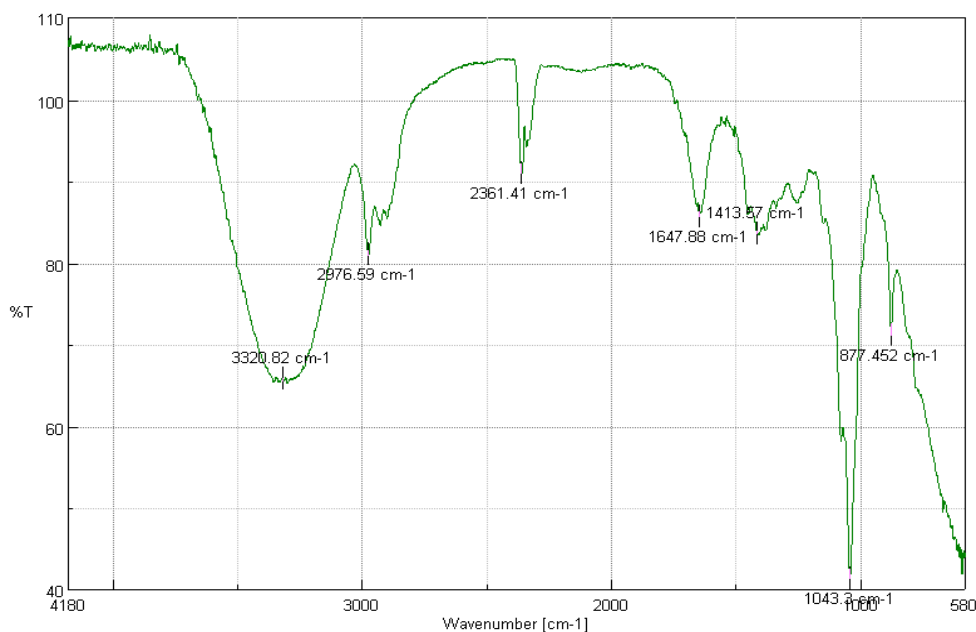


Gráfico 6-3: Curva de los picos obtenidos en la muestra del colorante de papaya seca

Fuente: Laboratorio de Investigación, ESPOCH 2019

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

Con ayuda de la ilustración 4-22 podemos observar los picos de mayor interés en la muestra teniendo así que grupos como -OH en Oximas, -CH₃ and -CH₂- en compuestos alifáticos, -PH en fosfinas y Anillo de benceno en compuestos cíclicos son los más representativos en esta muestra.

Tabla 28-3: Datos obtenidos en el espectrofotómetro IR de la papaya seca

Número de onda [cm-1]	%T	Grupo y clase
3320.82	65.8284	-OH en Oximas
2976.59	81.0479	-CH ₃ and -CH ₂ - en compuestos alifáticos
2361.41	91.0283	-PH en Fosfinas
1647.88	85.6923	Anillo de benceno en compuestos aromáticos
1413.57	83.6328	OH en ácidos carboxílicos
1043.3	41.4025	P-O-C en compuestos organofosforados
877.452	71.2098	1,2,4 Bencenos trisustituídos

Fuente: Laboratorio de Química Instrumental, ESPOCH 2019

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

Chonta seca

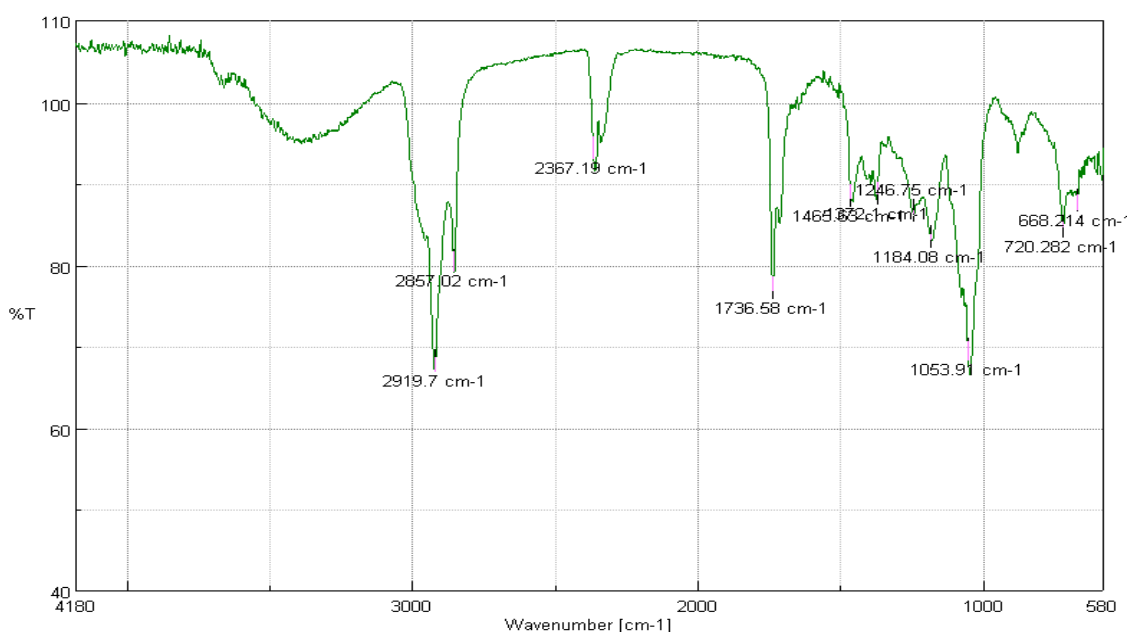


Gráfico 7-3: Curva de los picos obtenidos en la muestra del colorante de chonta seca

Fuente: Laboratorio de Química Instrumental, ESPOCH 2019

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

Con ayuda de la ilustración 4-23 podemos observar los picos de mayor interés en la muestra teniendo así que grupos como -CH₃ y -CH₂- en componentes alifáticos, -CH₃ unido a O o N, -OH en Oximas, -CH₃ and -CH₂- en compuestos alifáticos, C=O en Ácidos Carboxílicos y P-O-C en compuestos organofosforados son los más representativos en esta muestra.

Tabla 29-3: Datos obtenidos en el espectrofotómetro IR de la chonta seca

Número de onda [cm-1]	%T	Grupo y clase
2919.7	68.2343	-CH ₃ y -CH ₂ - en componentes alifáticos
2857.02	80.4854	-CH ₃ unido a O o N
2367.19	94.396	-PH en Fosfinas
1736.58	77.2345	C=O en Ácidos Carboxílicos
1465.63	88.4384	C-N en Amidas primarias
1372.1	88.7039	Grupo isopropilo
1246.75	86.6293	C-O-C en Éteres
1184.08	83.4147	SO ₂ -en Sulfonas
1053.91	69.6761	P-O-C en compuestos organofosforados

Fuente: Laboratorio de Química Instrumental, ESPOCH 2019

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

Achiote

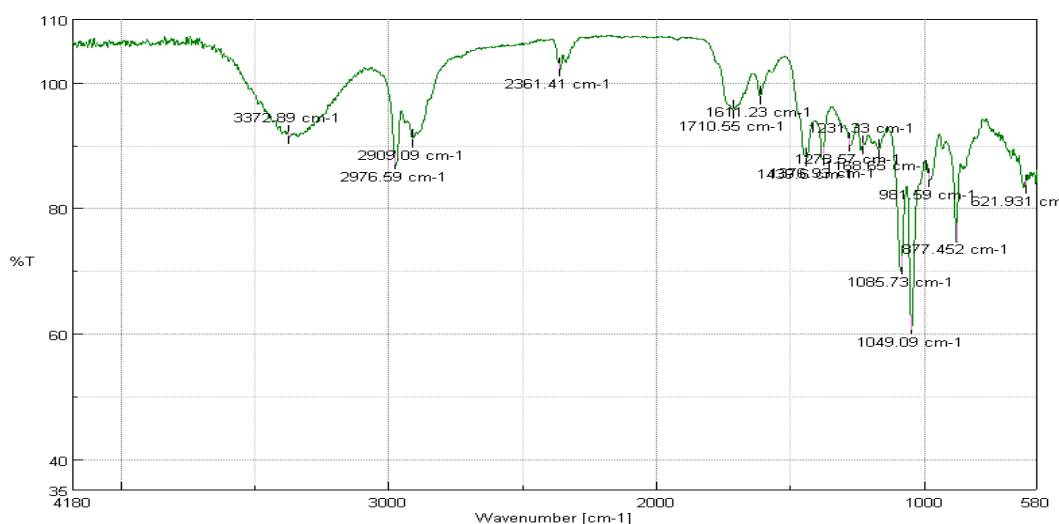


Gráfico 8-3: Curva de los picos obtenidos en la muestra del colorante de achiote seco

Fuente: Laboratorio de Química Instrumental, ESPOCH 2019

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

Con ayuda de la ilustración 4-24 podemos observar los picos de mayor interés en la muestra teniendo así que grupos como -NH₂ en amidas primarias, -CH₃ and -CH₂- en compuestos alifáticos, -PH en fosfinas, Anillo de benceno en compuestos aromáticos, Si-O-Si en Siloxanos, P-O-C en compuestos organofosforados son los más representativos en esta muestra.

Tabla 30-3: Datos obtenidos en el espectrofotómetro IR del colorante achiote seco

Número de onda [cm-1]	%T	Grupo y clase
3372.89	91.6423	-NH ₂ en amidas primarias
2976.59	87.5529	-CH ₃ y -CH ₂ - en componentes alifáticos
2909.09	91.0579	-CH ₃ y -CH ₂ - en componentes alifáticos
2361.41	102.39	-PH en Fosfinas
1710.55	95.6569	C=O en Ácidos Carboxílicos
1439.6	87.9697	OH en ácidos carboxílicos
1168.65	89.3602	SO ₂ en Sulfonas
1085.73	70.7751	Si-O-Si en Siloxanos
1049.09	61.2319	P-O-C en compuestos organofosforados
981.59	84.6308	CH=CH ₂ en compuestos de vinilo
877.452	75.9693	1,2,4 Bencenos trisustituídos

Fuente: Laboratorio de Química Instrumental, ESPOCH 2019

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

3.11. Espectrofotometría ir extracción de muestras el polvo, dilución 1g/1mL

Papaya

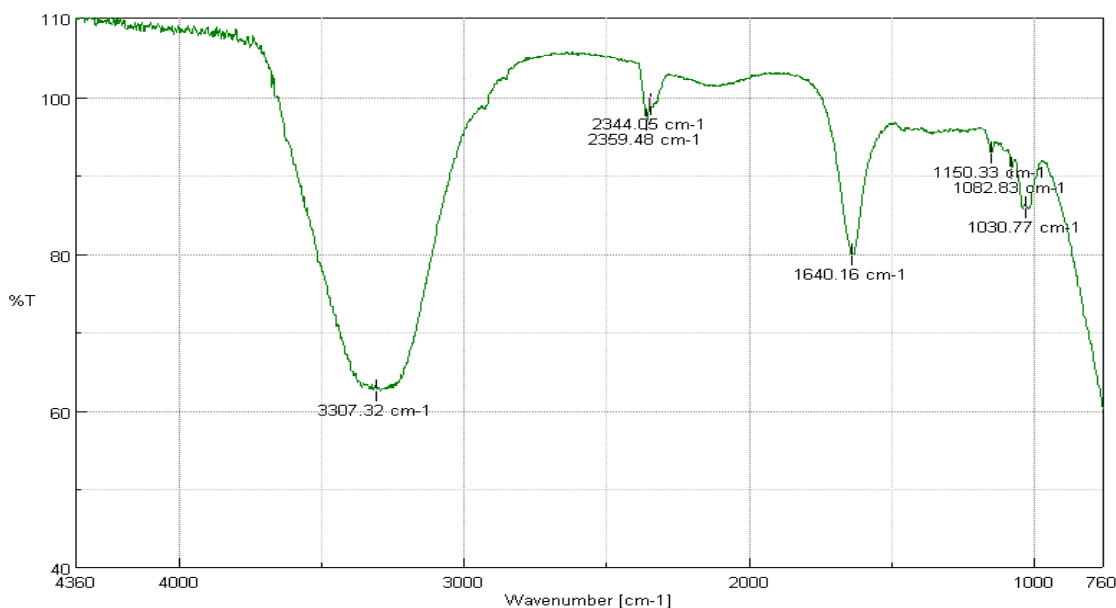


Gráfico 9-3: Curva de los picos obtenidos en la muestra del colorante de papaya en polvo

Fuente: Laboratorio de Química Instrumental, ESPOCH 2019

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

Con ayuda de la ilustración 4-25 podemos observar los picos de mayor interés en la muestra teniendo así que grupos como -NH₂ en amidas primarias, -PH en fosfatos y C=O en beta-cetoésteres son los más representativos en esta muestra.

Tabla 31-3: Datos obtenidos en el espectrofotómetro IR del colorante de papaya en polvo

Numero de onda [cm-1]	%T	
3307.32	62.4707	-NH2 en Amidas primarias
2359.48	96.9528	-PH en fosfatos
2344.05	98.9075	-PH en fosfatos
1640.16	79.8462	C=O en beta-cetoésteres
1150.33	92.866	C-O-C en éteres alifáticos
1082.83	90.9085	Si-O-Si en siloxanos
1030.77	85.7677	Anillo de carbono en compuestos cíclicos

Fuente: Laboratorio de Química Instrumental, ESPOCH 2019

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

Chonta

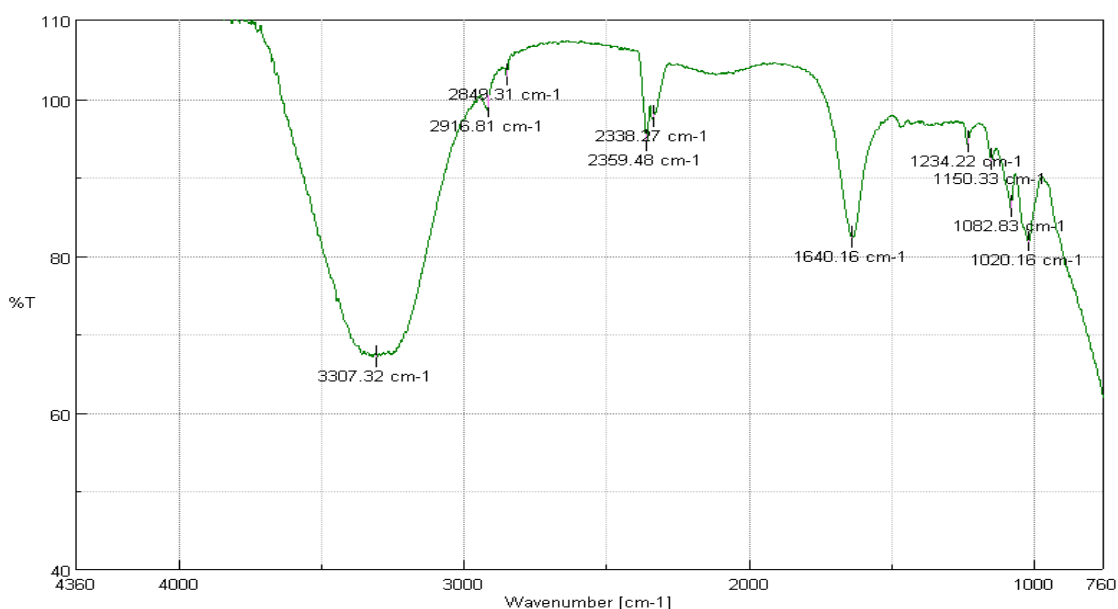


Gráfico 10-3: Curva de los picos obtenidos en la muestra del colorante de chonta en polvo

Fuente: Laboratorio de Química Instrumental, ESPOCH 2019

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

Con ayuda de la ilustración 4-26 podemos observar los picos de mayor interés en la muestra teniendo así que grupos como -OH en Oximas, -CH₃ and -CH₂- en compuestos alifáticos, -PH en fosfinas, C=O en b-cetoésteres y Anillo de benceno en compuestos cíclicos son los más representativos en esta muestra.

Tabla 32-3: Datos obtenidos en el espectrofotómetro IR del colorante chonta en polvo

Número de onda [cm-1]	%T	
3307.32	67.1592	-OH en oximas
2916.81	98.9073	-CH3 and -CH2- en compuestos alifáticos
2849.31	102.946	-CH3 unido a O o N
2359.48	94.6894	-PH en fosfinas
2338.27	97.6569	-PH en fosfinas
1640.16	82.2923	C=O en b-cetoésteres
1234.22	94.4301	C-O-C en éteres
1150.33	92.2232	C-O-C en éteres alifáticos
1082.83	86.1991	Si-O-Si en siloxanos
1020.16	81.8678	Anillo de carbono en compuestos cíclicos

Fuente: Laboratorio de Química Instrumental, ESPOCH 2019

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

Achiote

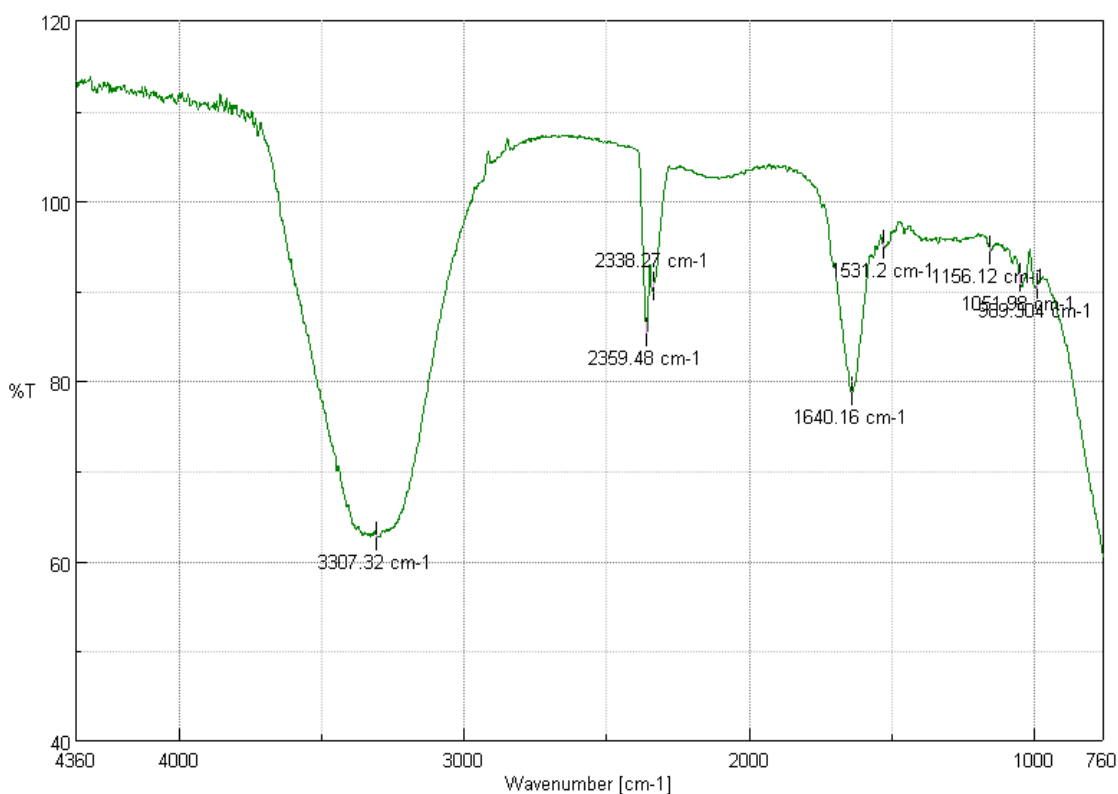


Gráfico 11-3: Curva de los picos obtenidos en la muestra del colorante de achiote en polvo

Fuente: Laboratorio de Química Instrumental, ESPOCH 2019

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

Con ayuda de la ilustración 4-27 podemos observar los picos de mayor interés en la muestra teniendo así que grupos como -OH en Oximas, -PH en fosfinas y C=O en b-cetoésteres son los más representativos en esta muestra.

Tabla 33-3: Datos obtenidos en el espectrofotómetro IR del colorante achiote en polvo

Número de onda [cm-1]	%T	
3307.32	62.7015	–OH en oximas
2359.48	85.3206	–PH en fosfinas
2338.27	90.4548	–PH en fosfinas
1640.16	78.7349	C=O en b-cetoésteres
1531.2	95.1598	NO ₂ en compuestos nitro aromáticos
1156.12	94.4308	C=S en compuestos de tiocarbonilo
1051.98	91.3524	P–O–C en compuestos organofosforados
989.304	90.581	CH=CH ₂ en compuestos de vinilo

Fuente: Laboratorio de Química Instrumental, ESPOCH 2019

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

3.12. Estabilidad del colorante en un producto alimenticio

Para observar la estabilidad de colorantes realizamos la aplicación del mismo en un producto alimenticio, con el AVAL de la planta de Lácteos de Tunshi – ESPOCH realizamos yogurt natural al cual añadimos XmL de cada uno de los colorantes obtenidos en seco y húmedo.

Tabla 34-3: pH de las muestras de Yogurt con el colorante

Muestra	Colorante	pH primera semana	pH segunda semana	pH tercera semana	pH cuarta semana
Húmeda	Chonta	4.367	4.198	4.024	3.968
Húmeda	Papaya	4.321	4.267	4.143	4.023
Seca	Achiote	4.476	4.351	4.276	4.165
Seca	Chonta	4.398	4.279	4.109	4.011
Seca	Papaya	4.454	4.365	4.235	4.178

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

Se midió en pH a cada una de las muestras pues sabemos que esto puede ayudar a comprobar que tan estable puede ser el colorante al ser utilizado en algún alimento y es así que no presenta un gran cambio, son ligeras variaciones y tomando en cuenta que nuestro yogurt natural estaba en un pH considerado bueno que es en el rango de 4 a 5 de pH. Por lo tanto, bajo esta prueba podemos ver que el colorante se mantiene estable al ser utilizado, bajo condiciones adecuadas.

3.13. Análisis sensorial

Para la aceptabilidad del colorante se aplicó una prueba sensorial hedónica o afectiva a consumidores potenciales que vienen a ser jueces afectivos que determinan la aceptación o rechazo del producto.

Esta prueba se realizó a una población de 60 personas, cada uno tiene a su disposición 5 muestras previamente rotuladas y con 3 concentraciones diferentes; las tres pruebas a realizar son: color, olor y sabor; teniendo así los siguientes datos y resultados para su respectivo análisis.

Tabla 35-3: Codificación de las muestras

MUESTRA 1	PAPAYA HÚMEDA
MUESTRA 2	PAPAYA SECA
MUESTRA 3	CHONTA HÚMEDA
MUESTRA 4	CHONTA SECA
MUESTRA 5	ACHIOTE SECO

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

Tabla 36-3: Codificación de muestras

C1	Concentración 1	15 mL de colorante / 100mL de yogurt
C2	Concentración 2	9 mL de colorante / 100mL de yogurt
C3	Concentración 3	3 mL de colorante / 100mL de yogurt

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

Para entregar a los consumidores potenciales se optó por codificar cada una de las muestras como: muestra 1, muestra 2, etc. Sin hacer uso del nombre del colorante proveniente que se aplicó.

3.14. Análisis de color

Yogurt con colorante de papaya en base húmeda.

Tabla 37-3: Datos obtenidos en el análisis sensorial para parámetro de color

MUESTRA 1	ME GUSTA MUCHO	ME GUSTA	ME DISGUSTA	ME DISGUSTA MUCHO
C1	1	4	8	7
C2	2	6	6	6
C3	4	9	3	4

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

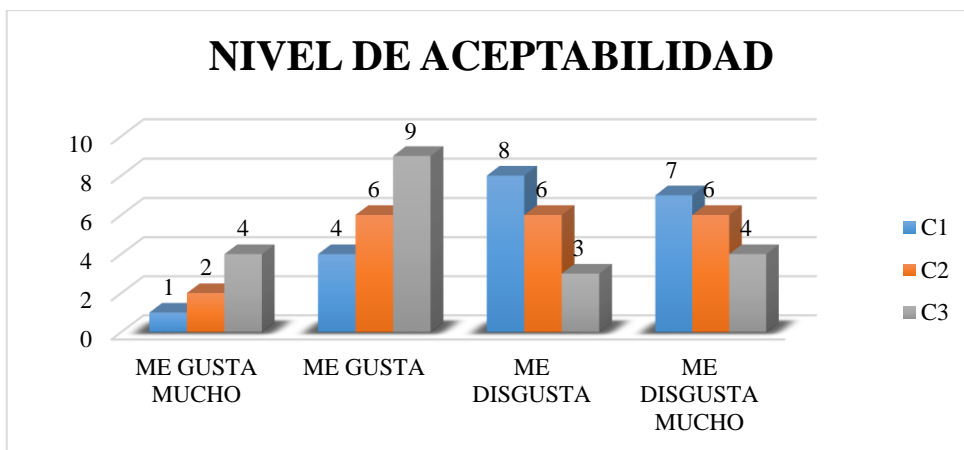


Gráfico 12-3: Valoración general de jueces afectivos del yogurt con colorante de papaya en base húmeda

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

Yogurt con colorante de papaya en base seca

Tabla 38-3: Datos obtenidos en el análisis sensorial para parámetro de color

MUESTRA	ME GUSTA MUCHO	ME GUSTA	ME DISGUSTA	ME DISGUSTA MUCHO
C1	2	7	5	3
C2	4	11	4	4
C3	2	8	5	5

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

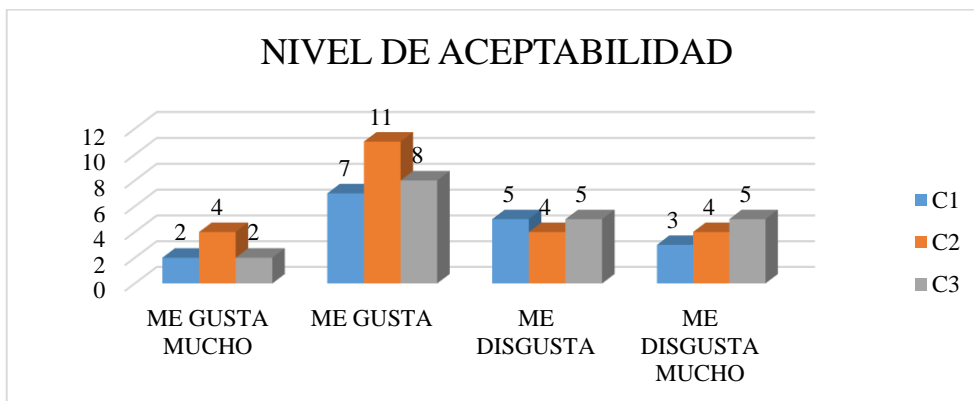


Gráfico 13-3: Valoración general de jueces afectivos del yogurt con colorante de papaya en base seca

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

Al observar el nivel de aceptabilidad bajo el parámetro de color del yogurt con el colorante de papaya de base húmeda y seca podemos notar que la concentración con mayor aceptabilidad en el yogurt con el colorante de papaya de base húmeda es el de C3 (concentración 3 = 15 mL de colorante/100mL de yogurt) mientras que en el yogurt con el colorante de papaya de base seca el más optado es el de C2 (concentración 2 = 9 mL de colorante/100mL de yogurt).

De igual manera se ve que la concentración que muestra mayor rechazo de muestra en base Húmeda es C1 mientras que en seco es C3.

Yogurt con colorante de chonta en base húmeda

Tabla 39-3: Datos obtenidos en el análisis sensorial para parámetro de color

MUESTRA 3	ME GUSTA MUCHO	ME GUSTA	ME DISGUSTA	ME DISGUSTA MUCHO
C1	1	3	4	8
C2	2	7	6	7
C3	4	9	5	4

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

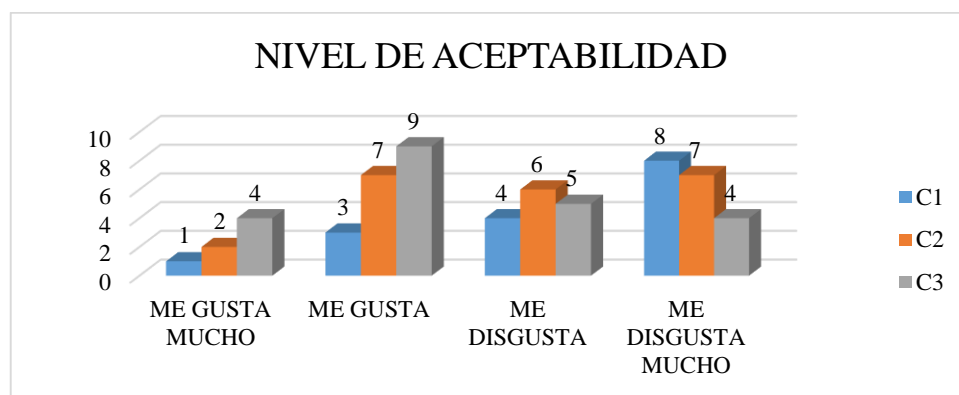


Gráfico 14-3: Valoración general de jueces afectivos del yogurt con colorante de chonta en base húmeda

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

Yogurt con colorante de chonta en base seca

Tabla 40-3: Datos obtenidos en el análisis sensorial para parámetro de color

MUESTRA 4	ME GUSTA MUCHO	ME GUSTA	ME DISGUSTA	ME DISGUSTA MUCHO
C1	5	11	4	3
C2	3	8	3	6
C3	0	2	6	9

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

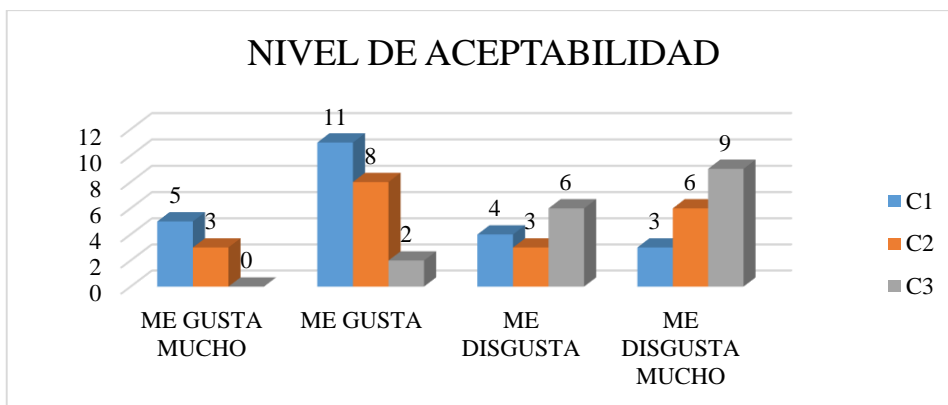


Gráfico 15-3: Valoración general de jueces afectivos del yogurt con colorante de chonta en base seca

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

Al observar el nivel de aceptabilidad bajo el parámetro de color del yogurt con el colorante de chonta de base húmeda y seca podemos notar que la concentración con mayor aceptabilidad en el yogurt con el colorante de chonta de base húmeda es el de C3 (concentración 3 = 15 mL de colorante/100mL de yogurt) mientras que en el yogurt con el colorante de chonta de base seca el más optado es el de C1 (concentración 1 = 3 mL de colorante/100mL de yogurt).

De igual manera se ve que la concentración que muestra mayor rechazo de muestra en base Húmeda es C2 mientras que en seco es C3.

Yogurt con colorante de achiote en base seca.

Tabla 41-3: Datos obtenidos en el análisis sensorial para parámetro de color

MUESTRA	ME GUSTA MUCHO	ME GUSTA	ME DISGUSTA	ME DISGUSTA MUCHO
C1	4	11	3	2
C2	2	6	5	6
C3	1	3	8	9

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

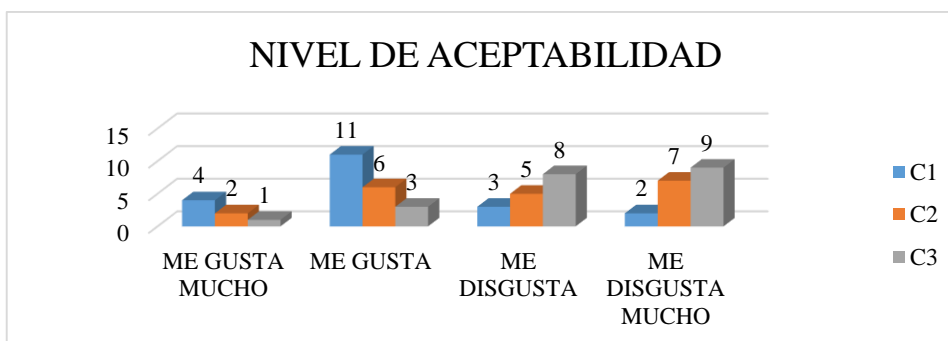


Gráfico 16-3: Valoración general de jueces afectivos del yogurt con colorante de achiote en base seca

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

Al observar el nivel de aceptabilidad bajo el parámetro de color del yogurt con el colorante de achiote de base seca podemos notar que la concentración con mayor aceptabilidad es el de C1 (concentración 1 = 3 mL de colorante/100mL de yogurt)

De igual manera se ve que la concentración que muestra mayor rechazo es la C3.

3.15. Análisis de olor

Yogurt con colorante de papaya en base húmeda

Tabla 42-3: Datos obtenidos en el análisis sensorial para parámetro de olor

MUESTRA 1	ME GUSTA MUCHO	ME GUSTA	ME DISGUSTA	ME DISGUSTA MUCHO
C1	3	5	7	4
C2	5	9	5	3
C3	6	7	2	4

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

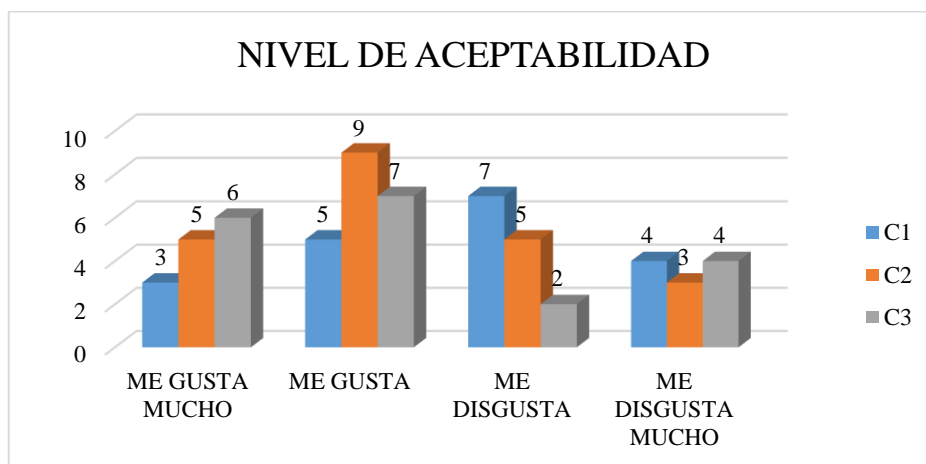


Gráfico 17-3: Valoración general de jueces afectivos del yogurt con colorante de papaya en base húmeda

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

Yogurt con colorante de papaya en base seca

Tabla 43-3: Datos obtenidos en el análisis sensorial para parámetro de olor

MUESTRA 2	ME GUSTA MUCHO	ME GUSTA	ME DISGUSTA	ME DISGUSTA MUCHO
C1	2	4	5	6
C2	5	11	4	4
C3	3	7	6	3

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

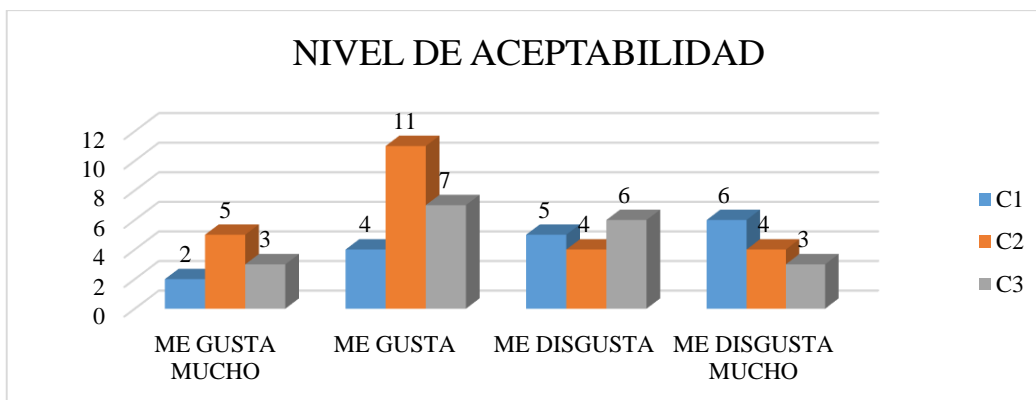


Gráfico 18-4: Valoración general de jueces afectivos del yogurt con colorante de papaya en base seca

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

Al observar el nivel de aceptabilidad bajo el parámetro de olor del yogurt con el colorante de papaya de base húmeda y seca podemos notar que la concentración con mayor aceptabilidad en el yogurt con el colorante de papaya de base húmeda es el de C3 (concentración 3 = 15 mL de colorante/100mL de yogurt) mientras que en el yogurt con el colorante de papaya de base seca el más optado es el de C2 (concentración 2 = 9 mL de colorante/100mL de yogurt).

De igual manera se ve que la concentración que muestra mayor rechazo de muestra en base húmeda y seca es C1.

Yogurt con colorante de chonta en base húmeda

Tabla 44-3: Datos obtenidos en el análisis sensorial para parámetro de olor

MUESTRA	ME GUSTA MUCHO	ME GUSTA	ME DISGUSTA	ME DISGUSTA MUCHO
C1	6	8	3	3
C2	5	6	7	5
C3	2	3	8	4

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

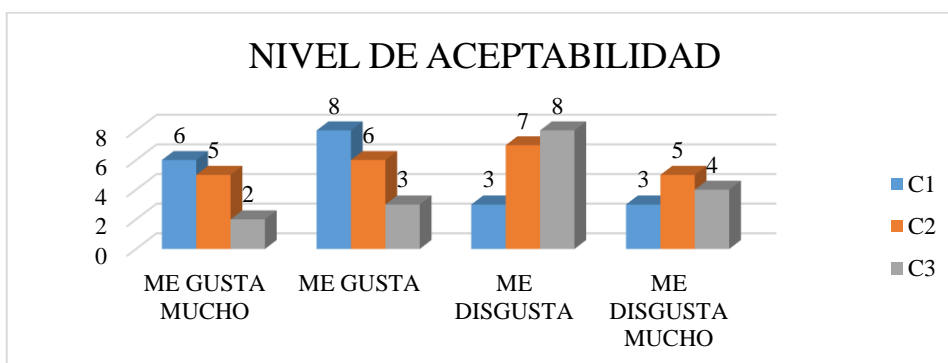


Gráfico 19-3: Valoración general de jueces afectivos del yogurt con colorante de chonta en base húmeda

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

Yogurt con colorante de chonta en base seca

Tabla 45-3: Datos obtenidos en el análisis sensorial para parámetro de olor

MUESTRA 4	ME GUSTA MUCHO	ME GUSTA	ME DISGUSTA	ME DISGUSTA MUCHO
C1	5	9	3	3
C2	3	6	6	5
C3	1	4	8	7

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

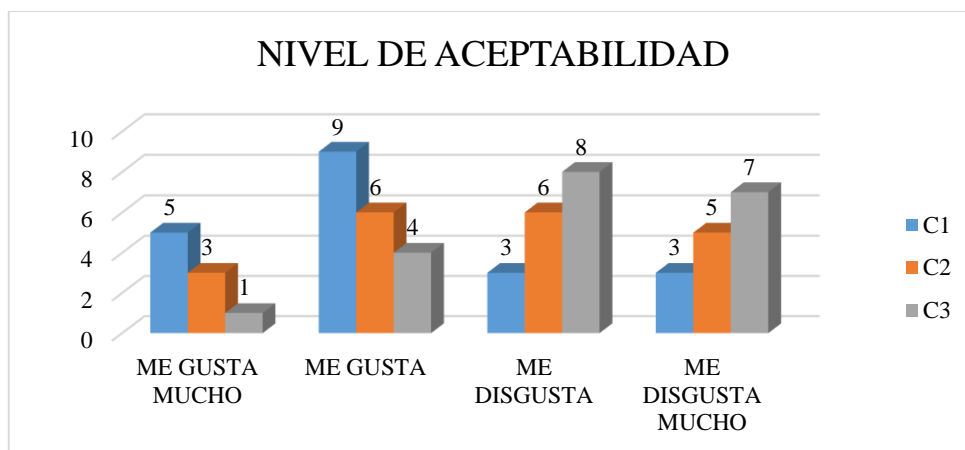


Gráfico 20-3: Valoración general de jueces afectivos del yogurt con colorante de chonta en base seca

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

Al observar el nivel de aceptabilidad bajo el parámetro de olor del yogurt con el colorante de chonta de base húmeda y seca podemos notar que la concentración con mayor aceptabilidad tanto en el yogurt con el colorante de chonta de base húmeda y en base seca es el de C1 (concentración 1 = 3 mL de colorante/100mL de yogurt).

De igual manera se ve que la concentración que muestra mayor rechazo de muestra en base Húmeda es C2 y C3, mientras que en seco es C3.

Yogurt con colorante de achiote en base seca

Tabla 46-3: Datos obtenidos en el análisis sensorial para parámetro de olor

MUESTRA 5	ME GUSTA MUCHO	ME GUSTA	ME DISGUSTA	ME DISGUSTA MUCHO
C1	6	9	4	4
C2	2	4	5	6
C3	2	3	8	7

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

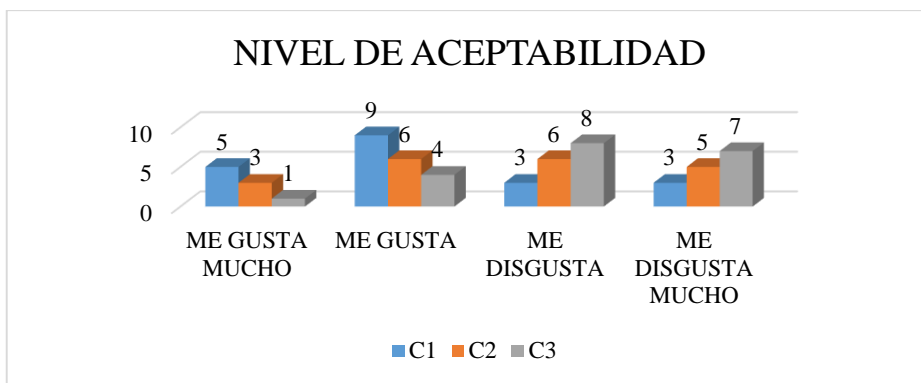


Gráfico 21-3: Valoración general de jueces afectivos del yogurt con colorante de achiote en base seca

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

Al observar el nivel de aceptabilidad bajo el parámetro de olor del yogurt con el colorante de achiote de base seca podemos notar que la concentración con mayor aceptabilidad es el de C1 (concentración 1 = 3 mL de colorante/100mL de yogurt).

De igual manera se ve que la concentración que muestra mayor rechazo de muestra es C3.

3.16. Análisis de sabor

Yogurt con colorante de papaya en base húmeda

Tabla 47-3: Datos obtenidos en el análisis sensorial para parámetro de sabor

MUESTRA 1	ME GUSTA MUCHO	ME GUSTA	ME DISGUSTA	ME DISGUSTA MUCHO
C1	3	2	6	8
C2	4	5	4	6
C3	6	9	3	4

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

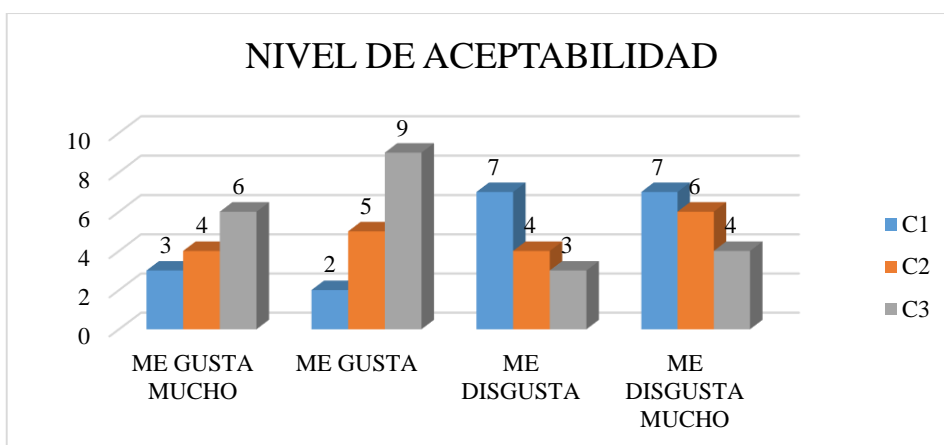


Gráfico 22-3: Valoración general de jueces afectivos del yogurt con colorante de papaya en base húmeda

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

Yogurt con colorante de papaya en base seca

Tabla 48-3: Datos obtenidos en el análisis sensorial para parámetro de sabor

MUESTRA 2	ME GUSTA MUCHO	ME GUSTA	ME DISGUSTA	ME DISGUSTA MUCHO
C1	2	5	7	5
C2	4	7	6	4
C3	7	9	2	2

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

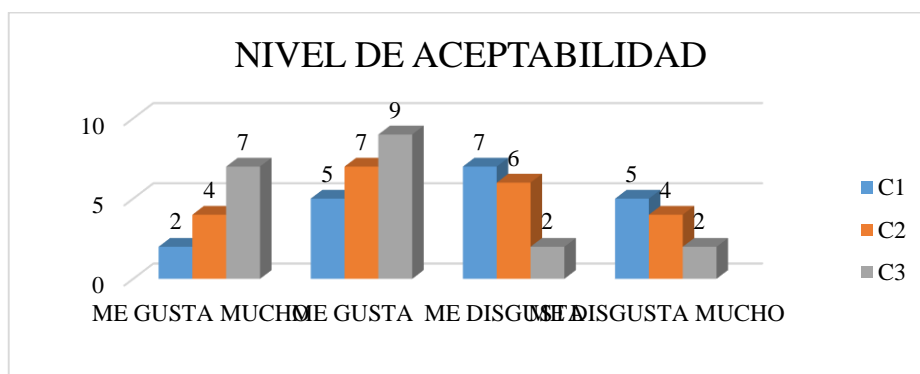


Gráfico 23-3: Valoración general de jueces afectivos del yogurt con colorante de papaya en base seca

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

Al observar el nivel de aceptabilidad bajo el parámetro de sabor del yogurt con el colorante de papaya de base húmeda y seca podemos notar que la concentración con mayor aceptabilidad en el yogurt con el colorante de papaya tanto de base húmeda y seca es el de C3 (concentración 3 = 15 mL de colorante/100mL de yogurt).

De igual manera se ve que la concentración que muestra mayor rechazo de muestra en base Húmeda y seca es C1.

Yogurt con colorante de chonta en base húmeda.

Tabla 49-3: Datos obtenidos en el análisis sensorial para parámetro de sabor

MUESTRA 3	ME GUSTA MUCHO	ME GUSTA	ME DISGUSTA	ME DISGUSTA MUCHO
C1	6	7	5	4
C2	3	4	6	5
C3	1	3	9	7

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

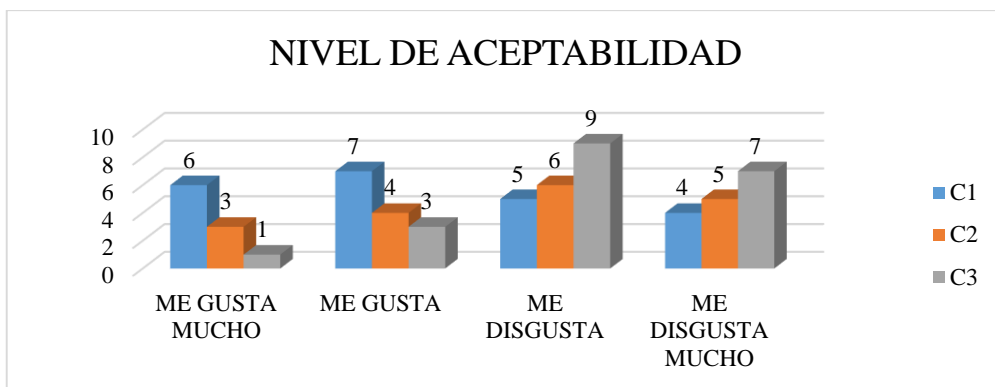


Gráfico 24-3: Valoración general de jueces afectivos del yogurt con colorante de chonta en base húmeda

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

Yogurt con colorante de chonta en base seca.

Tabla 50-3: Datos obtenidos en el análisis sensorial para parámetro de sabor

MUESTRA 4	ME GUSTA MUCHO	ME GUSTA	ME DISGUSTA	ME DISGUSTA MUCHO
C1	4	8	5	4
C2	3	6	6	5
C3	1	4	7	6

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

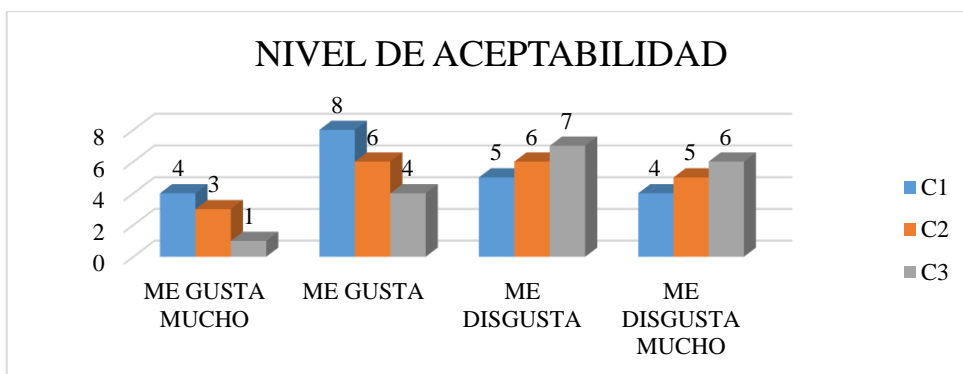


Gráfico 25-3: Valoración general de jueces afectivos del yogurt con colorante de chonta en base seca

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

Al observar el nivel de aceptabilidad bajo el parámetro de sabor del yogurt con el colorante de chonta de base húmeda y seca podemos notar que la concentración con mayor aceptabilidad en el yogurt con el colorante de chonta tanto de base húmeda como el de base seca es el de C3 (concentración 3 = 15 mL de colorante/100mL de yogurt)

De igual manera se ve que la concentración que muestra mayor rechazo tanto de la muestra en base húmeda y base seca es C3.

Yogurt con colorante de achiote en base seca

Tabla 51-3: Datos obtenidos en el análisis sensorial para parámetro de sabor

MUESTRA 5	ME GUSTA MUCHO	ME GUSTA	ME DISGUSTA	ME DISGUSTA MUCHO
C1	3	9	6	5
C2	2	6	8	6
C3	0	2	4	9

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

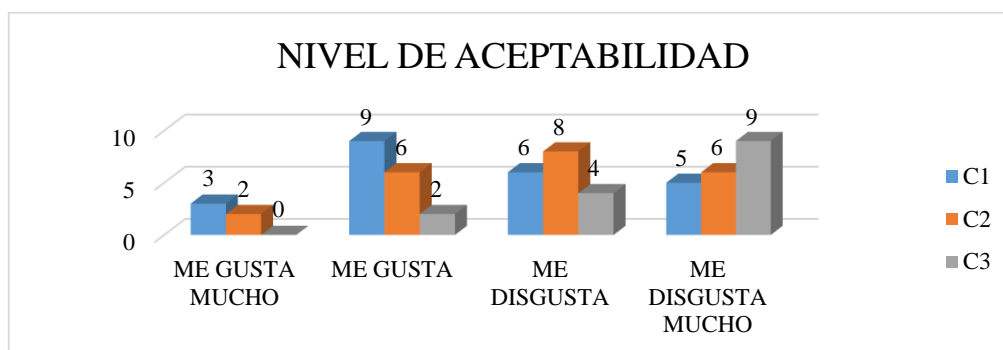


Gráfico 26-3: Valoración general de jueces afectivos del yogurt con colorante de achiote en base seca

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

Al observar el nivel de aceptabilidad bajo el parámetro de sabor del yogurt con el colorante de achiote de base seca podemos notar que la concentración con mayor aceptabilidad es el de C1 (concentración 1 = 3 mL de colorante/100mL de yogurt).

De igual manera se ve que la concentración que muestra mayor rechazo de la muestra es C3.

Por tanto en general tenemos que para color, olor y sabor los jueces afectivos en aceptabilidad de cada muestra han optado por:

Tabla 52-3: Aceptabilidad en el parámetro de color

Muestra	Colorante	Yogurt (mL)	Colorante (mL)
Húmeda	Chonta	100	15
Húmeda	Papaya	100	15
Seca	Achiote	100	3
Seca	Chonta	100	3
Seca	Papaya	100	9

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

Tabla 53-3: Aceptabilidad en el parámetro de olor

Muestra	Colorante	Yogurt (mL)	Colorante (mL)
Húmeda	Chonta	100	3
Húmeda	Papaya	100	9
Seca	Achiote	100	3
Seca	Chonta	100	3
Seca	Papaya	100	9

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

Tabla 54-3: Aceptabilidad en el parámetro de sabor

Muestra	Colorante	Yogurt (mL)	Colorante (mL)
Húmeda	Chonta	100	3
Húmeda	Papaya	100	15
Seca	Achiote	100	3
Seca	Chonta	100	3
Seca	Papaya	100	15

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

Al observar todos los resultados obtenidos para cada uno de las muestras con su respectiva concentración de colorante, el valor más alto en aceptabilidad para cada muestra se tendría:

Para el yogurt con colorante de chonta en base húmeda es el de C1.

Para el yogurt con colorante de papaya en base húmeda es el de C3.

Para el yogurt con colorante de chonta en base seca es el de C1.

Para el yogurt con colorante de papaya en base seca es el de C2.

Para el yogurt con colorante de achiote en base seca es el de C1.

3.17. Pruebas de hipótesis

3.17.1. Hipótesis 1

*El colorante de origen natural obtenido de achiote (*Bixa orellana*), chonta (*Bactris gasipaes*) y papaya hawaiana (*Carica papaya l.*) es adecuado para ser usado como sustituyente de un aditivo artificial en productos alimenticios.*

Pues con todos los análisis que se pudo realizar tanto a los colorantes obtenidos de muestras en húmedo y seco; tanto los análisis físicos – químicos y microbiológicos nos han dado resultados muy buenos que nos aclara que son aptas para el consumo.

3.17.2. Hipótesis 2

En la extracción sólido- líquido de las muestras en seco tendrán mejor rendimiento que las muestras húmedas.

En la tabla 3-3 tenemos el proceso de extracción el cual aplicamos para este caso también y obtenemos a relación a la tabla 4-5 donde tenemos que la chonta húmeda presenta 24,86% de rendimiento y la papaya fresca 21,29%, mientras que en seco en la tabla 4-10

tenemos a la chonta seca un rendimiento de 7.79% y en la papaya seca 8,61%. En esta comparación es visible que el mayor rendimiento en el proceso de extracción sólido - líquido es para las muestras en húmedo.

Por lo que se puede decir que esta hipótesis no fue lo que se esperaba al inicio de la investigación.

3.17.3. Hipótesis 3

*El colorante extraído de achiote (*Bixa orellana*), chonta (*Bactris gasipaes*) y papaya hawaiana (*Carica papaya l.*) presenta una buena pigmentación.*

Como podemos observar y analizar cada uno de los colorantes con ayuda del medidor de color PCE-CSM 20 y con ayuda de un software de análisis de color, los colorantes secos son los que presentan colores más brillantes y fuertes a diferencia de las demás muestras.

Es importante aclarar que a pesar de que el rendimiento de las extracciones en seco haya sido menor que las húmedas, para juzgar en base a la calidad de color las extraídas en seco son mejores.

3.17.4. Hipótesis 4

La materia prima que presentará buenas características físico-químicas y organolépticas que permitirá que se obtenga un mejor colorante.

Para la caracterización tanto macro morfológica y organoléptica se tuvo ayuda de una persona bioquímica que ayudó a identificar cada una de las características, se observó que cada una de las condiciones a las que se encuentran las frutas a utilizar están aptas y en condición apropiada para ser manipuladas en este proyecto, tomando en cuenta que el achiote se ha utilizado el que es comercializado, seco ya que en el mercado no se ha logrado obtener el achiote obtenido directamente de su cápsula, pero que sin embargo a presentado buenas rasgos.

Y al realizar los análisis físico - químicos del colorante después de haber realizado la extracción con esos frutos, nos ha dado muy buenos resultados en estabilidad.

3.17.5. Hipótesis 5

*El diseño del proceso para la obtención de colorante de origen natural de achiote (*Bixa orellana*), chonta (*Bactris gasipaes*) y papaya hawaiana (*Carica papaya l.*) es validado para el consumo humano.*

Se midió en pH a cada una de las muestras pues sabemos que esto puede ayudar a comprobar que tan estable e higiénico puede ser el colorante al ser utilizado en algún alimento y es así que no presenta un gran cambio, son ligeras variaciones y tomando en cuenta que nuestro yogurt natural estaba en un pH considerado bueno que es en el rango de 4 a 5 de pH. Por lo tanto, bajo esta prueba podemos ver que el colorante se mantiene estable al ser utilizado, bajo condiciones adecuadas.

Al realizar estos análisis detallados en la tabla 3-7 técnica de análisis microbiológicos, se puede ver tanto en húmedo y seco hay ausencia de mohos y levaduras y una mínima presencia de unas pocas colonias en el caso de la chonta seca en aerobios- mesófilos y coliformes, tiene <5 colonias

por lo que es un valor aceptable; con estos análisis corroboramos el apto consumo de los mismos sin perjudicar la salud de las personas al ingerir estos colorantes.

3.17.6. Hipótesis 6

El colorante que presenta mejor rendimiento y estabilidad es el extraído de achiote (Bixa orellana).

Se puede decir que el colorante más estable y con mejor pigmentación si fue el del achiote, pero en cuanto al rendimiento no, pues para el achiote es de 12,13 % no es de los más bajos pero tampoco es el rendimiento alto que se esperaba que este tuviera.

3.18. Implementación Del Proyecto

El siguiente proceso para la extracción de colorante natural a partir de achiote, chonta y papaya utilizando extracción sólida – líquido con muestra seca es la que se propone, no es el de mejor rendimiento, pero los colores se mejores y se ocupa menor cantidad que los húmedos.

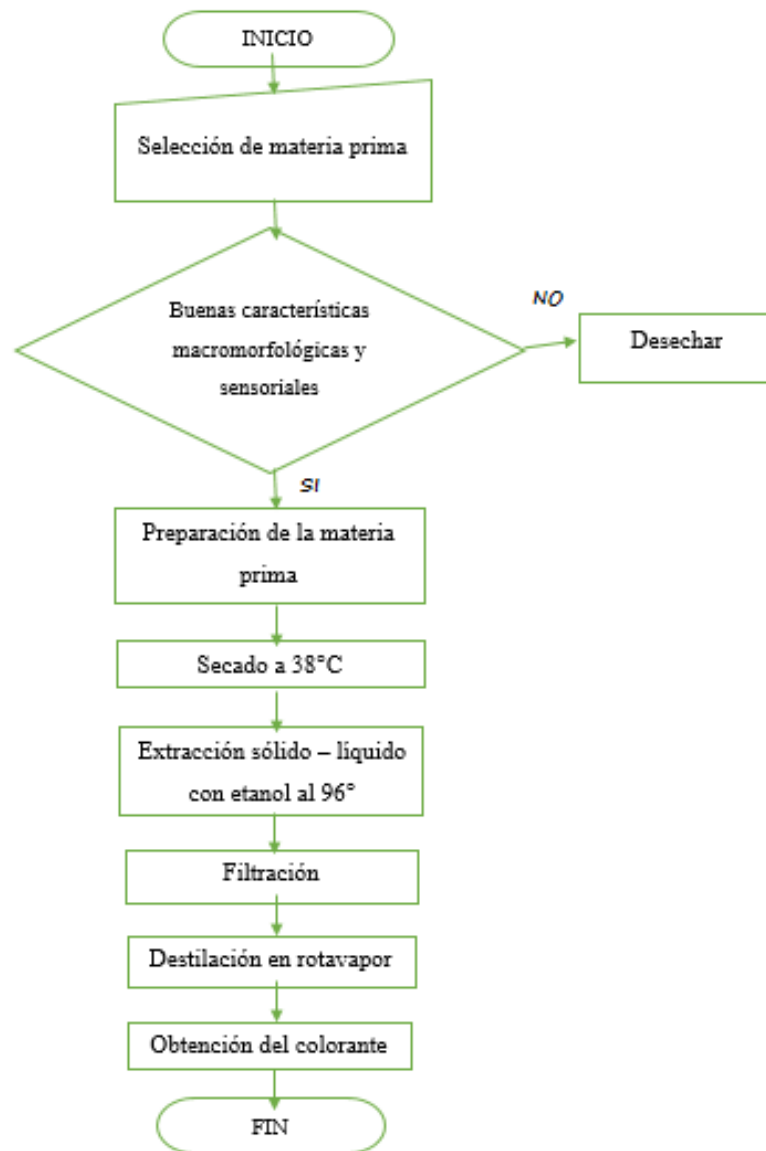


Gráfico 27-3: Proceso

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

- **Selección de la materia prima**

En este punto observamos que sean frescas, de buena apariencia, no golpeada, ni podridas, con buenas características sensoriales: buen olor, buen color, buen sabor y buena textura; caso contrario será desechado.

- **Preparación de la materia prima**

En el momento de preparar es observar primero si la fruta es muy grande, cortarlo en pequeños pedazos de modo que sea más fácil su manipulación en el momento de la extracción, si es posible con un espesor no más de 3 mm.

- **Secado en un secador con corriente de aire**

Para el proceso de secado se analizó que no debe ser mayor a 40 °C y por ello se recomienda que se establezca a 38°C.

- **Extracción sólido – líquido**

Para la extracción sólido – líquido es mejor utilizar disolventes puros de preferencia o cercano a ello, es por ello que este proceso se recomienda con un etanol al 96° con el cual se tuvo buenos resultados.

- **Filtración**

Separar los sólidos que serían los trozos de fruta utilizada para la extracción y quedarse solo con la parte líquida que contiene el colorante y disolvente unido.

- **Destilación al vacío**

Para la destilación al vacío es recomendable utilizar un rotavapor, ya que es más eficiente y controlado que una destilación simple.

- **Obtención del colorante**

El colorante obtenido se realiza las distintas pruebas de calidad y se lo conserva bajo refrigeración para poder preservarlo por más tiempo.

3.19. Costos de implementación de la propuesta

Tabla 55-3: Recursos Humanos

N°	Trabajadores	Horas	Costo por hora (\$)	Costo total (\$)
1	1	8	3,35	26,8

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

Tabla 56-3: Costo de materia prima

Materia prima	Cantidad (g)	Costo por Kg (\$)	Repeticiones	Costo total
Achiote	1000	1,76	9	15,84
Chonta	1000	2	9	18
Papaya	1000	1,25	9	11,25

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

Tabla 57-3: Costos de insumos

insumos	Cantidad (l)	Costo por L (\$)	Costo total (\$)
Etanol a 96°	10	2	20
agua destilada	15	1	15

insumos	Cantidad (g)	Costo por g(\$)	Costo total (\$)
Botellas ámbar	54	0.84	45,36
Pipetas Pausteur	27	0.12	3,24

Costos para análisis de Laboratorio	Repeticiones	Costo total (\$)
Agar MacConkey	15	60
Agar Sabouraud	15	65
Agar PCA	15	76
Peptona	15	78
COSTO TOTAL DE INSUMOS (\$)		
		407,69

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

Tabla 58-3: Costo para los colorantes

producto	Cantidad (g)	Etanol (mL)	Rotavapor costo (\$)	Costo total (\$)	Costo total por L de colorante
Achiote	1150	2450	8	10,05	33,79
Chonta	2250	3795	8	13	28,14
Papaya	2250	3780	8	10,5	15,49

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

Tabla 59-3: Costo total para la producción de colorantes naturales a partir de achiote, chonta y papaya

N°	RECURSOS	COSTO (\$)
1	Humanos (mes)	536
2	Materiales Insumos	407,69
	SUBTOTAL	943,69
	IMPREVISTOS (10%)	94,36
	TOTAL (\$)	1038,06

Realizado por: Barreno Rosero Roxana, 2019

Como podemos ver, el costo total de producción de los colorantes naturales es de \$1038.06

CONCLUSIONES

- En la caracterización físico - químico de las frutas se obtuvo la humedad de 8,17% del achiote; 15,28 % de la chonta y 90,63% de la papaya hawaiana; en cenizas se tuvo 5,63% del achiote; 0,67 % de la chonta y el 0,84 % de la papaya hawaiana.
- El Achiote tiene forma piramidal en condición seca y madura, pesa 0,028 g.; de largo mide 0,48cm y de ancho 0,39cm; presenta un color externo rojo ladrillo, color interno rojo ladrillo y textura rugosa y dura. La chonta presenta forma ovalada en condición fresca y madura, pesa 36,633g.; de largo mide 4 cm y de ancho 3,8cm; presenta un color externo anaranjado intenso, color interno anaranjado claro y textura lisa y suave. La papaya hawaiana tiene forma ovalada en condición fresca y madura, pesa 402 g., de largo mide 12,5 cm y de ancho 8,5 cm; presenta un color externo anaranjado intenso, color interno amarillo, de sabor dulce y textura lisa y suave.
- Para la extracción en base húmeda de la chonta se utilizó una base de 500 g de materia prima con 515 mL de etanol de 96°, se obtuvo 485 mL después del filtrado el cual ingresó al rotavapor para obtener 110 mL del colorante. Para la papaya se utilizó una base de 500 g de materia prima con 510 mL de etanol de 96°, se obtuvo 470 mL después del filtrado el cual ingresó al rotavapor para obtener 96 mL del colorante. En base húmeda no se puede obtener el colorante del achiote con el solvente de etanol de 96°.
- Para la extracción en base seca de la chonta se utilizó una base de 250 g de materia prima con 550 mL de etanol de 96°, se obtuvo 500 mL después del filtrado el cual ingresó al rotavapor para obtener 51 mL del colorante. Para la papaya se utilizó una base de 250 g de materia prima con 750 mL de etanol de 96°, se obtuvo 704 mL después del filtrado el cual ingresó al rotavapor para obtener 58 mL del colorante. Para el achiote se utilizó una base de 250 g de materia prima con 750 mL de etanol de 96°, se obtuvo 731 mL después del filtrado el cual ingresó al rotavapor para obtener 51 mL del colorante.
- El método recomendado a utilizar es el en base seca, con un rendimiento de 10,94% para el achiote; 7,95% para la papaya y 6,97% para la chonta; aunque tiene menor rendimiento que los de base húmeda que tienen 23,63% para la chonta y 20,24% para la papaya; los de en base seca presentan una mejor tinción.
- Al realizar los análisis microbiológicos, se puede ver tanto en húmedo y seco hay ausencia de mohos y levaduras y una mínima presencia de colonias en el caso de la chonta seca en aerobios- mesófilos y enterobacterias que tiene <5 colonias en cada uno de estos análisis, pero basándose en la normativa oficial NOM-119-SSA1-1994 es un valor aceptable; con estos análisis corroboramos el apto consumo de los mismos sin perjudicar la salud de las personas al ingerir estos colorantes.

- Al realizar los análisis de aceptabilidad se obtuvo que para la papaya en base húmeda se utilice 3 mL de colorante en 100 mL de yogurt y en la chonta en base húmeda se agregue 15 mL en 100 mL de yogurt; mientras que los colorantes obtenidos de muestras secas los más aceptados fueron que para la papaya se use 15 mL del colorante en 100mL de yogurt y 3 mL en 100 mL de yogurt para la chonta y el achiote.
- Para la estabilidad del colorante en el yogurt se tomó el pH cada semana durante un mes, obteniendo que la muestra con el colorante de chonta en base húmeda un pH de 4,367; 4,198; 4,024 y 3,968; para la muestra con el colorante de papaya en base húmeda se tuvo 4,321; 4,267; 4,143 y 4,023; para la muestra con el colorante de achiote en base seca alcanzó un pH de 4,476; 4,351; 4,276 y 4,165; para la muestra con el colorante de chonta en base seca se midió 4,398; 4,279; 4,109 y 4,01; finalmente para la muestra con colorante de papaya seca se registró 4,454; 4,365; 4,235 y 4,178. Valores dentro del rango de 4 a 5 de pH al que se encuentra un yogurt en condiciones de conservación aceptables.

RECOMENDACIONES

- Para evitar que durante el proceso se contamine el colorante, es necesario que se trabaje bajo normas exigentes de higiene: al manipular la materia prima con guantes, mascarilla y cofia; además el uso obligatorio del mandil y esterilización de los instrumentos que se vaya a utilizar; al igual la limpieza de cada área de trabajo y equipos si es necesario con alcohol, además de una limpieza profunda del lugar donde se va a conservar los colorantes.
- Evitar que durante el tiempo que ocurra la extracción sólida – líquido de cada uno de los procesos esté expuesto directamente al sol, debido a que tanto la luz y el calor afectan notablemente a los colorantes.
- Recordar que los colorantes son muy sensibles al calor y que trabajar ya sea para secar las frutas o destilar el filtrado después de la extracción la temperatura no puede ser mayor a 40 °C, debido a que se degradan fácilmente y pierde pigmentación.
- En el proceso de extracción sólido – líquido es importante la pureza del disolvente a utilizar, mientras más pureza tenga, mejor será la extracción.
- Conservar los colorantes en un lugar antiséptico y frío, si se va a utilizar una refrigeradora doméstica, limpiarla la noche anterior y dejarla con hipoclorito, y a la mañana siguiente hacer una limpieza breve con alcohol de manera que quedé en las mejores condiciones posibles y evitar compartir esta área con algún otro tipo de sustancias que se desconozca si está libre de algún contaminante o no.

BIBLIOGRAFÍA

SAN ANDRÉS, SANCHO, et. al. *Alquimia: Pigmentos y colorantes históricos* 2010, Real Sociedad Española de química, 2010. pp . 58-65.

VALAREZO, GALO RAMÓN. *ÁREAS HISTORICAS-CULTURALES DEL ECUADOR ANTIGUO.* Artesanía de los Pueblos Ancestrales en la Mitad de Mundo: Ecuador, 2014. pp. 34.

AZORÍN, REBECA MONTESINOS. Universidad de Alicante . *GVC. Grupo de Investigación de Visión y Color.* [En línea] 7 de Julio de 2003. <https://web.ua.es/es/gvc/documentos/docs/colores-curtidos.pdf>.

BADUI DERGAL, Salvador. *Química de Alimentos. cuarta edición* . México : Pearson Educación, 2006.

BRITO M. HANNIBAL. *TEXTO BÁSICO DE OPERACIONES UNITARIAS I.* 2000.

BÜCHI, LABORTECHNIK AG. *Manual de instrucciones (Original) Rotavapor® R-210 / R-215.* Suiza : s.n., 2015.

Martínez-Girón, Jader, et. al.. *Caracterización fisicoquímica de harina de residuos del fruto de chontaduro (Bactris gasipaes Kunth, Arecaceae) obtenida por secado convectivo.* Corpoica Cienc Tecnol Agropecuaria, pp. 599-613.

Quintana L., Anayeli, et. al. *Carotenoides. ¿Qué son y para qué se usan?* México : s.n., octubre-diciembre de 2018, CIENCIA, Vol. 69, pp. 50-55.

Belmonte Vázquez, José Luis, et.al. *Colorantes artificiales en Alimentos.* Naturaleza y Tecnología, 2016, pp. 24-38.

Dilbaghi, Dr. Neeraj & Sharma. ResearchGate. *FOOD AND INDUSTRIAL MICROBIOLOGY.* [En línea] 25 de 09 de 2007. <https://www.researchgate.net/publication/237395310>.

Pérez, Sandy, Cuen, M. & Becerra, R. *El Achiote.* s.l. : Biodiversitas, 2003, Biodiversitas.

EL COMERCIO. 3 Variedades de papaya se consume. *Diario.* 22 de enero de 2011.

FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. [En línea] 2020. <http://www.fao.org/3/a-a1389s.pdf>.

Fernández, Germán. Industria e Ingeniería Química. *Industria e Ingeniería Química*. [En línea] 26 de noviembre de 2014. <http://www.industriaquimica.net/extraccion.html>.

Centre d'Assessoria Dr Ferrer SL. *Fundamentos de actividad de agua*. Especialistas en actividad de agua (aw) & Isotermas de sorción - LabFerrer, pp. 1-10.

Jiménez Díaz, José A. *Manual Práctico para el cultivo de la papaya hawaiana*. Guácimo : EARTH, 2002.

Barrueco, P. Domingo. *LA FIESTA DEL UWI*. Crónicas, tradiciones y entrevistas, pp. 10-11.

SANCHEZ, JUAN. *La química del color en los alimentos*. Química Viva, 2003, pp. 236.

MAUPOEY, PEDRO, et. al. *Introducción al secado de alimentos por aire caliente*. Valencia : Editorial Universidad Politécnica de Valencia, 2016.

Missouri Botanical Garden. Tropicos®. *Missouri Botanical Garden*. [En línea] 03 de diciembre de 2019. www.tropicos.org.

MORDRAGÓN, ROSALES, et. al. ResearchGate. *El proceso de secado por atomización: formación de gránulos y cinética de secado de gotas*. [En línea] Septiembre de 2013. <https://www.researchgate.net/publication/272922865>.

Ninahualpa Cadena, Daniela Cristina. Repositorio UTA. *TESIS DE GRADO*. [En línea] 2018. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/27102/1/Tesis%20119%20Medicina%20Veterinaria%20y%20Zootecnia%20-CD%20551.pdf>.

NTE INEN-CODEX192:2013. *NORMA GENERAL DEL CÓDEX PARA LOS ADITIVOS ALIMENTARIOS (MOD)*. NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN-CODEX. 2013.

Criado Portal, Antonio J., et. al. *Obtención del pigmento azul egipcio siguiendo la receta de Marcus Vitruvius Pollio descrita en su libro De Architectura (siglo I a.C.)*. Real Sociedad Española de Química, pp. 163-166.

PARRA ORTEGA, VERÓNICA PAZ. *Estudio comparativo en el uso de colorantes naturales y sintéticos en alimentos, desde el pnto de vista funciona y toxicológico.* Chile : s.n., 2004.

Pau Talens Oliag. Universidad Politécnica de Valencia. *Obtención de las coordenadas de color XYZ a partir de una media espectral en la región visible.* [En línea] 28 de julio de 2016. <http://hdl.handle.net/10251/68363>.

Petryk, N. (sd). Alimentación Sana. *Alimentación Sana.* [En línea] (sd). [Citado el: 21 de enero de 2018.] <http://www.alimentacion-sana.com.ar/informaciones/chef/harina.htm>.

SENPLADES. *PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2017-2021. TODA UNA VIDA .* 2017.

RAE, REAL ACADEMIA ESPAÑOLA. RAE Diccionario de la Legua Española. *RAE Diccionario de LA LEGUA ESPAÑOLA.* [EN LÍNEA] 2001. <HTTPS://DLE.RAE.ES/>.

RUIZ ZAMBRANO, LIGIA ELIZABETH. Repositorio Universidad Técnica de Ambato. *“INCIDENCIA DE LA TEMPERATURA DE CONCENTRACIÓN EN LA DEGRADACIÓN DE CLOROFILA EN PULPA DE KIWI (Actinidia Chinensis,EDAD HAWARD.* [En línea] 2007. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/3401/3/PAL154.pdf>.

SALCEDO DÍAZ, RAQUEL Y MARTÍN GULLÓN, IGNACIO. Repositorio Institucional de la Univesidad de Alicante. *Materiales de la asignatura Mecánica de Fluidos.* [En línea] 12 de enero de 2012. <http://hdl.handle.net/10045/20299>.

RESTREPO GALLEGO, MAURICIO, et.al. *Sustitución de tartrazina por betacaroteno en la elaboración DE BEBIDAS NO ALCOHÓLICAS.* REVISTA LASALLISTA DE INVESTIGACIÓN, PP. 7-12.




VALENCIA, RENATO, et. al. *PALMAS ECUATORIANAS: BIOLOGÍA Y USO SOSTENIBLE. PALMAS ECUATORIANAS: BIOLOGÍA Y USO SOSTENIBLE.* Quito, Pichincha, Ecuador : Imprenta Mariscal, 2013.

Vera, A. M. *Seguridad Alimentaria y Nutricional: El estado nutricional de los niños y niñas ecuatorianos. .* Quito : Aries, 2010.

Beuchat. *Water Activity and Growth of Microorganisms in Food.* Journal of Food Protection.

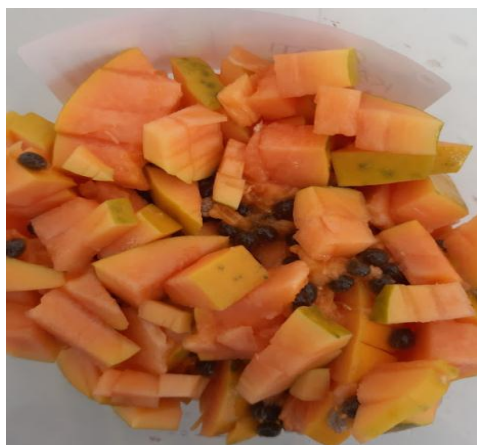
ANEXOS

ANEXO A: SELECCIÓN DE MATERIA PRIMA

<p>a)</p> 	<p>b)</p> 	<p>c)</p> 							
<p>NOTAS</p> <p>a) Papaya b) Chonta c) Achiote</p>	<p>CATEGORIA DEL DIAGRAMA</p> <p><input type="checkbox"/> CERTIFICADO <input checked="" type="checkbox"/> APROBADO <input type="checkbox"/> POR APROBAR <input type="checkbox"/> POR CALIFICAR <input type="checkbox"/> POR VERIFICAR</p>	<p>ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p> <p>Realizado por: Roxana Mariuxi Barreno Rosero</p>	<p>“DISEÑO DE UN PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE COLORANTES NATURALES A PARTIR DE ACHIOTE (<i>Bixa orellana</i>), CHONTA (<i>Bactris gasipaes</i>) Y PAPAYA HAWAIANA (<i>Carica papaya L.</i>) EN SECO Y HÚMEDO.”</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="1346 1177 1565 1241">ESCALA</th> <th data-bbox="1565 1177 1753 1241">FECHA</th> <th data-bbox="1753 1177 1917 1241">LÁMINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="1346 1241 1565 1300">1:1</td> <td data-bbox="1565 1241 1753 1300">20/12/2019</td> <td data-bbox="1753 1241 1917 1300">1</td> </tr> </tbody> </table>	ESCALA	FECHA	LÁMINA	1:1	20/12/2019	1
ESCALA	FECHA	LÁMINA							
1:1	20/12/2019	1							

ANEXO B: FRUTA CORTADA PARA PROCESO EN HÚMEDO

d)



e)



NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA Realizado por: Roxana Mariuxi Barreno Rosero	<p>“DISEÑO DE UN PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE COLORANTES NATURALES A PARTIR DE ACHIOTE (<i>Bixa orellana</i>), CHONTA (<i>Bactris gasipaes</i>) Y PAPAYA HAWAIANA (<i>Carica papaya l.</i>) EN SECO Y HÚMEDO.”</p>		
d) Papaya cortada e) Chonta cortada	<input type="checkbox"/> CERTIFICADO <input checked="" type="checkbox"/> APROBADO <input type="checkbox"/> POR APROBAR <input type="checkbox"/> POR CALIFICAR <input type="checkbox"/> POR VERIFICAR		ESCALA	FECHA	LÁMINA
			1:1	20/12/2019	2

ANEXO C: FRUTAS PARA EL PROCESO EN SECO

f)



g)



h)



NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA Realizado por: Roxana Mariuxi Barreno Rosero	“DISEÑO DE UN PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE COLORANTES NATURALES A PARTIR DE ACHIOTE (<i>Bixa orellana</i>), CHONTA (<i>Bactris gasipaes</i>) Y PAPAYA HAWAIANA (<i>Carica papaya l.</i>) EN SECO Y HÚMEDO.”		
a) Papaya cortada b) Chonta cortada c) Achiote	<input type="checkbox"/> CERTIFICADO <input checked="" type="checkbox"/> APROBADO <input type="checkbox"/> POR APROBAR <input type="checkbox"/> POR CALIFICAR <input type="checkbox"/> POR VERIFICAR		ESCALA	FECHA	LÁMINA
			1:1	20/12/2019	3

ANEXO D: EQUIPOS UTILIZADOS

i)



j)



k)



NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR	"DISEÑO DE UN PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE COLORANTES NATURALES A PARTIR DE ACHIOTE (<i>Bixa orellana</i>), CHONTA (<i>Bactris gasipaes</i>) Y PAPAYA HAWAIANA (<i>Carica papaya L.</i>) EN SECO Y HÚMEDO."		
i) Estufa para el proceso de secado	<input type="checkbox"/> CERTIFICADO	POLITECNICA DE CHIMBORAZO	ESCALA	FECHA	LÁMINA
j) Extracción sólido líquido	<input checked="" type="checkbox"/> APROBADO	FACULTAD DE CIENCIAS	1:1	20/12/2019	4
k) Filtración al vacío	<input type="checkbox"/> POR APROBAR	ESUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA			
	<input type="checkbox"/> POR CALIFICAR	Realizado por:			
	<input type="checkbox"/> POR VERIFICAR	Roxana Mariuxi Barreno Rosero			

ANEXO E: EQUIPOS UTILIZADOS

l)



m)



n)



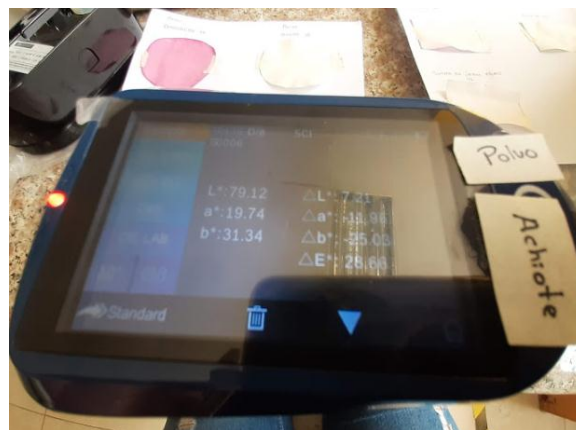
NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA Realizado por: Roxana Mariuxi Barreno Rosero	“DISEÑO DE UN PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE COLORANTES NATURALES A PARTIR DE ACHIOTE (<i>Bixa orellana</i>), CHONTA (<i>Bactris gasipaes</i>) Y PAPAYA HAWAIANA (<i>Carica papaya L.</i>) EN SECO Y HÚMEDO.”		
l) Rotavapor m) Refractómetro n) pH- metro	<input type="checkbox"/> CERTIFICADO <input checked="" type="checkbox"/> APROBADO <input type="checkbox"/> POR APROBAR <input type="checkbox"/> POR CALIFICAR <input type="checkbox"/> POR VERIFICAR		ESCALA	FECHA	LÁMINA
			1:1	20/12/2019	5

ANEXO F: EQUIPOS UTILIZADOS

ñ)



o)



p)



NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR	“DISEÑO DE UN PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE COLORANTES NATURALES A PARTIR DE ACHIOTE (<i>Bixa orellana</i>), CHONTA (<i>Bactris gasipaes</i>) Y PAPAYA HAWAIANA (<i>Carica papaya L.</i>) EN SECO Y HÚMEDO.”		
ñ) Espectrofotómetro	<input type="checkbox"/> CERTIFICADO <input checked="" type="checkbox"/> APROBADO <input type="checkbox"/> POR APROBAR <input type="checkbox"/> POR CALIFICAR <input type="checkbox"/> POR VERIFICAR	POLITECNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA Realizado por: Roxana Mariuxi Barreno Rosero	ESCALA	FECHA	LÁMINA
o) Colorímetro			1:1	20/12/2019	6
p) Picnómetro					

ANEXO G: COLORANTES EXTRAIDOS Y PRUEBAS

q)



r)



NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA Realizado por: Roxana Mariuxi Barreno Rosero	“DISEÑO DE UN PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE COLORANTES NATURALES A PARTIR DE ACHIOTE (<i>Bixa orellana</i>), CHONTA (<i>Bactris gasipaes</i>) Y PAPAYA HAWAIANA (<i>Carica papaya L.</i>) EN SECO Y HÚMEDO.”		
q) colorantes obtenidos r) reacción de Maillard	<input type="checkbox"/> CERTIFICADO <input checked="" type="checkbox"/> APROBADO <input type="checkbox"/> POR APROBAR <input type="checkbox"/> POR CALIFICAR <input type="checkbox"/> POR VERIFICAR		ESCALA	FECHA	LÁMINA
			1:1	20/12/2019	7

ANEXO H: SOLUBILIDAD DE COLORANTES EN AGUA

s)



NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR	“DISEÑO DE UN PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE COLORANTES NATURALES A PARTIR DE ACHIOTE (<i>Bixa orellana</i>), CHONTA (<i>Bactris gasipaes</i>) Y PAPAYA HAWAIANA (<i>Carica papaya L.</i>) EN SECO Y HÚMEDO.”		
s) solubilidad de los colorantes en agua	<input type="checkbox"/> CERTIFICADO <input checked="" type="checkbox"/> APROBADO <input type="checkbox"/> POR APROBAR <input type="checkbox"/> POR CALIFICAR <input type="checkbox"/> POR VERIFICAR	POLITECNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA			
			1:1	20/12/2019	8

Realizado por:
Roxana Mariuxi Barreno Rosero

ANEXO I: PROCESO DE ATOMIZACIÓN

t)



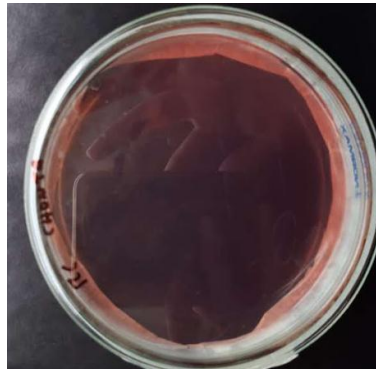
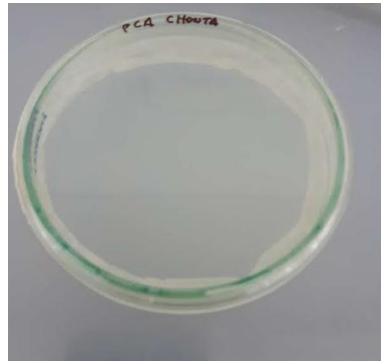
u)



NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA Realizado por: Roxana Mariuxi Barreno Rosero	“DISEÑO DE UN PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE COLORANTES NATURALES A PARTIR DE ACHIOTE (<i>Bixa orellana</i>), CHONTA (<i>Bactris gasipaes</i>) Y PAPAYA HAWAIANA (<i>Carica papaya l.</i>) EN SECO Y HÚMEDO.”		
t) Equipo de atomización u) Colorantes en polvo	<input type="checkbox"/> CERTIFICADO <input checked="" type="checkbox"/> APROBADO <input type="checkbox"/> POR APROBAR <input type="checkbox"/> POR CALIFICAR <input type="checkbox"/> POR VERIFICAR		ESCALA	FECHA	LÁMINA
			1:1	20/12/2019	9

ANEXO J: PRUEBAS MICROBIOLÓGICAS EN CHONTA EN SECO

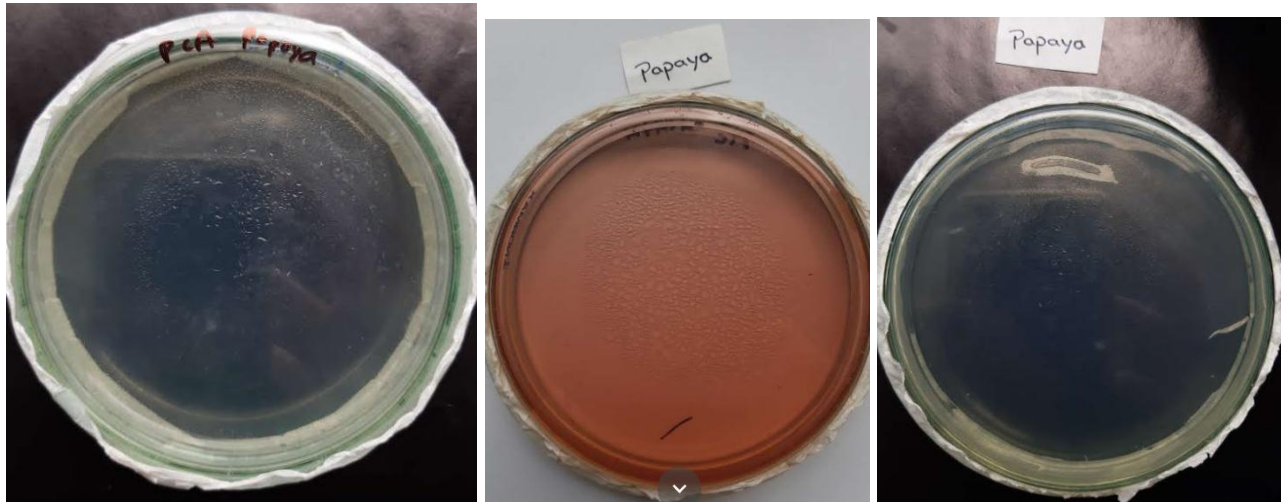
v)



NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR	“DISEÑO DE UN PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE COLORANTES NATURALES A PARTIR DE ACHIOTE (<i>Bixa orellana</i>), CHONTA (<i>Bactris gasipaes</i>) Y PAPAYA HAWAIANA (<i>Carica papaya l.</i>) EN SECO Y HÚMEDO.”		
v) pruebas microbiológicas chonta en seca	<input type="checkbox"/> CERTIFICADO <input checked="" type="checkbox"/> APROBADO <input type="checkbox"/> POR APROBAR <input type="checkbox"/> POR CALIFICAR <input type="checkbox"/> POR VERIFICAR	POLITECNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA Realizado por: Roxana Mariuxi Barreno Rosero			
			1:1	20/12/2019	10

ANEXO K: PRUEBAS MICROBIOLÓGICAS DE PAPAYA EN SECO

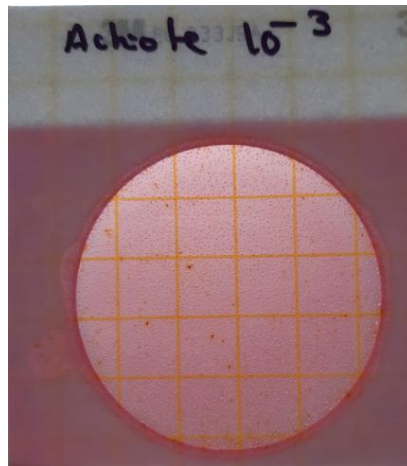
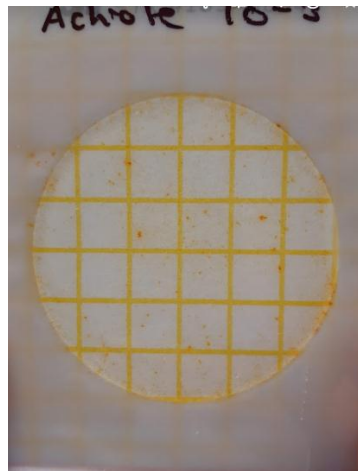
w)



NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR	“DISEÑO DE UN PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE COLORANTES NATURALES A PARTIR DE ACHIOTE (<i>Bixa orellana</i>), CHONTA (<i>Bactris gasipaes</i>) Y PAPAYA HAWAIANA (<i>Carica papaya L.</i>) EN SECO Y HÚMEDO.”		
w) pruebas microbiológicas papaya en seco	<input type="checkbox"/> CERTIFICADO <input checked="" type="checkbox"/> APROBADO <input type="checkbox"/> POR APROBAR <input type="checkbox"/> POR CALIFICAR <input type="checkbox"/> POR VERIFICAR	POLITECNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA Realizado por: Roxana Mariuxi Barreno Rosero			
			1:1	20/12/2019	11

ANEXO L: PRUEBAS MICROBIOLÓGICAS DEL COLORANTE DE ACHIOTE EN SECO

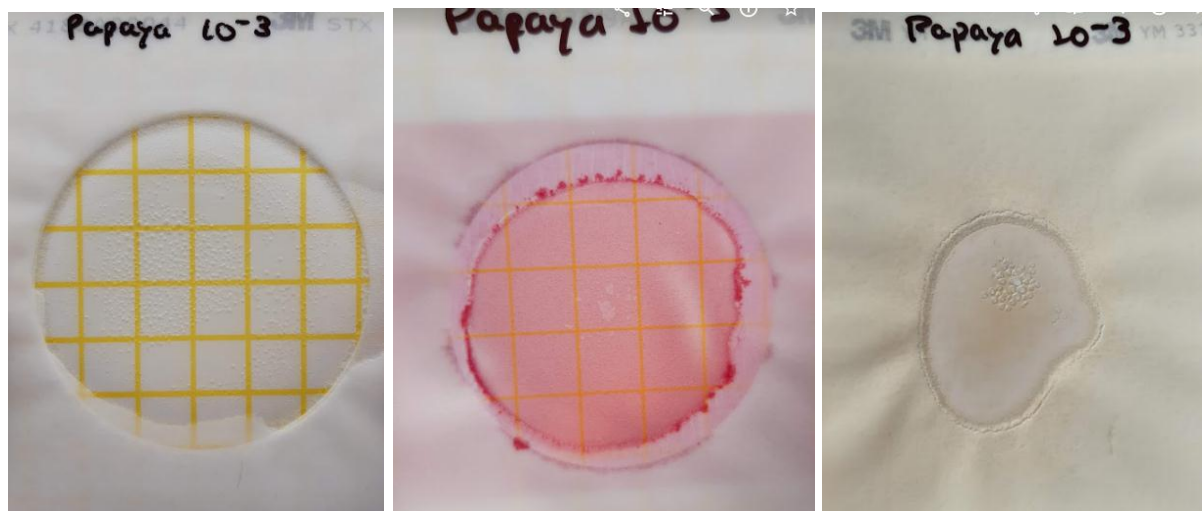
x)



NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA	<p>“DISEÑO DE UN PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE COLORANTES NATURALES A PARTIR DE ACHIOTE (<i>Bixa orellana</i>), CHONTA (<i>Bactris gasipaes</i>) Y PAPAYA HAWAIANA (<i>Carica papaya L.</i>) EN SECO Y HÚMEDO.”</p>		
x) pruebas microbiológicas achiote en seco	<input type="checkbox"/> CERTIFICADO <input checked="" type="checkbox"/> APROBADO <input type="checkbox"/> POR APROBAR <input type="checkbox"/> POR CALIFICAR <input type="checkbox"/> POR VERIFICAR	Realizado por:	ESCALA	FECHA	LÁMINA
		Roxana Mariuxi Barreno Rosero	1:1	20/12/2019	12

ANEXO M: PRUEBAS MICROBIOLÓGICAS DEL COLORANTE DE PAPAYA EN HÚMEDO

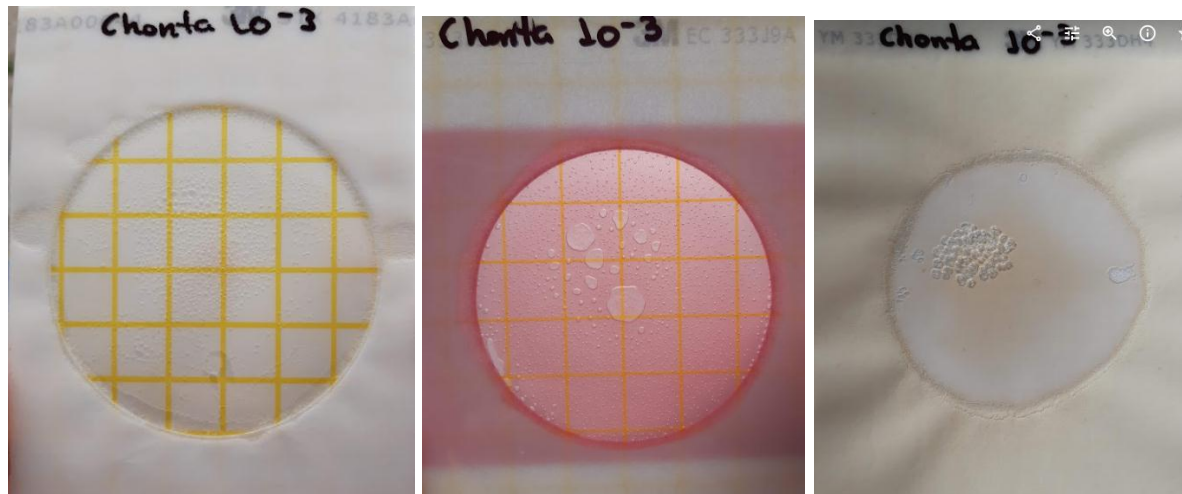
y)



NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR	“DISEÑO DE UN PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE COLORANTES NATURALES A PARTIR DE ACHIOTE (<i>Bixa orellana</i>), CHONTA (<i>Bactris gasipaes</i>) Y PAPAYA HAWAIANA (<i>Carica papaya L.</i>) EN SECO Y HÚMEDO.”		
y) pruebas microbiológicas papaya en húmedo	<input type="checkbox"/> CERTIFICADO <input checked="" type="checkbox"/> APROBADO <input type="checkbox"/> POR APROBAR <input type="checkbox"/> POR CALIFICAR <input type="checkbox"/> POR VERIFICAR	POLITECNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA Realizado por: Roxana Mariuxi Barreno Rosero			
			1:1	20/12/2019	13

ANEXO N: PRUEBAS MICROBIOLÓGICAS DE COLORANTE DE CHONTA EN HÚMEDO

y)



NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR	“DISEÑO DE UN PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE COLORANTES NATURALES A PARTIR DE ACHIOTE (<i>Bixa orellana</i>), CHONTA (<i>Bactris gasipaes</i>) Y PAPAYA HAWAIANA (<i>Carica papaya l.</i>) EN SECO Y HÚMEDO.”		
y) pruebas microbiológicas Chonta en húmedo	<input type="checkbox"/> CERTIFICADO <input checked="" type="checkbox"/> APROBADO <input type="checkbox"/> POR APROBAR <input type="checkbox"/> POR CALIFICAR <input type="checkbox"/> POR VERIFICAR	POLITECNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA Realizado por: Roxana Mariuxi Barreno Rosero			
			1:1	20/12/2019	14

ANEXO M: APLICACIÓN DEL COLORANTE

z)



NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR	“DISEÑO DE UN PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE COLORANTES NATURALES A PARTIR DE ACHIOTE (<i>Bixa orellana</i>), CHONTA (<i>Bactris gasipaes</i>) Y PAPAYA HAWAIANA (<i>Carica papaya L.</i>) EN SECO Y HÚMEDO.”		
z) Aplicación del colorante natural en producto alimenticio	<input type="checkbox"/> CERTIFICADO <input checked="" type="checkbox"/> APROBADO <input type="checkbox"/> POR APROBAR <input type="checkbox"/> POR CALIFICAR <input type="checkbox"/> POR VERIFICAR	POLITECNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA Realizado por: Roxana Mariuxi Barreno Rosero			
			1:1	20/12/2019	15



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO



DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS Y RECURSOS
PARA EL APRENDIZAJE Y LA INVESTIGACIÓN

UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS
REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 06 / 03 / 2020

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: Roxana Mariuxi Barreno Rosero
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Ciencias
Carrera: Ingeniería Química
Título a optar: Ingeniera Química
f. Analista de Biblioteca responsable: