



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Proyecto de investigación
previo a la obtención del título
de Ingeniero Industrial.

Título de Proyecto de Investigación

**PROCESO INDUSTRIAL PARA ELABORACIÓN DE TINTE PARA CABELLO
EN BASE AL COLORANTE NATURAL DE *Beta Vulgaris* (REMOLACHA)**

Autor

Luna Martínez Mercedes Cecibel

Director de Proyecto de Investigación

Ing. Juan Neira Mosquera PhD.

Quevedo – Los Ríos – Ecuador

2017

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Mercedes Cecibel Luna Martínez**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Luna Martínez Mercedes Cecibel

AUTOR

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



El suscrito, **Ing. Juan Alejandro Neira Mosquera PhD.**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que la estudiante **Luna Martínez Mercedes Cecibel**, realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado “**Proceso industrial para elaboración de tinte para cabello en base al colorante natural de *Beta vulgaris* (remolacha)**”, previo a la obtención del título de Ingeniera Industrial, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Ing. Juan Alejandro Neira Mosquera, PhD.

DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO



Por medio del presente me permito certificar, que la Srta. Luna Martínez Mercedes Cecibel, estudiante egresada de la carrera de Ingeniería Industrial paralelo A, una vez que se revisó el proyecto de investigación titulado “**PROCESO INDUSTRIAL PARA ELABORACIÓN DE TINTE PARA CABELLO EN BASE AL COLORANTE NATURAL DE *Beta Vulgaris* (REMOLACHA)**”; tengo a bien informar que se realizó la revisión respectiva del por medio del sistema Urkund, con un porcentaje favorable del 4%.

URKUND

Dokument	PROYECTO DE INVESTIGACION Srta. Luna Martínez Mercedes Cecibel.docx (D29368054)
Inskickat	2017-06-13 13:16 (-05:00)
Mottagare	sungeysanchez.uteq@analysis.urkund.com
Meddelande	Proyecto de Investigación Srta. Luna Martínez Mercedes Cecibel Visa hela meddelandet 4% av det här c:a 27 sidor stora dokumentet består av text som också förekommer i 6 st källor.

Ing. Juan Alejandro Neira Mosquera, PhD.

DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN



TÍTULO

PROCESO INDUSTRIAL PARA ELABORACIÓN DE TINTE PARA CABELLO EN BASE AL COLORANTE NATURAL DE *Beta Vulgaris* (REMOLACHA)

Presentado al Consejo Académico de Facultad como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial.

Aprobado por:

Ing. Luis Enrique Mera Chinga, MSc.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Jorge Luis Guadalupe Almeida, MSc
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Andrea Cristina Cortez Espinoza, MSc.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

QUEVEDO – LOS RÍOS – ECUADOR

2017

AGRADECIMIENTO

A Dios, por darme fuerzas y estar conmigo a cada paso que doy y por darme la sabiduría necesaria para lograr mis objetivos.

A mis Padres, Gustavo Luna y Fanny Martínez por ser mis consejeros y guías ayudándome así a alcanzar cada una de mis metas propuestas.

A mis hermanas y hermano, por el apoyo que siempre me brindaron en el transcurso de mi carrera universitaria.

A mi tutor de tesis el PhD. Juan Neira por su paciencia, conocimientos y orientación prestada para la realización de este proyecto.

A todos los maestros que marcaron cada etapa de mi camino universitario y me ayudaron con asesorías y dudas presentadas a lo largo de mi formación.

A todos mis compañeros por los grandes momentos compartidos y por el apoyo mutuo brindado en nuestro proceso estudiantil.

DEDICATORIA

A mi madre por creer en mí y brindarme su el apoyo incondicional día a día.

A mi hija Keysha por ser mi motivación más grande para concluir con éxito este proyecto.

A Carlos Ramirez por el cariño que me brinda día a día por su apoyo prestado y por su motivación impulsándome a seguir adelante.

CODIGO DUBLIN

Título:	“Proceso de industrialización para elaboración de tinte de cabello en base al colorante natural de <i>beta vulgaris</i> (remolacha)”
Autor:	LUNA MARTINEZ MERCEDES CECIBEL
Palabras Claves:	Tiempo, temperatura, extracción, pH, diseño experimental.
Fecha de publicación:	
Editorial:	UTEQ
Resumen:	<p>El presente trabajo investigativo se realizó con el fin de evaluar el proceso de elaboración de tinte para cabello en base al colorante natural de <i>Beta Vulgaris</i> (Remolacha), con el fin de aportar a la industria cosmética en el descubrimiento de nuevas fuentes de colorantes naturales que puedan sustituir los colorantes artificiales o sintéticos que actualmente se utilizan en la elaboración de sus tintes para cabello. En primera estancia se tomó información bibliográfica para tener una base científica sobre el proceso a realizar, la materia prima y componentes a utilizar. Para el proceso se utilizó como unidad experimental 5kg de pulpa de remolacha para la obtención de colorante mediante los métodos de deshidratación y evaporación mismo que más la adición de componentes (agua destilada, conservante, CMC y acondicionador) se mezcló a temperatura y tiempos experimentales hasta obtener muestras de tinte que se utilizaron para pintar mechones de cabello virgen decolorado para evaluar su factibilidad. El modelo de investigación respondió a un diseño completamente al azar con un arreglo factorial AxBxC y dos repeticiones considerando como factor A método de extracción del colorante (evaporación y deshidratación), factor B temperatura de la mezcla (40°C y 50°C), factor C tiempo de mezclado (30 y 50 minutos). Para el análisis de los datos obtenidos se utilizó el paquete estadístico Statgraphics Centurión, y para la comparación de las media la prueba de significación de TUKEY ($p < 0.05$). Posteriormente se interpretaron todos los resultados obtenidos en la investigación para realizar las conclusiones y recomendaciones respectivas.</p>
Abstract:	<p>The present research work was carried out with the purpose of evaluating the process of elaboration of a dye for hair on the basis of the natural coloring of <i>Beta vulgaris</i> (beet), in order to contribute to the cosmetics industry in the discovery of new sources of natural dyes that can replace the artificial coloring or synthetic materials that are currently being used in the elaboration of its dyes for hair. In first stay was taken bibliographic information to have a scientific basis on the process to make, the raw materials and components to use. For the process of used as experimental unit 5kg of beet pulp for the obtaining of a dye through the methods of dehydration and evaporation same that more adding components (distilled water, preservative, CMC and conditioner) mixed with temperature and times experimental to obtain samples of dye that is used to paint tufts of hair virgin discolored to assess its feasibility. The model of research responded to a completely randomized design with a factorial arrangement AxBxC and two repetitions considering as a factor to method of removing the dye (evaporation and dehydration), factor B temperature of the mix (40°C and 50°C), C factor mixing time (30 and 50 minutes). For the analysis of the data obtained was used the statistical package Statgraphics Centurion, and for the comparison of the media the significance test of Tukey ($p < 0.05$). Subsequently interpreted all the results obtained in the research for their conclusions and recommendations.</p>
Descripción	
URI:	

RESUMEN EJECUTIVO.

El presente trabajo investigativo se realizó con el fin de evaluar el proceso de elaboración de tinte para cabello en base al colorante natural de *Beta Vulgaris* (Remolacha), con el fin de aportar a la industria cosmética en el descubrimiento de nuevas fuentes de colorantes naturales que puedan sustituir los colorantes artificiales o sintéticos que actualmente se utilizan en la elaboración de sus tintes para cabello. En primera estancia se tomó información bibliográfica para tener una base científica sobre el proceso a realizar, la materia prima y componentes a utilizar. Para el proceso se utilizó como unidad experimental 5kg de pulpa de remolacha para la obtención de colorante mediante los métodos de deshidratación y evaporación mismo que más la adición de componentes (agua destilada, conservante, CMC y acondicionador) se mezcló a temperatura y tiempos experimentales hasta obtener muestras de tinte que se utilizaron para pintar mechones de cabello virgen decolorado para evaluar su factibilidad. El modelo de investigación respondió a un diseño completamente al azar con un arreglo factorial AxBxC y dos repeticiones considerando como factor A método de extracción del colorante (evaporación y deshidratación), factor B temperatura de la mezcla (40°C y 50°C), factor C tiempo de mezclado (30 y 50 minutos). Para el análisis de los datos obtenidos se utilizó el paquete estadístico Statgraphics Centurión, y para la comparación de las media la prueba de significación de TUKEY ($p < 0.05$). Posteriormente se interpretaron todos los resultados obtenidos en la investigación para realizar las conclusiones y recomendaciones respectivas.

Palabras claves

Tiempo, temperatura, extracción, pH, diseño experimental.

ABSTRACT

The present research work was carried out with the purpose of evaluating the process of elaboration of a dye for hair on the basis of the natural coloring of *Beta vulgaris* (beet), in order to contribute to the cosmetics industry in the discovery of new sources of natural dyes that can replace the artificial coloring or synthetic materials that are currently being used in the elaboration of its dyes for hair. In first stay was taken bibliographic information to have a scientific basis on the process to make, the raw materials and components to use. For the process of used as experimental unit 5kg of beet pulp for the obtaining of a dye through the methods of dehydration and evaporation same that more adding components (distilled water, preservative, CMC and conditioner) mixed with temperature and times experimental to obtain samples of dye that is used to paint tufts of hair virgin discolored to assess its feasibility. The model of research responded to a completely randomized design with a factorial arrangement AxBxC and two repetitions considering as a factor to method of removing the dye (evaporation and dehydration), factor B temperature of the mix (40°C and 50°C), C factor mixing time (30 and 50 minutes). For the analysis of the data obtained was used the statistical package Statgraphics Centurion, and for the comparison of the media the significance test of Tukey ($p < 0.05$). Subsequently interpreted all the results obtained in the research for their conclusions and recommendations.

Key words

Time, temperature, pH, extraction, experimental design.

ÍNDICE GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS	ii
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	iii
DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	iii
CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO.....	iv
CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
DEDICATORIA	vii
CODIGO DUBLIN.....	viii
RESUMEN EJECUTIVO.....	ix
ABSTRACT	x
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I	
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	2
1.1. Problema de Investigación	3
1.1.1 Planteamiento del problema	3
1.1.2 Formulación del problema.....	4
1.1.3 Sistematización del problema	4
1.2. Objetivos.....	5
1.2.1 Objetivo general.....	5
1.2.2 Objetivos específicos.....	5
1.3. Justificación.....	6
CAPÍTULO II	
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN	7
2.1 Marco Conceptual	8
2.1.1 Importancia de las plantas tintóreas.....	8
2.1.1.1 Los tintes de las plantas en la época prehispánica.....	8
2.1.2 Remolacha	8

2.1.2.1 Usos de la remolacha	9
2.1.3 Betalainas: colorantes naturales con actividad antioxidante	9
2.1.3.1 PH.....	10
2.1.3.2 Estabilidad de las betalainas.....	10
2.1.3.3 Temperatura y tiempo de calentamiento.....	10
2.1.3.4 Plantas que contienen betalainas.	10
2.1.3.5 Betanina o rojo de remolacha (E162)	11
2.1.4 Química de los colorantes.	11
2.1.5 El pelo	11
2.1.6 Diagrama de flujo de procesos.	12
2.1.7 Extracción líquido – líquido continua.....	12
2.1.7.1 Deshidratación	13
2.1.7.2 Deshidratación con aire caliente forzado	13
2.1.8 Productos cosméticos.....	14
2.1.8.1 Cosmético definición	14
2.1.8.2 Cosméticos capilares	14
2.1.8.3 Los tintes vegetales	15
2.1.8.4 Tintes permanentes.....	15
2.1.9 Novedad enfocada en la salud	15
2.1.9.1 Peligros de tintes capilares que se encuentran en el mercado	15
2.1.9.2 Sector cosmético Ecuador proveedores	16
2.1.9.3 Sector cosmético Ecuador empleo.....	16
2.1.9.4 Crecimiento de la industria cosmética en Ecuador	16
2.1.9.5 Exportaciones e importaciones de la industria cosmética en Ecuador.....	17
2.1.9.6 Producción y variedad del sector cosmético en Ecuador.....	18
2.2 Marco Referencial	19
CAPÍTULO III	
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	20
3.1 Metodología	21
3.1.1 Localización.....	21
3.2 Tipo de Investigación.....	21

3.2.1	Descriptiva.....	21
3.2.2	Bibliográfica.....	21
3.2.3	Experimental.....	21
3.3	Métodos de Investigación.....	22
3.3.1	Método Deductivo.....	22
3.3.2	Método analítico.....	22
3.4	Fuentes de recopilación de la información.....	22
3.5	Diseño de investigación.....	22
3.5.1	Factores de estudio.....	23
3.5.2	Variables de estudio.....	23
3.5.3	Hipótesis.....	23
3.5.3.1	Hipótesis nulas.....	23
3.5.3.2	Hipótesis alternativas.....	24
3.6	Tratamiento de Datos.....	24
3.7	Materiales.....	25
3.8	Manejo del Experimento.....	26
3.8.1	Descripción textual de las actividades que intervienen dentro del proceso de elaboración de tinte para cabello en base al colorante natural de (<i>Beta Vulgaris</i>) Remolacha.....	26
3.8.3	Formulación final del proceso para la elaboración de tinte para cabello en base al colorante natural de (<i>Beta Vulgaris</i>) Remolacha.....	28
3.8.4	Cálculo del rendimiento del colorante por el método de deshidratación para la elaboración de tinte para cabello.....	29
CAPÍTULO IV		
RESULTADOS Y DISCUSION.....		
30		
4.1.	Diagrama de Flujo para el Proceso Industrial de Obtención de Tinte para Cabello en Base al Colorante Natural de <i>Beta vulgaris</i> (Remolacha).....	31
4.2.	Identificación de las Máquinas y Equipos Necesarios para el Proceso Industrial de Elaboración de Tinte para Cabello en Base al Colorante Natural de <i>Beta vulgaris</i> , Remolacha.....	32
4.3	Análisis de varianza para el tiempo de permanencia del tinte en el cabello.....	34
4.3.1	Análisis de Varianza para el PH.....	35

4.4	Resultados con Respecto a los Factores de Estudio.....	36
4.4.1	Resultados con respecto al factor A (método de extracción).....	36
4.4.2	Resultados con respecto al factor B (temperatura de la mezcla).	37
4.4.3	Resultados con respecto al factor C (tiempo de mezclado).	38
4.4.4	Resultados con respecto a la interacción entre los factores A (método de extracción), B (método de extracción) y C (tiempo de mezclado) de la variable tiempo de permanencia del tinte en el cabello.....	39
4.4.5	Resultados con respecto a la interacción entre los factores A (método de extracción), b (método de extracción) y c (tiempo de mezclado) de la variable pH.....	40
4.5	DISCUSIÓN	41
4.5.1	Discusión de los resultados	41
4.5.2	Tratamiento de hipótesis	42
CAPITULO V		
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		43
5.1	Conclusiones	44
5.2	Recomendaciones	45
CAPITULO VI		
BIBLIOGRAFÍA		46
6.1	Bibliografía	47
CAPITULO VII		
ANEXOS		50
7.1	ANEXOS	51

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1:	Factores de estudio.....	23
Tabla 2:	Combinación de los tratamientos propuestos para la elaboración de tinte para cabello en base al colorante natural de Remolacha (<i>Beta Vulgaris</i>).....	24
Tabla 3:	Materiales utilizados en la Investigación	25
Tabla 4:	Formulación final del tinte	28
Tabla 5:	Maquinarias necesarias para el proceso	32
Tabla 6:	Días de permanencia del tinte en el cabello	34
Tabla 7:	Análisis de Varianza para el PH.....	35

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRAFICO 1: Resultados de análisis entre los niveles: (a ₀) Deshidratación y (a ₁) evaporación (factor A), aplicando la prueba de Tukey (p<0.05): 1.- tiempo de permanencia del tinte en el cabello y 2.- pH.....	36
GRAFICO 2: Resultados de análisis entre los niveles: (b ₀) 40°C y (b ₁) 50°C (factor B), aplicando la prueba de Tukey (p<0.05): 1.- tiempo de permanencia del tinte en el cabello y 2.- pH	37
GRAFICO 3: Resultados de análisis entre los niveles: (c ₀) 30min (c ₁) 50min (FACTOR C), aplicando la prueba de Tukey (p<0.05): 1.- tiempo de permanencia del tinte en el cabello y 2.- pH	38
GRAFICO 4: Resultados de análisis entre las interacciones de los niveles: (a ₀) deshidratación, (a ₁) evaporación; (b ₀) 40°C, (b ₁) 50°C; (c ₀) 30min, (c ₁) 50min (FACTOR A), (FACTOR B) (FACTOR C) respectivamente, aplicando la prueba de Tukey (p<0.05).....	39
GRAFICO 5: Resultados de análisis entre las interacciones de los niveles: (a ₀) deshidratación, (a ₁) evaporación; (b ₀) 40°C, (b ₁) 50°C; (c ₀) 30min, (c ₁) 50min (FACTOR A), (FACTOR B) (FACTOR C) respectivamente, aplicando la prueba de Tukey (p<0.05).....	40

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: Tabla de valores promedios del proceso de industrialización para la elaboración de un tinte de cabello en base al colorante natural de <i>Beta Vulgaris</i> , (remolacha).	51
ANEXO 2: Fotos del proceso de industrialización para la elaboración de un tinte de cabello en base al colorante natural de <i>Beta Vulgaris</i> , (remolacha).....	52
ANEXO 3: Especificaciones Técnicas y principio de funcionamiento de máquinas y equipos necesarios para el proceso industrial de elaboración de tinte de cabello en base al colorante natural de <i>Beta Vulgaris</i> , (Remolacha).	58

INTRODUCCIÓN

La remolacha o betabel es un alimento antiguo, prehistórico que crecía de forma natural a lo largo de las costas del norte de África, Asia, y Europa. Originalmente, eran las hojas de remolacha las que se consumían; la raíz de remolacha roja y dulce que la mayoría de las personas conoce como "remolacha o betabel" se empezó a cultivar en la época de la antigua Roma [1]. Actualmente la producción de esta hortaliza en nuestro país se ha visto muy afectada por la falta de conocimiento sobre su aplicación de consumo por lo que en esta investigación se evaluará la posibilidad de darle una nueva aplicación a esta hortaliza mediante la creación de un tinte vegetal para el cabello.

La remolacha posee grandes beneficios capilares es rica en vitamina B y C, calcio, fosforo y proteínas también contiene antioxidantes que brindan al cabello un brillo natural, la remolacha también ayuda a apretar los poros en el cuero cabelludo ayudando a prevenir la caída del cabello además es una excelente fuente de potasio que es uno de los minerales más importantes para la prevención de la pérdida de cabello, todos estos beneficios ayudan al crecimiento del cabello sano.

De acuerdo con datos del Sigagro, en Ecuador se cosechan 614 hectáreas (ha) anuales de esta hortaliza, también conocida como betarraga o betabel. De esas, 613 ha se ubicaron en la Sierra, entre las provincias de Chimborazo, Pichincha, Azuay, Tungurahua, Imbabura, y la otra restante se encuentra en Galápagos, donde toda la demanda la cubre el sector alimenticio.

El colorante se puede obtener mediante evaporación y deshidratación de la pulpa de remolacha, una de las ventajas de elaboración de este tinte para el cabello es que además de ser de origen vegetal y novedoso es que contribuye beneficiosamente a la salud del cabello evitando su caída y le proporciona brillo y fuerza. Esta investigación es de gran impacto a nivel nacional y local con un gran beneficio social ya que reactivaría la siembra de esta hortaliza generando nuevas fuentes de empleo y ayudando al crecimiento de la economía nacional.

CAPÍTULO I
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de Investigación

1.1.1 Planteamiento del problema

La elaboración de tinte vegetal para el cabello a partir de la remolacha es un tema que se desconoce en nuestro país, donde toda la producción de esta hortaliza es utilizada en el sector alimenticio. En la actualidad esta hortaliza se encuentra en escasa producción al verse opacada por el mal aprovechamiento del suelo y el desconocimiento social sobre sus múltiples beneficios y aplicaciones. Actualmente la industria cosmetológica está siendo afectada por empresas que están promoviendo que el uso de tintes para cabello es perjudicial para la salud.

Los largos procesos de extracción y purificación de los pigmentos y la inestabilidad de algunos colorantes naturales son unas de las principales desventajas por lo cual la industria cosmética tiende a la utilización de colorantes sintéticos, las empresas temen asumir los altos costos de producción y que los clientes no reconozcan el valor de real de sus productos.

Diagnóstico

Debido a los altos niveles de toxicidad encontrados actualmente en colorantes artificiales o sintéticos la industria cosmética en general, se está viendo obligada a innovar sus productos buscando nuevas fuentes de colorantes naturales que le brinden seguridad al consumidor en el momento de adquirir un nuevo producto. La remolacha posee betalaínas que son muy poco conocidas debido a su escasez natural, mismas que gozan de una amplia gama de colores que va desde un anaranjado amarillento hasta un rojo violeta. En nuestro país la remolacha es un producto de fácil acceso que se puede encontrar fácilmente en el mercado local a cualquier época del año y a precio muy accesible. La universidad puso a disposición sus laboratorios en los cuales se encontró los equipos y materiales necesarios utilizados en esta investigación.

Pronóstico

En vista de que en la actualidad existe un alto consumo de productos de cuidado personal, incluidos los de cabello, y que traen consigo un gran examen de selección por parte del consumidor; este proyecto de investigación que incluye la elaboración de un tinte para cabello de origen vegetal, nos presentará una gran oportunidad de incluir al mercado un producto de innovación que cumpla con todos los requerimientos y que satisfaga todas expectativas del consumidor.

1.1.2 Formulación del problema

¿El desconocimiento sobre el uso de la *Beta Vulgaris*, (remolacha) como alternativa para teñir el cabello es limitante en el aprovechamiento para la extracción de un colorante?

1.1.3 Sistematización del problema

En la obtención del colorante de remolacha es necesario observar que de acuerdo al método de extracción utilizado el rendimiento del colorante y la calidad del color pueden variar, por lo que es necesario un estudio para determinar que método de extracción nos brinda una mayor revelación del color y un máximo rendimiento del colorante, usando tiempos y temperaturas que no dañen las características físicas y químicas de la hortaliza.

Se hace necesario el análisis de cada una de las máquinas y equipos utilizados en el proceso así como la identificación de cada una de las actividades que intervienen en el mismo para determinar cuáles son las más adecuadas para lograr un correcto flujo y mayor eficiencia del proceso.

1.2. Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Estudiar el proceso industrial para la elaboración de un tinte de cabello en base al colorante natural de *Beta Vulgaris*, (remolacha).

1.2.2 Objetivos específicos

- Diseñar la distribución y el flujo del proceso industrial de la elaboración del tinte para cabello.
- Identificar los equipos y maquinarias necesarias para el proceso industrial de obtención de tinte para cabello en base al colorante natural de remolacha.
- Establecer los parámetros adecuados de temperatura, tiempo de mezclado y extracción (deshidratación y evaporación) para lograr la integración de los componentes y mayor rendimiento del colorante.

1.3. Justificación

En la actualidad la tendencia a elaborar productos ecológicos está en aumento por la preocupación social hacia el ambiente, las empresas en vista a esta necesidad de los nuevos estilos de vida de la sociedad y a las exigencias por parte de organismos internacionales de normalización que están impulsando la elaboración de productos amigables con el ambiente se sienten comprometidos con sus clientes y la sociedad en general, por lo que día a día tienen a sus colaboradores buscando las nuevas tendencias y mejoras para la elaboración de sus productos.

Haciendo referencia a estas tendencias vemos importante la oportunidad de crear un nuevo producto que se ajuste a estas necesidades, evaluando la posibilidad de un producto innovador como es la elaboración de un tinte vegetal para el cabello a base de colorante de remolacha que brinde excelentes beneficios capilares y que posea un precio competitivo, aparte es un producto novedoso en nuestro país ya que comúnmente se la ha venido utilizando solo para la elaboración de colorantes alimenticios.

La industrialización de la remolacha para la obtención de un tinte vegetal para el cabello disminuiría el impacto negativo en el cabello causado por tintes elaborados a partir de colorantes artificiales o sintéticos obteniendo un producto innovador, con valor agregado, de fácil uso y de efecto rápido. Este producto está dirigido a consumidores interesados en un estilo de vida saludable y natural ya que es una hortaliza que posee muchos beneficios naturales para la salud capilar. Además de ser un producto respetuoso con el ambiente debido a que la generación de residuos de este causaría un mínimo impacto ambiental al ser un producto de origen biológico.

Al establecer este tipo de proyectos industriales, se presentan como una propuesta real de innovación, pues la difusión y el éxito del consumo de manera masiva requerirá que el sector agropecuario dinamice la producción del cultivo de la remolacha para cubrir las necesidades de esta demanda en la elaboración de tintes para cabello; conduciendo a que se mejore la economía de nuestros pequeños y medianos productores en nuestras regiones andinas aumentando el aprovechamiento de nuestros recursos naturales, mejorando la calidad de vida de los mismos y beneficiando al desarrollo de la economía nacional.

CAPÍTULO II
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1 Marco Conceptual

2.1.1 Importancia de las plantas tintóreas

Desde épocas muy antiguas, el uso de sustancias naturales para la producción de tintes de colores ha traspasado todas las esferas del mundo mesoamericano. Al paso de los siglos, aún sobreviven pinturas rupestres de distintas civilizaciones, como Olmecas, Mayas, aztecas, Teotihuacanos, etc. También se puede observar en innumerables obras artísticas como la diversidad de pinturas murales, vasijas dicromas y policromas, figurillas y fragmentos textiles que claramente evidencian el uso de pinturas y tintes en objetos ceremoniales y en vestimentas de personajes de la élite [1].

2.1.1.1 Los tintes de las plantas en la época prehispánica

Los materiales colorantes fueron muy variados. Los colores más comunes fueron los rojos, azules, amarillos y verdes. Estos tintes se pueden encontrar en todas las partes del vegetal (de- pendiendo de la especie), en las raíces, tallos, flores, semillas, etc. Difícilmente se obtienen los colorantes de manera directa de la naturaleza, es decir que por lo general es necesario mezclarlos o combinarlos con otros, y muchas veces tomando en cuenta varios principios inmediatos de los vegetales [1].

2.1.2 Remolacha

Nombre común o vulgar: Remolacha

Nombre científico o latino: Beta vulgaris

Familia: Chenopodiáceas.

Origen: originaria del sur de Europa.

Existen varias variedades de remolacha, entre las que destacan la remolacha roja y la remolacha blanca o remolacha alargada. Ambas son muy ricas en azúcar que es mucho más asimilable que el de la caña de azúcar. También son muy ricas en almidón [2].

2.1.2.1 Usos de la remolacha

La raíz de remolacha es empleada cruda o cocida, pero mantiene mejor las propiedades cuando está cruda. Si decide cocinarla, hágalo con la piel y retírela después. Se puede utilizar para ensaladas y la industria alimentaria la emplea en la elaboración de jugos [3].

A la remolacha se le extrae un pigmento natural presente en esta raíz que le otorga su color rojo característico y que es utilizado en la industria alimentaria para la obtención de un colorante denominado “rojo de remolacha”, que se utiliza para dar color a productos como helados, sopas y licores [3].

2.1.3 Betalaínas: colorantes naturales con actividad antioxidante

A raíz de la creciente preocupación por posibles efectos tóxicos de los colorantes sintéticos, se postulan como posibles reemplazantes a los pigmentos de origen natural. Las Betalaínas en cambio, son menos conocidas, probablemente por su relativa escasez natural. Sin embargo, constituyen indudablemente una opción interesante dado su gama de colores, desde el anaranjado amarillento al rojo violáceo. Por otra parte hay evidencia creciente de interesantes actividades biológicas, entre ellas su actividad antioxidante [4].

Químicamente las betalaínas son alcaloides derivados de la tirosina que pueden ser de dos tipos: las betacianinas que son de color rojo-violáceo y las betaxantinas anaranjadas amarillentas, ambas con el núcleo fundamental del ácido betalámico. El uso de betalaínas está autorizado por el Codex Alimentarius Commission (2004) y es comercializado en EEUU y la UE con el nombre de “rojo remolacha”. Se consigue como concentrados (producidos por concentración al vacío de jugo de remolacha al 60-65% de sólidos totales) o polvos producidos por liofilización o spray-dry con un 0.3 a 1% de pigmento [4].

Las betalainas presentan degradación en corto tiempo, lo cual obliga a efectuar estudios que permitan aumentar la vida útil de los compuestos aislados [5].

2.1.3.1 PH

Uno de los problemas mayores que tienen los colorantes naturales que se encontraron hasta el momento es su baja estabilidad. Por ejemplo, en el caso de pigmentos hidrosolubles, las antocianinas han demostrado ser muy lábiles en medio ácido, hidrolizándose rápidamente. En el caso de las betalaínas, al ser ionizables en medio ácido, sufren cambios de color tanto a un pH por debajo de 3.5 pero no se hidrolizan por lo cual se pueden utilizar para alimentos ácidos[4].

2.1.3.2 Estabilidad de las betalaínas

El efecto del pH en la degradación de betalaínas está fundamentado teóricamente en que dentro de un rango de pH de 4 a 6, la menor cantidad de oxígeno fue observado; fuera de este rango de pH, el número de moles de oxígeno excede el número de moles de betanina en solución[6].

2.1.3.3 Temperatura y tiempo de calentamiento.

La temperatura es un factor crítico en la estabilidad de la betalaína. Si se calienta la betanina a altas temperaturas (mayores de 60 °C) y por tiempos prolongados (mayores a una hora), se acelera la hidrólisis de este compuesto, se produce una reducción gradual del color rojo característico de este pigmento y surge la aparición de un color ligeramente marrón [7].

2.1.3.4 Plantas que contienen betalaínas.

La mayor fuente comercial es la remolacha, de donde se saca un pigmento rojo violáceo que contiene mayoritariamente dos pigmentos hidrosolubles: la betanina (roja), vulgaxantina (amarilla). También tienen otras betalaínas, la isobetanina, betanidina e isobetanidina además de otra betaxantina: vulgaxantina II. El rendimiento de pigmentos es 0.04–0.21% en el caso de betacianinas y 0.02–0.14% para betaxantinas aunque hay nuevas especies con contenidos mayores [4].

2.1.3.5 Betanina o rojo de remolacha (E162)

Color rojo oscuro. Se obtiene por prensado y extracción de la remolacha. Está presente en productos de pastelería, chicle, yogur, salsas, postre. Se considera inocuo y lo que es más, en algunos estudios se ha constatado acción anticancerígena [8].

2.1.4 Química de los colorantes.

Un colorante es una sustancia utilizada como aditivo en un alimento para recuperar su color, perdido tras un procesado industrial, para acentuar el color original o para dotarle de un color más atractivo [8].

Los colorantes pueden ser naturales, si son extraídos de una sustancia vegetal, animal o mineral, o sintéticos, si son productos modificados química o físicamente [8].

Entre los colorantes naturales se distinguen los hidrosolubles, solubles en agua, los liposolubles o solubles en la grasa, y los minerales [8].

2.1.5 El pelo

El pelo es un anexo cutáneo que forma parte de la imagen, identidad y origen étnico de cada persona. La papila folicular, el bulbo y el tallo son las principales estructuras de éste, las cuales a su vez poseen varias capas [9].

El cabello humano contiene 85% proteína, 7% agua, 3% lípidos, 4,7% proteínas sulfuradas y trazas de minerales (i.e. hierro, cinc y cobre) [10].

Composición: Queratina (90%) y nutrientes

Estructura: Cutícula, córtex, médula

Función: Protección y estética

Cualidades: Elasticidad, Resistencia (rotura, calor, cambios de ph) Propiedades eléctricas (conductor), Porosidad (absorción de agua) [11].

2.1.6 Diagrama de flujo de procesos.

Un diagrama de flujo es una representación gráfica que desglosa un proceso en cualquier tipo de actividad a desarrollarse tanto en empresas industriales o de servicios y en sus departamentos, secciones u áreas de su estructura organizativa [12].

Por medio de símbolos se presentan: las operaciones, desplazamientos, inspecciones y almacenajes de un material o de un producto, mientras circula en el interior de la fábrica, utilizando símbolos expresados con figuras geométricas simples, destacándose 5 elementos básicos del procesos industrial. Los elementos son los siguientes[13]:

Tabla 1: Simbología de los diagramas de flujo de procesos.

Símbolo	Actividad	Descripción
	Operación	Labor ejecutada en el material, Por ej.: Perforación, pulido, forcé, etc.
	Transporte	Traslado, en carretillas, montacargas, elevadores, etc.
	Almacenamiento Temporal	Ubicación del material para ser transportado, inspeccionado y procesado. Menos de 24 horas.
	Almacenamiento Permanente	Deposito del material o producto por más de 24 horas. Solo puede retirarse con autorización.
	Inspección	Control de trabajo (cualitativo y cuantitativo).

Fuente: <http://organizacion-industrial2.blogspot.com>

Elaborado por: Luna, M. (2017)

2.1.7 Extracción líquido – líquido continua

La extracción líquido-líquido simple, que es el procedimiento de extracción más utilizado en el laboratorio químico, se suele utilizar siempre que el reparto del compuesto a extraer en el disolvente de extracción es suficientemente favorable. Cuando eso no es así, y la solubilidad del compuesto a extraer en los disolventes de extracción habituales no es muy elevada se suele utilizar otro procedimiento que implica una extracción continua de la fase inicial (normalmente una fase acuosa) con porciones nuevas del disolvente orgánico de

extracción. Para evitar utilizar grandes volúmenes de disolvente de extracción, el proceso se hace en un sistema cerrado en el que el disolvente de extracción se calienta en un matraz y los vapores del disolvente se hacen condensar en un refrigerante colocado sobre un tubo o cámara de extracción que contiene la disolución acuosa a extraer. El disolvente condensado caliente se hace pasar a través de la disolución acuosa, para llegar finalmente, con parte del producto extraído, al matraz inicial, donde el disolvente orgánico se vuelve a vaporizar, repitiendo un nuevo ciclo de extracción, mientras que el producto extraído, no volátil, se va concentrando en el matraz[14].

2.1.7.1 Deshidratación

La deshidratación permite preservar alimentos altamente perecederos, especialmente frutas y hortalizas, cuyo contenido de agua es típicamente superior al 90%. El objetivo principal de esta tecnología es reducir el contenido de humedad de los alimentos, lo cual disminuye su actividad enzimática y la capacidad de los microorganismos para desarrollarse sobre el alimento[14].

2.1.7.2 Deshidratación con aire caliente forzado

El deshidratado con aire caliente forzado es el método más común para secar productos alimenticios. En este método, el aire caliente remueve el agua en estado libre de la superficie de los productos. El incremento en la velocidad del aire y la turbulencia generada alrededor del alimento provoca una reducción de la tensión en la capa de difusión, causando una deshidratación eficiente[14].

En general, en este método de deshidratación es común el uso de altas temperaturas, lo cual representa su principal desventaja, puesto que causa cambios drásticos en el sabor, color, contenido de nutrientes, componentes aromáticos, densidad, capacidad de absorción de agua y concentración de solutos. Tiempos y temperaturas elevadas de deshidratación también causan la formación de aromas indeseables[14].

2.1.8 Productos cosméticos

“Toda sustancia o mezcla destinada a ser puesta en contacto con las partes superficiales del cuerpo humano (epidermis, sistema piloso y capilar, uñas, labios y órganos genitales externos) o con los dientes y las mucosas bucales, con el fin exclusivo o principal de limpiarlos, perfumarlos, modificar su aspecto, protegerlos, mantenerlos en buen estado o corregir los olores corporales” [15].

2.1.8.1 Cosmético definición

Un cosmético es, según la reglamentación, «toda sustancia o preparado destinado a ser puesto en contacto con las diversas partes superficiales del cuerpo humano (epidermis, sistemas capilar y piloso, labios, uñas, órganos genitales externos; o con los dientes y mucosa de la cavidad bucal), con el fin exclusivo o principal de limpiarlas, perfumarlas, modificar su aspecto y/o corregir los olores corporales y/o protegerlas o mantenerlas en buen estado» [16].

2.1.8.2 Cosméticos capilares

Dada la importancia de las funciones protectoras y estéticas del cabello, se hace necesario emplear productos que contribuyan a su buen mantenimiento y apariencia, por ello en el mercado se encuentran diferentes artículos que contribuyen con ello y a los cuales se les denominan cosméticos capilares [17].

Las funciones principales de los cosméticos capilares son prevenir, corregir, decorar, proteger y conservar el cabello y el cuero cabelludo. Para tal fin se han elaborado una variedad de productos que ofrecen muchos beneficios, [17].

2.1.8.3 Los tintes vegetales

Los tintes vegetales son los que se obtienen de pigmentos extraídos de las plantas. Mecanismo de actuación: Actúan depositando el pigmento vegetal en la superficie del cabello, son de aplicación directa. El color se fija gracias a la presencia de taninos (sustancias mordientes). Si la planta no contiene taninos la asociaremos a otras que sí los contengan y ayuden a la fijación del color [18].

2.1.8.4 Tintes permanentes

Obtenidos mezclando la crema colorante con la emulsión oxidante; El objetivo es modificar radicalmente el color natural del pelo o su nivel, logrando una cobertura total del pelo gris [19].

2.1.9 Novedad enfocada en la salud

La industria de cosméticos y productos de cuidado personal se agrega la creciente preocupación de los consumidores sobre los riesgos para la salud de ciertos químicos utilizados en los productos de cuidado personal, y es sobre este eje que se plantean las tendencias que impulsan el consumo de cosmético y artículos de cuidado personal [15].

No solo basta con ofrecer productos saludables, sino que además se requiere que el componente de la novedad esté presente ya sea en formulaciones, empaques o procesos productivos donde destaca las certificaciones sobre orgánicos y sobre sostenibilidad ambiental y social [15].

2.1.9.1 Peligros de tintes capilares que se encuentran en el mercado

Publicaciones recientes vinculadas con los daños de estos tintes incluyen: Un estudio realizado por la US Food and Drug Association (FDA) encontró que el acetato de plomo (el ingrediente activo de productos oscurecedores graduales empleado en la fórmula Grecian) es potencialmente tóxico. Artículos que vinculan el desarrollo de algunos tipos de cáncer

(leucemia, linfoma no- Hodgkin, cáncer de vesícula, cáncer de sangre) con el uso de tintes de cabello. Recientemente, un conocido carcinógeno humano, 4-ABP, fue encontrado en algunos tintes de cabello [10].

2.1.9.2 Sector cosmético Ecuador proveedores

“Un producto cosmético tiene que ser de extrema calidad, porque si un producto cosmético salió de mala calidad pierde la empresa, porque el consumidor es el que califica, el consumidor es el que le saca del mercado” [20].

“Para el sector cosméticos el 90% de los insumos es importado, hay aquí apenas unos aceites esenciales como materia prima y el resto es todo importado” [20].

2.1.9.3 Sector cosmético Ecuador empleo

A nivel del sector se dan alrededor de 6.000 plazas de empleo directo y a nivel de empresas de venta directa unas 400.000 personas generan fuentes de ingreso económico. Adicionalmente el sector cosmético tiene una amplia cadena de valor, por ejemplo una peluquería tiene un promedio de tres personas trabajando, llenas de clientes y si se considera que en el Ecuador hay 14.000 peluquerías y las peluquerías son las que más cosméticas requieren, tintes, champús, acondicionadores, se puede decir que son más de 52.000 personas [20].

La venta directa genera más de 400.000 personas, las personas que venden, los comerciantes, los distribuidores de esos productos cosméticos, las impulsadoras que están en las perchas de los supermercados [20].

2.1.9.4 Crecimiento de la industria cosmética en Ecuador

La Asociación Ecuatoriana de Venta Directa, AEVD, y Procosméticos, a través de sus agremiadas nacionales y multinacionales, evidencian nuevos resultados del convenio suscrito con el Ministerio de Industrias y Productividad, para incrementar la manufactura local y sustituir importaciones [21].

Según la Asociación Ecuatoriana de Empresas de Productos Cosméticos, de Higiene y Absorbentes (Procosméticos), las ventas del sector crecieron un 9% el año pasado, en relación al 2011[22].

Perfumes, geles para el cabello, protectores solares, tratamientos antiedad, esmaltes de uñas, productos capilares y para la belleza son los segmentos que impulsan el crecimiento de la industria de cosméticos en Ecuador, que el año pasado facturó \$ 1.000 millones [22].

Aquí hay 35 empresas de cosméticos, 20 nacionales y 15 extranjeras, de acuerdo a los registros de Procosméticos [22].

La comercialización de productos cosméticos en Ecuador alcanza aproximadamente los \$ 1.500 millones anuales y de esta cifra solo la venta directa (por catálogo) mueve \$ 800 millones, según la Asociación Ecuatoriana de Empresas de Productos Cosméticos, de Higiene y Absorbentes (Procosméticos) [23].

El presidente de la Cámara de Cosméticos de Ecuador, Christian Donoso, manifestó que el 95% de los productos cosméticos que se comercializan es importado, mientras que el 5% restante es fabricado en el país. “La industria cosmética en Ecuador está empezando a desarrollarse. Hay pocos productores locales, pero el hecho de que estén presentes compañías multinacionales le da mucho dinamismo al mercado nacional”, destacó Donoso [23].

2.1.9.5 Exportaciones e importaciones de la industria cosmética en Ecuador

En el período comprendido entre 2009-2015 la industria cosmética ecuatoriana exportó un valor de \$ 13'535,35 en promedio anual, con un crecimiento de 10,63%. Para 2015, las exportaciones se incrementaron en \$ 4 millones, tomando como referencia a 2014, lo cual representa un aumento del 42,9%. Este año se espera incrementar a \$ 17 millones. Ecuador exporta a 64 países, principalmente a Perú (42,57%) y Colombia (37,01%) [24].

Con respecto a la importación, el sector cosmético atrajo \$ 255.256 millones de promedio anual entre 2009-2015. Con respecto a 2014-2015 las importaciones se redujeron en \$ 37 millones, monto equivalente a una reducción del 13% [24].

Las ventas locales para el período 2009–2015 tuvieron un crecimiento promedio anual del 7,65% con un promedio total en ventas de \$ 430.261,90 millones [24].

Según el Mipro, este crecimiento se originó por las medidas adoptadas por el actual Gobierno para la reducción del cupo de importaciones para partidas arancelarias, relacionadas con productos como perfumes, agua de tocador, cremas, champú, gel, acondicionador, desodorantes, maquillaje para labios y ojos. Se prevé que las ventas sigan incrementándose en 18%, con proyecciones de ventas de \$ 538 millones en 2016 y \$ 594 millones para 2017 [24].

2.1.9.6 Producción y variedad del sector cosmético en Ecuador

El sector cosmético presenta más de 60 empresas con productos de gran calidad los cuales se exportan principalmente a Colombia, Perú, Estados Unidos y Cuba siendo los principales productos de exportación Perfumes y aguas de tocador, aceites esenciales, preparaciones de belleza maquillaje, preparaciones para afeitarse, preparaciones para el maquillaje de los labios, toallas húmedas, tintes, esmaltes, champú, crema dental, productos capilares, desodorantes, gel, jabón, cepillos dentales, absorbentes higiénicos, etc. [25].

Con una producción superior a USD 50 Millones el sector cosméticos siendo los principales productos Las lociones, perfumes, bronceadores, protectores solares, cremas de manos, tratamientos anti-edad, geles para el cabello, esmaltes de uñas, champú, rinse, crema para peinar. Estos ítems son los que impulsan principalmente el crecimiento de la industria de cosméticos en Ecuador [25].

2.2 Marco Referencial

Estudios previos realizados en otras universidades en relación a la elaboración de tintes de cabello en base a colorantes naturales:

En el trabajo de tesis presentado por Lucía Melisa Orellana Barahona, en el año 2015, en la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia en la Universidad de San Carlos de Guatemala, con el objetivo de extracción y caracterización de los pigmentos naturales presentes en *Beta Vulgaris* (remolacha) para la propuesta de una formulación cosmética y evaluación de su estabilidad fisicoquímica y microbiológica [26], trabajo en el que obtuvo un rendimiento del 7% en la extracción del colorante.

En el año 2006 Noé Sánchez González realizó la extracción y caracterización de los principales pigmentos del *Opuntia joconoste* c.v. (xoconostle), en el Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada del Instituto Politécnico Nacional de México [7], trabajo en el que se analizó la temperatura y el tiempo de calentamiento para medir la estabilidad de los pigmentos.

Tesis de grado elaborada por María Elena Arroyave Alzate y Paula Andrea Gómez Díaz, en el año 2006 en la escuela de Ingeniería, departamento Ingeniería en Procesos de la Universidad EAFIT en la Ciudad de Medellín [27], que consistió en la elaboración de un producto con base en colorantes naturales para teñir el cabello, después de haber realizado sus análisis de pH se ha evidenciado que este si influye en la revelación del color y estabilidad del producto.

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Metodología

3.1.1 Localización

Este proyecto de investigación se realizó en la zona norte ciudad de Quevedo, provincia de Los Ríos, Región Costa de la República del Ecuador, en las instalaciones y laboratorios de la Universidad técnica Estatal de Quevedo.

Ubicación geográfica:

Latitud: -1.0166667

Longitud: -79.4833333

Altitud: (Media) 74 msnm

3.2 Tipo de Investigación

Los tipos de investigación utilizados en el presente trabajo investigativo fueron los siguientes:

3.2.1 Descriptiva

Se aplicó para describir la problemática concerniente al proceso industrial para la elaboración del tinte de cabello en base al colorante natural de Beta vulgaris (remolacha).

3.2.2 Bibliográfica

Fue necesaria para la realización de teorías, que se obtuvieron de libros, revistas, páginas de internet con información de la problemática a solucionar.

3.2.3 Experimental

Se utilizó para realizar el experimento necesario para el análisis de resultados y poder constatar las variables estudiadas para la solución del problema de la investigación.

3.3 Métodos de Investigación

3.3.1 Método Deductivo

Este método permitió el análisis general de la información para identificar las limitaciones y determinar las variables de influencia en este estudio.

3.3.2 Método analítico

Permitió analizar e interpretar todos los resultados obtenidos en la investigación y que sirvieron como pautas para poder realizar las conclusiones y recomendaciones pertinentes.

3.4 Fuentes de recopilación de la información

Para realizar esta investigación se utilizó como fuente primaria la información obtenida a través de trabajos relevantes ya realizados referentes al tema y para la obtención de conceptos e información técnica se utilizaron libros, páginas web, revistas, entre otras como fuentes secundarias.

3.5 Diseño de investigación.

En esta investigación se utilizó un Diseño Completamente al Azar (D.C.A.) $A*B*C$ con tres factores con niveles $A=2$; $B=2$; $C=2$, la combinación del estudio da como resultado un total de ocho tratamientos, con dos repeticiones obteniendo un total de 16 unidades experimentales mismas

3.5.1 Factores de estudio

Los factores de estudio que intervendrán en esta investigación se los describe a continuación:

Tabla 2: Factores de estudio

FACTOR	SIMBOLOGIA	DESCRIPCION
A: METODO DE EXTRACCION	a ₀	deshidratación
	a ₁	evaporación
B: TEMPERATURA DE LA MEZCLA	b ₀	40°C
	b ₁	50°C
C: TIEMPO DE MEZCLADO	c ₀	30min
	c ₁	50min

Elaborado por: Luna, M. (2017)

3.5.2 Variables de estudio

- Tiempo de permanencia del tinte en el cabello.
- Ph

3.5.3 Hipótesis

3.5.3.1 Hipótesis nulas

H₀: Los métodos de extracción del colorante no influyen en el tiempo de permanencia del tinte en el cabello.

H₀: La temperatura de la mezcla de los ingredientes no influye en el tiempo de permanencia del tinte en el cabello.

H₀: El tiempo de mezclado de los ingredientes no influye en el tiempo de permanencia del tinte en el cabello.

3.5.3.2 Hipótesis alternativas

Ha: Los métodos de extracción del colorante si influyen en el tiempo de permanencia del tinte en el cabello.

Ha: La temperatura de la mezcla de los ingredientes si influye en el tiempo de permanencia del tinte en el cabello.

Ha: El tiempo de mezclado de los ingredientes si influye en el tiempo de permanencia del tinte en el cabello.

3.6 Tratamiento de Datos

Los tratamientos incluyen el método de extracción del colorante (FACTOR A), la temperatura de mezclado de los ingredientes (FACTOR B) y el tiempo de mezclado de los ingredientes (FACTOR C), cada uno de estos factores tendrán dos niveles en forma independiente y se realizaran dos repeticiones. Para esto se aplicó un diseño experimental de bloques con arreglo factorial $A \times B \times C$ en los tres factores de estudio se aplicó ANOVA (Análisis de varianza) con un nivel de significancia del 0,05%. Para determinar la diferencia entre las medias de los tratamientos se realizó la prueba de significancia de Tukey, este análisis estadístico se realizó mediante el paquete estadístico InfoStat versión libre y Statgraphics versión 16.1.03.

Tabla 3: Combinación de los tratamientos propuestos para la elaboración de tinte para cabello en base al colorante natural de Remolacha (*Beta Vulgaris*)

Interacciones	Tratamientos
$a_0 = \text{deshidratación}, b_0 = 40^\circ\text{C}, c_0 = 30\text{min.}$	1
$a_0 = \text{deshidratación}, b_0 = 40^\circ\text{C}, c_1 = 50\text{min.}$	A
$a_0 = \text{deshidratación}, b_1 = 50^\circ\text{C}, c_0 = 30\text{min.}$	B
$a_0 = \text{deshidratación}, b_1 = 50^\circ\text{C}, c_1 = 50\text{min.}$	AB
$a_1 = \text{evaporación}, b_0 = 40^\circ\text{C}, c_0 = 30\text{min.}$	C
$a_1 = \text{evaporación}, b_0 = 40^\circ\text{C}, c_1 = 50\text{min.}$	AC
$a_1 = \text{evaporación}, b_1 = 50^\circ\text{C}, c_0 = 30\text{min.}$	BC
$a_1 = \text{evaporación}, b_1 = 50^\circ\text{C}, c_1 = 50\text{min.}$	ABC

Elaborado por: Luna, M. (2017)

3.7 Materiales

En la presente investigación se utilizaron materiales y equipos disponibles en los laboratorios de Bromatología, Agroindustrias y Operaciones Unitarias de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

Tabla 4: Materiales utilizados en la Investigación

<ul style="list-style-type: none">• Equipos de laboratorio Balanza electrónica Agitador – Calentador Estufa Potenciómetro Refractómetro Planchas Desecador	<ul style="list-style-type: none">• Reactivos Agua destilada Peróxido de Hidrogeno al 30% Carboximetilcelulosa (CMC) al 0,03% Ascorbato de sodio al 0,02%
<ul style="list-style-type: none">• Materiales de laboratorio Desecador Recipientes Vasos de precipitación Cuchillos Papel aluminio Molino Manual	<ul style="list-style-type: none">• Materiales necesarios para el desarrollo de la parte teórica del proyecto. Computadora Materiales de escritorio y oficina Cámara fotográfica Pen drive
<ul style="list-style-type: none">• Indumentaria Mandil Cofia Guantes	<ul style="list-style-type: none">• Materiales principales del experimento. 7220g Remolacha Mechones de cabello.

Elaborado por: Luna, M. (2017)

3.8 Manejo del Experimento

La remolacha es una especie que se desarrolla en climas frescos o fríos a una temperatura de entre 5°C y 6°C y su raíz engrosa y obtiene buen color a temperaturas entre 16°C y 21°C, la utilizada en esta investigación proviene de la ciudad de Ambato, una entidad territorial subnacional ecuatoriana, de la Provincia de Tungurahua con un clima de -5 a 30°C y una altitud media de 3500 msnm, misma que posee una temperatura ideal la siembra y desarrollo de la hortaliza.

En este proyecto de investigación se obtuvo el colorante vegetal de remolacha sobre madura mediante los métodos de deshidratación y evaporación para obtener colorante en polvo y colorante líquido, se emplearon ocho muestras por tratamiento considerando 2 repeticiones lo que daría un total de 16 unidades. Para el proceso se utilizaron 3000g de pulpa de remolacha para el proceso de deshidratación y 3000g para el proceso de evaporación obteniendo 330gr de colorante en polvo de remolacha y 240g de colorante líquido, luego se mezcló experimentalmente el colorante obtenido mediante los dos métodos de extracción con demás ingredientes (agua purificada, ascorbato de sodio, CMC y acondicionador) a temperaturas y tiempos experimentales de (40°C; 50°C) y (30min; 50min) respectivamente, se tomaron datos de pH de cada una de las muestras y el producto resultante de cada una de las mismas se mezclaron con oxigenata en partes iguales para su inmediata aplicación en el cabello.

3.8.1 Descripción textual de las actividades que intervienen dentro del proceso de elaboración de tinte para cabello en base al colorante natural de (Beta Vulgaris) Remolacha.

- **Lavado:** En esta actividad se lavó la remolacha para quitar la presencia de tierra y tener una adecuada asepsia en el proceso.
- **Obtención de la pulpa:** En esta fase se removió la cáscara de la remolacha con ayuda de un cuchillo y se la hizo rodajas, luego se la colocó en un recipiente para el proceso siguiente. Ver (ANEXO 2; FIG.1).

- **Extracción del colorante**

Evaporación: Se pesó la pulpa de remolacha a utilizar y se la pasó por un extractor de jugo, luego se desechó el bagazo de la pulpa y el líquido obtenido se colocó en vasos de precipitación en partes iguales para ser ubicado en planchas de calentamiento a una temperatura constante de 60°C durante 5 horas ver (ANEXO 2; FIG.3).

Deshidratación: Se pesó la pulpa de remolacha necesaria y se la llevó en bandejas al deshidratador donde permaneció por dos días a una temperatura constante de 60°C hasta lograr extraer el máximo de humedad. Una vez obtenida la pulpa deshidratada se la molió mediante un molino manual y se la pasa por un tamiz donde se obtuvo un polvo fino colorante soluble en agua (ANEXO 2; FIG.4 Y 5).

- **Pesaje de compuestos:** Se procedió a pesar cada uno de los compuestos en la balanza analítica según la formulación.
- **Preparación de la solución base:** Se preparó la solución base adicionando agua destilada, acondicionador al 2% y conservante al 0,3%. Se ajustó la viscosidad de la solución adicionando CMC al 0,2% controlando la temperatura a 25°C.
- **Mezclado y agitación de los componentes:** Se le agregó el colorante a la solución base y se mezcló a temperaturas y tiempos experimentales hasta obtener una crema homogénea.
- **Toma de datos de Ph:** Con ayuda de un potenciómetro se toma los datos de Ph a cada una de las muestras.
- **Envasado:** Se colocaron las muestras obtenidas en recipientes adecuados y se colocó la etiqueta respectiva.

3.8.2 Descripción textual del proceso de aplicación del tinte en el cabello.

- **Decoloración de los mechones de cabello:** Se separaron los 16 mechones de cabello a utilizar para las 16 unidades experimentales y se les aplicó una mezcla de oxigenta volumen 40 más polvo decolorante en una relación 2:1 y se les dejó reposar por un tiempo de 30min.
- **Secado de los mechones:** Se dejó secar los mechones a temperatura ambiente para eliminar el exceso de agua y que no se afecte el proceso de tinturado.
- **Tinturado de los mechones:** Se colocó en un recipiente 20 ml de tinte y se lo mezcló con oxigenta en partes iguales para su inmediata aplicación en el cabello. Luego se lavaron y se dejaron secar a temperatura ambiente.

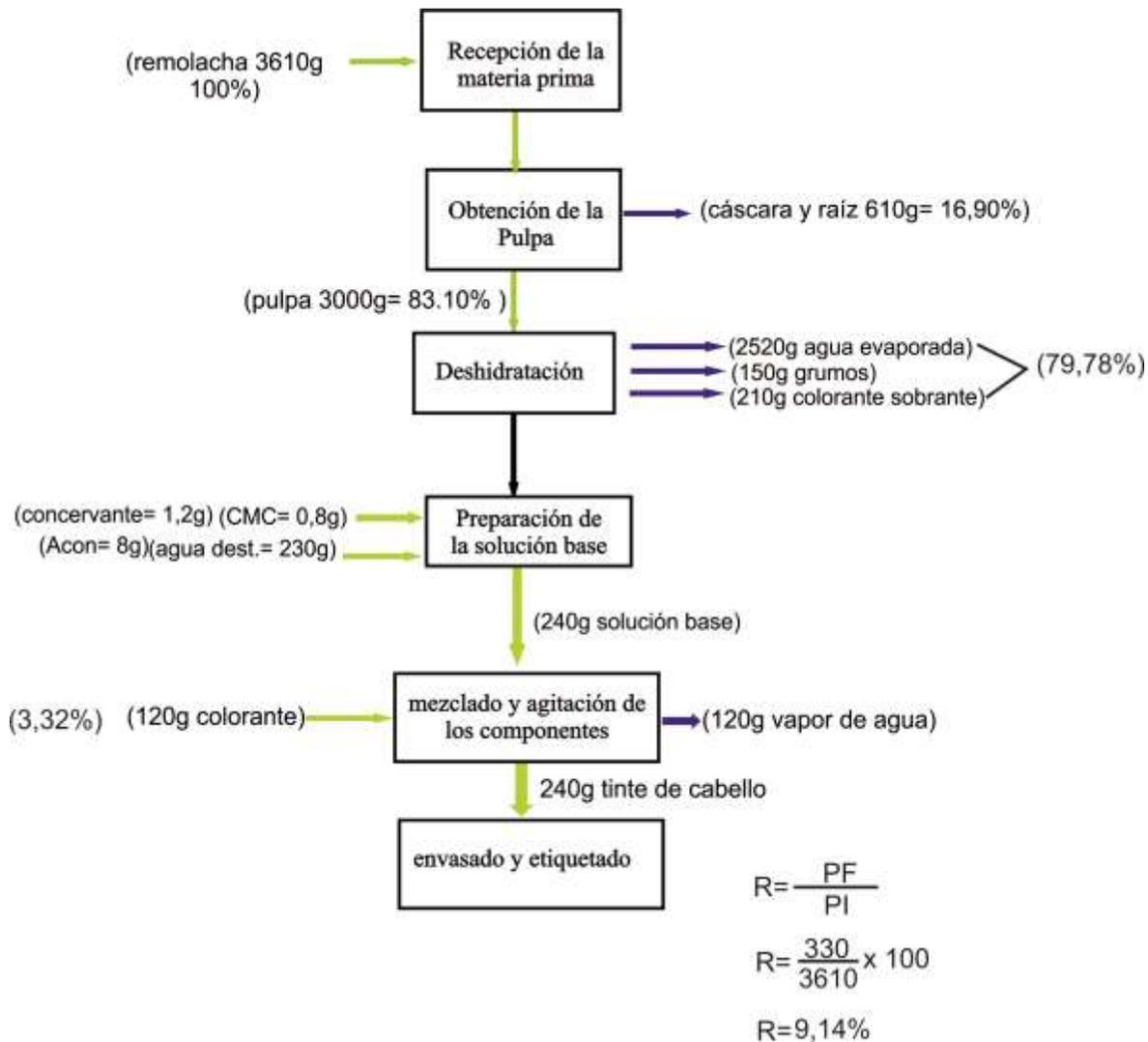
3.8.3 Formulación final del proceso para la elaboración de tinte para cabello en base al colorante natural de (Beta Vulgaris) Remolacha.

Tabla 5: Formulación final del tinte

COMPONENTES	Porcentaje (%)
AGUA DESTILADA	57,5
COLORANTE	40
CONSERVANTE	0,3
CMC	0,2
ACONDICIONADOR	2
TOTAL	100%

Elaborado por: Luna, M. (2017)

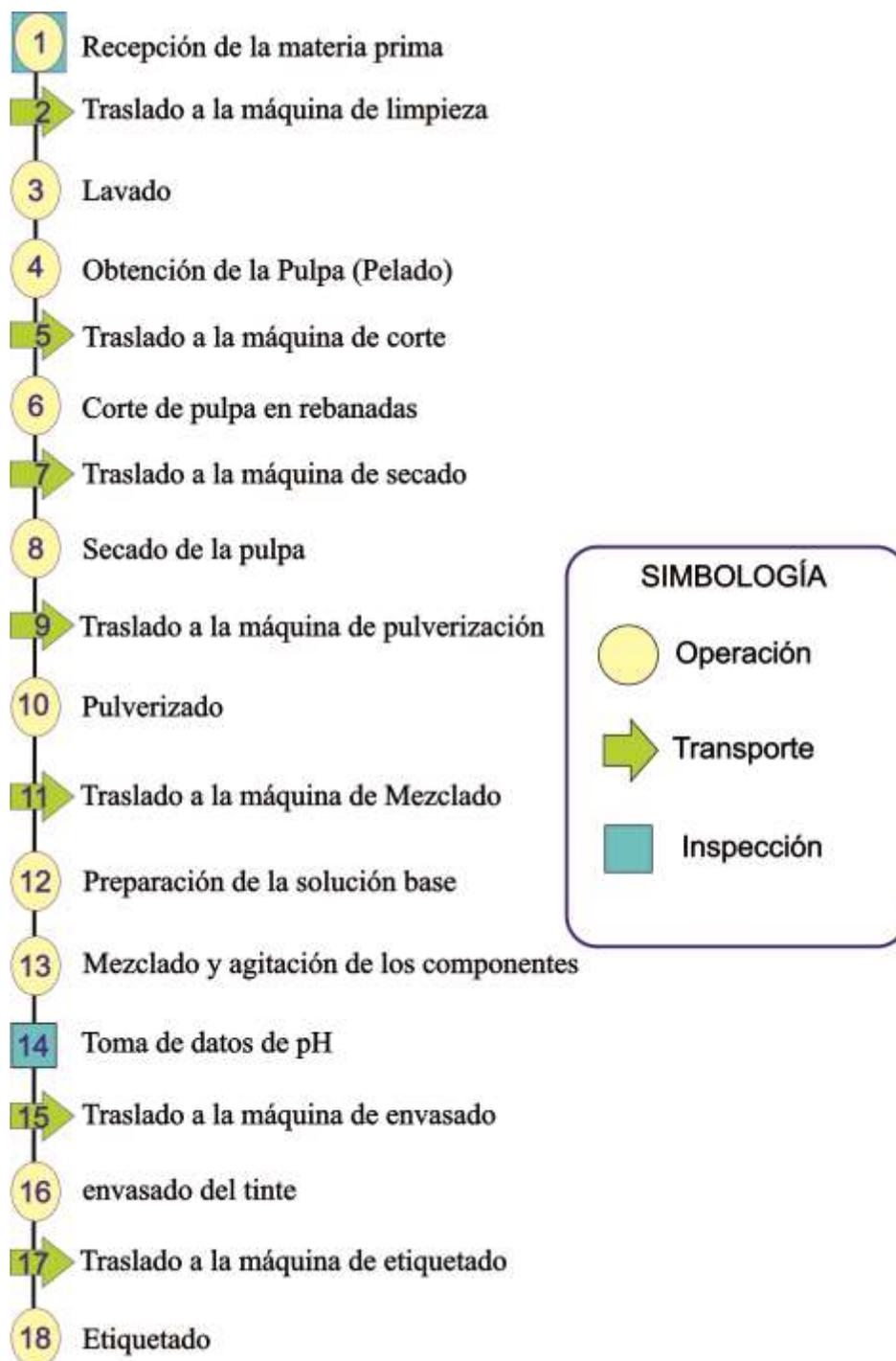
3.8.4 Cálculo del rendimiento del colorante por el método de deshidratación para la elaboración de tinte para cabello.



Elaborado por: Luna, M. (2017)

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Diagrama de Flujo de Procesos para la Obtención de Tinte para Cabello en Base al Colorante Natural de *Beta vulgaris* (Remolacha)



Elaborado por: Luna, M. (2017)

4.2. Identificación de las Máquinas y Equipos Necesarios para el Proceso Industrial de Elaboración de Tinte para Cabello en Base al Colorante Natural de *Beta vulgaris*, Remolacha.

Tabla 6: Maquinarias necesarias para el proceso

Nombre	Máquina	Función
<p>Máquina de limpieza lavado y pelado de alimentos. (Diseñada para la limpieza, lavado y pelado de tubérculos y frutas, tales como patatas, zanahoria, camote, betabel, rábano, etc.) (Anexo 3.1)</p>		<p>Una vez llegada la materia prima (remolacha) se la traslada a la máquina de limpieza para ser sometida a un proceso de lavado y pelado.</p>
<p>Cortadora Rebanadora (Diseñada para cortar alimentos. Permiten diversos cortes, tales como: Liso, Ondulado, Tiras redondas, Juliana, Tejas, Diamante) (Anexo 3.2)</p>		<p>La pulpa obtenida en el proceso anterior es trasladada a la maquina rebanadora para obtener rodajas finas tipo hojuelas.</p>
<p>Deshidratador (Sistema de bandejas requiere aire caliente que es impulsado a través del secador por medio de ventiladores) (Anexo 3.2)</p>		<p>Ya obtenidas las rodajas se las lleva al deshidratador para extraer la humedad presente en la remolacha.</p>
<p>Molino pulverizador (Muele material seco, húmedo y pastoso. Es el sistema más eficiente para la reducción de partículas y tiene diversas aplicaciones que auxilian a las diferentes industrias que requieren moler en sus procesos productivos) (Anexo 3.4)</p>		<p>Después de extraer toda la humedad presente en la remolacha se la lleva al molino pulverizador para obtener un polvo fino de remolacha soluble en agua.</p>

Reactor

(Para shampoos, pomadas, cremas, acondicionadores.

Para la industria

Farmacéutica, química, cosmética, etc. Cumple con las norma más exigentes de la industria farmacéutica a nivel mundial)

(Anexo 3.5)



Una vez obtenido el colorante se prepara la solución base en el reactor para luego añadirle los demás componentes mismos q se los deja hervir a temperatura contante durante un tiempo definido. El producto resultante será una crema homogénea

pHmetro

(Medidor portátil de pH Muestra de forma simultánea las lecturas de pH, con compensación automática de temperatura)

(Anexo 3.6)



Se toma una muestra de la crema para verificar que el pH este dentro del rango establecido.

Llenadora de tubos y/o tarros

(Para el llenado de envases de cosméticos. Orientadas a aplicaciones de alta gama. Para pomadas, pegamentos, shampoos, pinturas, geles, máscaras, cremas)

(Anexo 3.7)



Una vez verificado que el pH se encuentre dentro del rango establecido se procede a llenar los tubos con el tinte elaborado.

Etiquetadora automática

(Etiquetadora Industrial de alta gama de producción.

Para todas las industrias, como alimenticia, cosmética, química)

(Anexo 3.8)



Los tubos llenos pasan por la etiquetadora para ser colocada la etiqueta respectiva con todos los datos informativos según las normas de seguridad establecidas.

Elaborado por: Luna, M. (2017)

4.3 Análisis de varianza para el tiempo de permanencia del tinte en el cabello

Tabla 7: Días de permanencia del tinte en el cabello

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P	Significancia
EFECTOS PRINCIPALES						
A:FACTOR A	27,5625	1	27,5625	441,00	0,0000	*
B:FACTOR B	0,0625	1	0,0625	1,00	0,3506	
C:FACTOR C	5,0625	1	5,0625	81,00	0,0000	*
D:REPETICIONES	0,0625	1	0,0625	1,00	0,3506	
INTERACCIONES						
AB	1,5625	1	1,5625	25,00	0,0016	*
AC	1,5625	1	1,5625	25,00	0,0016	*
BC	0,0625	1	0,0625	1,00	0,3506	
ABC	1,5625	1	1,5625	25,00	0,0016	*
RESIDUOS	0,4375	7	0,0625			
TOTAL	37,9375	15				
(CORREGIDO)						

Elaborado por: Luna, M. (2017)

La tabla 6, Indica; que en los niveles del factor A (método de extracción), factor C (tiempo de mezclado), y las interacciones AB, AC, y ABC, existió diferencia significativa, mientras que en el factor B (temperatura de la mezcla) y en la interacción BC no reportaron diferencia significativa. En relación a las réplicas al no encontrarse diferencia significativa asumimos que existe normalidad en la toma de datos.

4.3.1 Análisis de Varianza para el PH

Tabla 8: Análisis de Varianza para el PH

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P	Significancia
EFECTOS PRINCIPALES						
A:FACTOR A	0,25	1	0,25	17,50	0,0041	*
B:FACTOR B	1,3225	1	1,3225	92,57	0,0000	*
C:FACTOR C	0,1225	1	0,1225	8,57	0,0221	*
D:REPETICIONES	0,01	1	0,01	0,70	0,4304	
INTERACCIONES						
AB	0,01	1	0,01	0,70	0,4304	
AC	0,01	1	0,01	0,70	0,4304	
BC	0,2025	1	0,2025	14,17	0,0070	*
ABC	0,09	1	0,09	6,30	0,0404	*
RESIDUOS	0,1	7	0,0142857			
TOTAL	2,1175	15				
(CORREGIDO)						

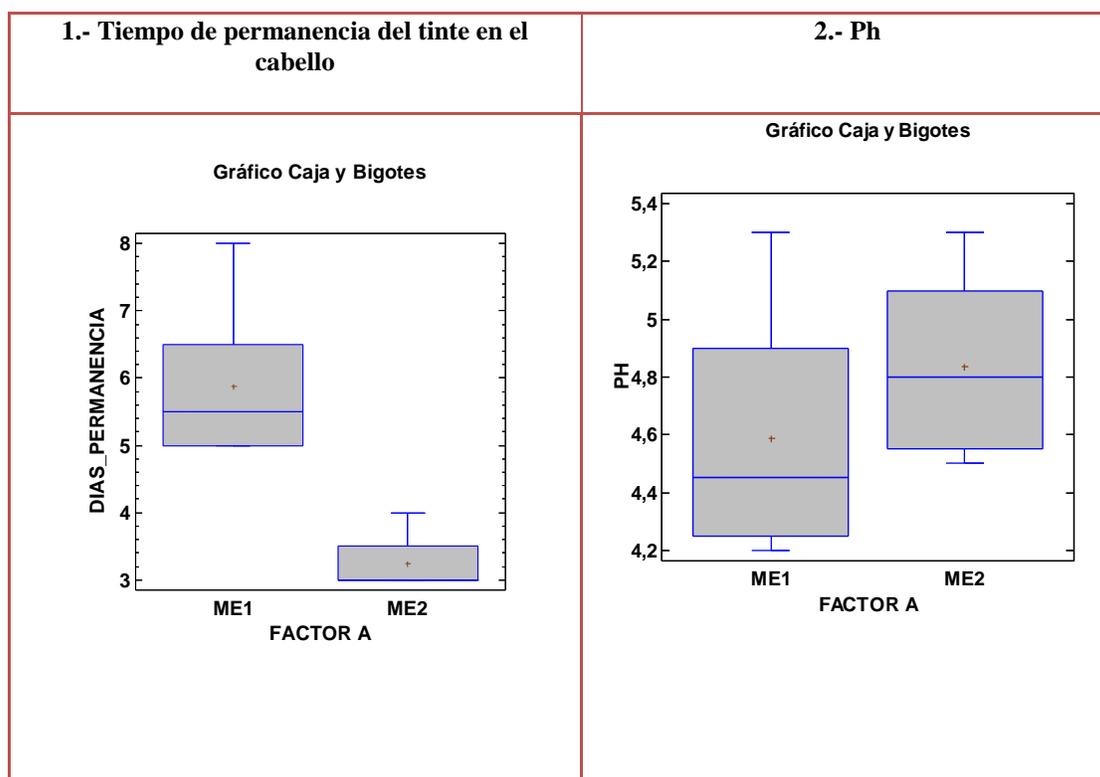
Elaborado por: Luna, M. (2017)

La tabla 7, Indica; Indica, que en los niveles del factor A (método de extracción), factor B (temperatura de mezclado), factor C (tiempo de mezclado), y las interacciones BC y ABC, existió diferencia significativa, mientras que en las interacciones AB y AC no reportaron diferencia significativa. En el caso de las réplicas al no encontrarse diferencia significativa asumimos que existe normalidad en la toma de datos.

4.4 Resultados con Respecto a los Factores de Estudio.

4.4.1 Resultados con respecto al factor A (método de extracción)

GRAFICO 1: Resultados de análisis entre los niveles: (a₀) Deshidratación y (a₁) evaporación (factor A), aplicando la prueba de Tukey (p<0.05): 1.- tiempo de permanencia del tinte en el cabello y 2.- pH.

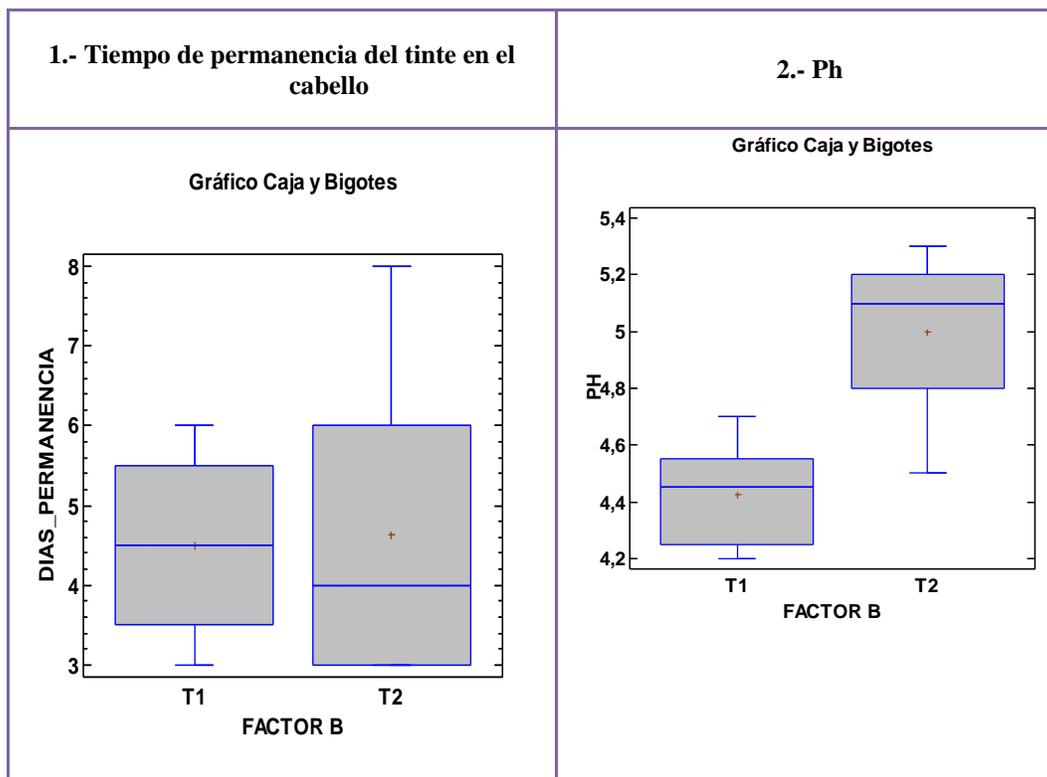


Elaborado por: Luna, M. (2017)

El gráfico 1 indica diferencia significativa en las variables: **Días de permanencia del tinte en el cabello**, situándose el valor más alto en (a₀) (deshidratación) (8 días) y el valor más bajo en (a₁) (evaporación) (3 días). En **pH**, situándose el valor más alto en (a₀) y (a₁) (deshidratación y evaporación) (5,3) y el valor más bajo en (a₀) (deshidratación) (4,2).

4.4.2 Resultados con respecto al factor B (temperatura de la mezcla).

GRAFICO 2: Resultados de análisis entre los niveles: (b₀) 40°C y (b₁) 50°C (factor B), aplicando la prueba de Tukey (p<0.05): 1.- tiempo de permanencia del tinte en el cabello y 2.- pH

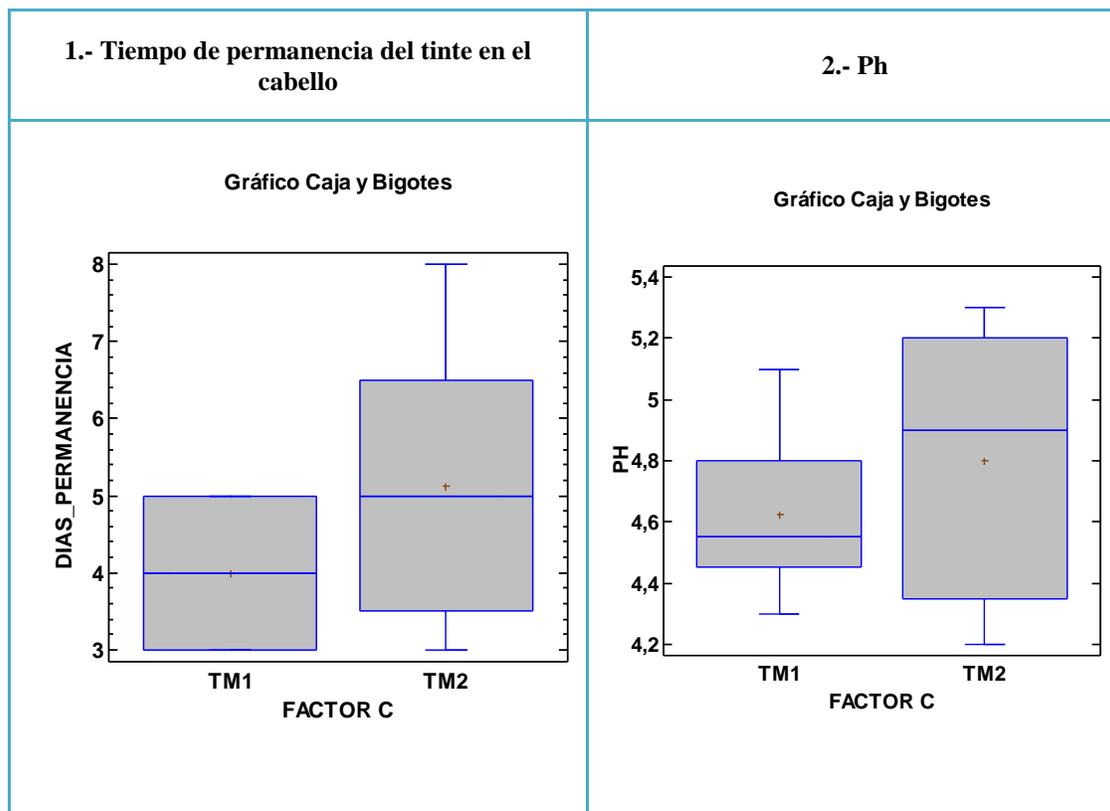


Elaborado por: Luna, M. (2017)

El gráfico 2 no indica diferencia significativa en la variable: Días de permanencia del tinte en el cabello, situándose el valor más alto en (b₁) (50°C) (8 días) y el valor más bajo en (b₀) (40°C) y (b₁) (50°C) (3 días). En pH, si indica diferencia significativa situándose el situándose el valor más alto en (b₁) (50°C) (5,3) y el valor más bajo en (b₀) (40°C) (4,2).

4.4.3 Resultados con respecto al factor C (tiempo de mezclado).

GRAFICO 3: Resultados de análisis entre los niveles: (c0) 30min (c1) 50min (FACTOR C), aplicando la prueba de Tukey ($p < 0.05$): 1.- tiempo de permanencia del tinte en el cabello y 2.- pH

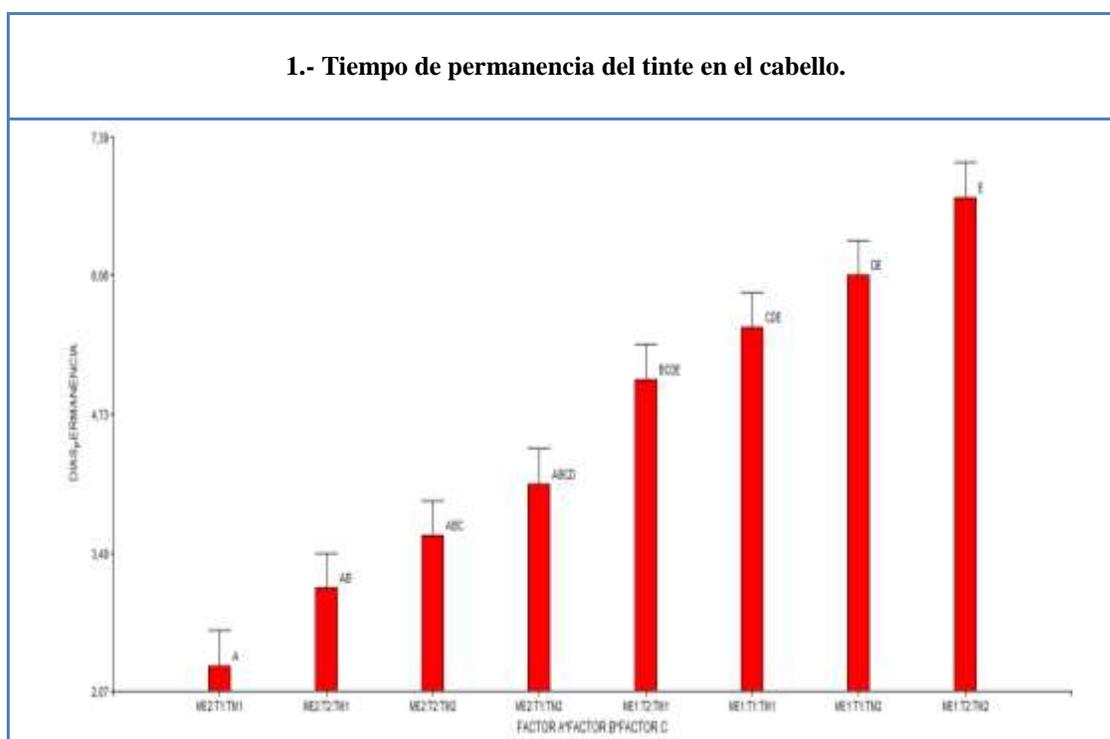


Elaborado por: Luna, M. (2017)

El gráfico 3 indica diferencia significativa en las variables: Días de permanencia del tinte en el cabello, observándose el valor más alto en (c₁) (50min) (8 días) y el valor más bajo en (c₀) (c₁) (30 y 50min) (3 días). En pH, situándose el valor más alto en (c₁) (50min) (5,3) y el valor más bajo en (c₁) (50min) (4,2).

4.4.4 Resultados con respecto a la interacción entre los factores A (método de extracción), B (método de extracción) y C (tiempo de mezclado) de la variable tiempo de permanencia del tinte en el cabello

GRAFICO 4: Resultados de análisis entre las interacciones de los niveles: (a0) deshidratación, (a1) evaporación; (b0) 40°C, (b1) 50°C; (c0) 30min, (c1) 50min (FACTOR A), (FACTOR B) (FACTOR C) respectivamente, aplicando la prueba de Tukey (p<0.05).

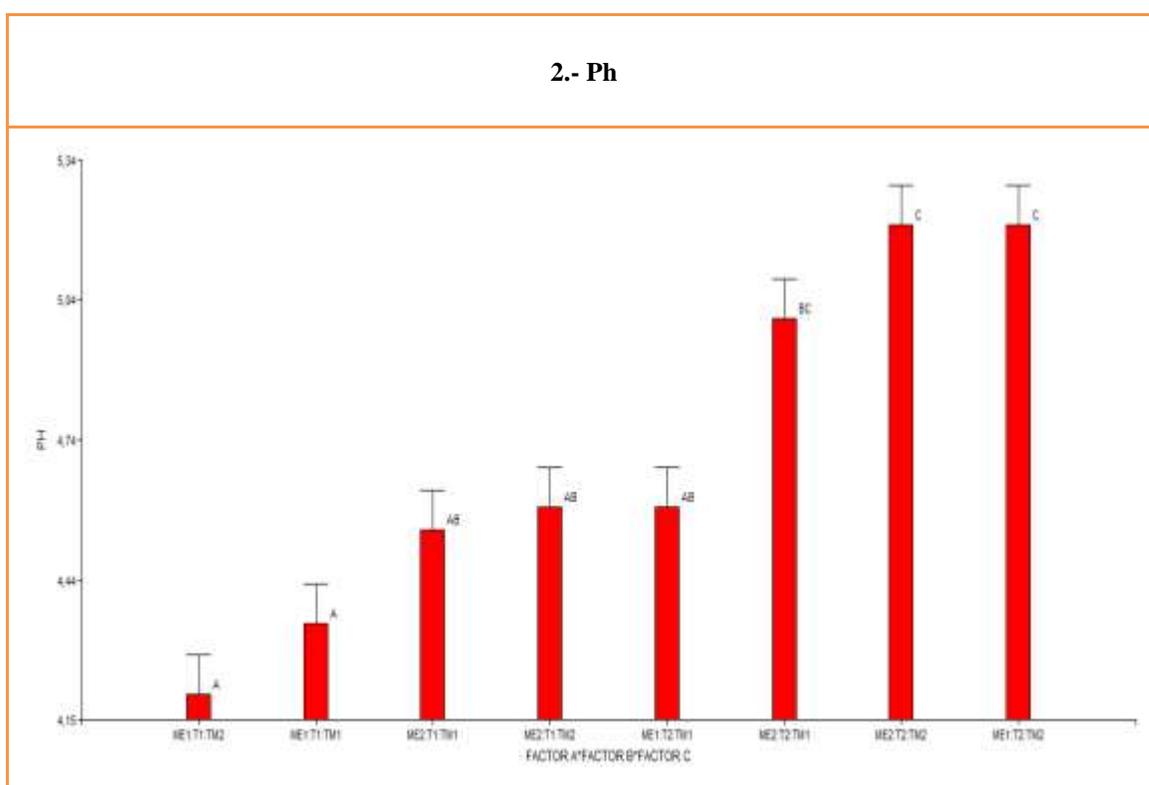


Elaborado por: Luna, M. (2017)

El gráfico 4 Indica diferencia significativa entre las interacciones de los factores de estudio, observándose los valores más altos de permanencia del tinte en el cabello en las interacciones $a_0b_1c_1$, $a_0b_0c_0$, $a_0b_0c_1$, $a_0b_1c_1$ mientras que las demás interacciones mostraron valores más bajos de permanencia.

4.4.5 Resultados con respecto a la interacción entre los factores A (método de extracción), b (método de extracción) y c (tiempo de mezclado) de la variable pH

GRAFICO 5: Resultados de análisis entre las interacciones de los niveles: (a0) deshidratación, (a1) evaporación; (b0) 40°C, (b1) 50°C; (c0) 30min, (c1) 50min (FACTOR A), (FACTOR B) (FACTOR C) respectivamente, aplicando la prueba de Tukey ($p < 0.05$).



Elaborado por: Luna, M. (2017)

El gráfico 5 Indica diferencia significativa entre las interacciones de los factores de estudio, hallándose los valores más altos de pH en las interacciones $a_1b_0c_0$, $a_1b_0c_1$, $a_0b_1c_0$, $a_1b_1c_0$, $a_1b_1c_1$, $a_0b_1c_1$ mientras que las demás interacciones se observaron valores más bajos de pH.

4.5 DISCUSIÓN

4.5.1 Discusión de los resultados

En cuanto a los resultados del tiempo de permanencia del tinte en el cabello en el Factor A: método de extracción del colorante, se observó que el mejor resultado lo presenta el nivel a_0 (deshidratación) (8 días de permanencia), datos que están por debajo de los obtenidos por (Arroyave María y Gómez Paula 2006) que obtuvieron resultados de 15 días de permanencia con colorantes extraídos por este método. Con lo que respecta al Factor B: Temperatura de la mezcla, no existió diferencia por lo que se puede utilizar las dos temperaturas estudiadas (40°C y 50°C), estos valores coinciden con los analizados por (Orellana Lucía Barahona 2015) en el proyecto de obtención de colorante de remolacha para la aplicación en productos cosméticos. El Factor C: tiempo de mezclado de los componentes, se observó el mejor resultado para c_1 (50 min) (8 días de permanencia), en cuanto a la interacción $A*B*C$ (método de extracción del colorante * temperatura de la mezcla * tiempo de mezclado de los componentes) los valores más altos de permanencia del tinte en el cabello en las interacciones $a_0b_1c_1$ (8 días), $a_0b_0c_1$ (6 días), $a_0b_0c_0$ (5 días), $a_0b_1c_1$ (5 días). Los valores de temperatura y tiempo de mezclado están dentro de los resultados de los análisis obtenidos por (Sánchez Noé 2006) trabajo en el que se analizó la temperatura y el tiempo de calentamiento para medir la estabilidad de los pigmentos.

En lo que corresponde al pH el Factor A: método de extracción del colorante, se observó el valor más alto en (a_0) y (a_1) (deshidratación y evaporación) (5,3), con lo que respecta al Factor B: Temperatura de la mezcla situándose el valor más alto en (b_1) (50°C) (5,3) el Factor C: tiempo de mezclado de los componentes, se observó el mejor resultado en (c_1) (50min) (5,3) en cuanto a la interacción $A*B*C$ (método de extracción del colorante * temperatura de la mezcla * tiempo de mezclado de los componentes) observándose los valores más altos de pH en las interacciones $a_1b_0c_0$, $a_1b_0c_1$, $a_0b_1c_0$, $a_1b_1c_0$, $a_1b_1c_1$, $a_0b_1c_1$ valores que tienen similitud con los resultados de pH óptimo para la elaboración de tintes para cabello en base a colorantes naturales obtenidos por (Arroyave María y Gómez Paula 2006).

Basándose en los datos expuestos se concluye que la mejor permanencia del tinte en el cabello se obtuvo mediante el tratamiento 4 (deshidratación * 50°C * 50min.) mismo que en la segunda repetición del experimento alcanzó una permanencia de 8 días en el cabello y un porcentaje de pH de 5,30 que se encuentra dentro del rango óptimo para la estabilidad del colorante. Siendo entonces este tratamiento el óptimo para la realización del tinte.

4.5.2 Tratamiento de hipótesis

- De acuerdo al Factor A (método de extracción del colorante) se encontró diferencia significativa entre el método de deshidratación y evaporación analizados en proceso, por lo tanto; se acepta la hipótesis alternativa y se comprobó que el método de extracción del colorante si influye en el tiempo de permanencia y pH del tinte.
- Con lo relacionado al factor B (temperatura de la mezcla) (40°C y 50°C) no se encontró diferencia significativa en relación a la permanencia del tinte por lo que se aceptó la hipótesis nula y se determinó que la temperatura no influye en el tiempo de permanencia del tinte en el cabello. En relacionado al pH se encontró diferencia significativa por lo que aceptó la hipótesis alternativa y se pudo constatar que la variación de la temperatura si incide en la variación del pH del tinte.
- Respecto al factor C (tiempo de mezclado de los componentes) se observó diferencia significativa en las dos variables de estudios por lo que se aceptó las hipótesis alternativas y se comprobó que el tiempo de mezclado de los componentes si influye en el tiempo de permanencia del tinte en el cabello como en la variabilidad del pH de este.

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- A través de la ejecución del proceso de obtención del colorante de remolacha y elaboración del tinte a nivel de laboratorio, se lograron definir las actividades necesarias para su posible industrialización.
- Mediante la identificación de las maquinarias necesarias para el proceso se pudo notar estas no se fabrican en el país por lo que para industrializar el producto se tornaría necesario la impostación de estas.

- **Con respecto a los análisis en cuanto al Factor A:**

Conforme al (método de extracción del colorante) factor A, en el tiempo de permanencia del cabello se determinó que el método óptimo para la elaboración del tinte fue mediante la deshidratación de la pulpa, mismo método que nos permitió obtener el valor más óptimo de pH.

- **Con respecto a los análisis en cuanto al Factor B:**

De acuerdo a los resultados del Factor B, en el tiempo de permanencia del tinte en el cabello se puede concluir que las temperaturas estudiadas no inciden en los resultados obtenidos, mientras que en el pH se pudo observar que los niveles de temperatura si influyen en los porcentajes de este.

- **Con respecto a los análisis en cuanto al Factor C:**

De acuerdo a los resultados del (tiempo de la mezcla) Factor C se observó que el tiempo óptimo para mezclar los componentes es de 50 minutos al permitirnos el tiempo de permanencia del tinte en el cabello más alto, y porcentajes de pH dentro del rango necesario.

5.2 Recomendaciones

- Para la posible industrialización del producto se hace necesario realizar un adecuado diseño y distribución de la planta para lograr un adecuado orden y un eficiente flujo de producción.
- Realizar un análisis de factibilidad del proyecto para determinar el costo – beneficio del requerimiento de maquinarias necesarias para el proceso de industrialización de la remolacha en la obtención de tinte para cabello.
- Con respecto al método de extracción del colorante es aconsejable la extracción por el método de deshidratación mismo que permitió un mayor tiempo de permanencia del tinte en el cabello y un mayor rendimiento del mismo.
- Con relación la temperatura de la mezcla de los componentes se puede utilizar cualquiera de las utilizadas en el estudio al observarse que estas no inciden en el tiempo de permanencia del tinte en el cabello.
- De acuerdo a tiempo de mezclado de los componentes se recomienda el tiempo de 50 minutos al observarse con este un mayor tiempo de permanencia de tinte en el cabello.
- Para la elaboración del tinte es aconsejable las interacciones $a_0b_1c_1$ (extracción por método de deshidratación, temperatura de la mezcla 50°C por 50 minutos) misma que inciden significativamente en el tiempo de permanencia del tinte en el cabello.
- Con relación al pH es aconsejable cualquiera de las interacciones, mismas que están dentro del rango del Ph óptimo para la estabilidad de las betalaínas.

CAPÍTULO VI BIBLIOGRAFÍA

6.1 Bibliografía

- [1] R. Morales, " *Tintes Naturales, su uso en mesoamérica*" Argentina, 2010.
- [2] H. Arévalo " *remolacha - beta vulgaris.*" [online]. Available: <http://www.infojardin.net/fichas/plantas-medicinales/beta-vulgaris-remolacha.htm>. [accessed: 04-jun-2017].
- [3] E. López, " *El consejo,*" , Mexico , 2008, pp. 1–8
- [4] Erica wilson, "betalaínas: colorantes naturales con actividad antioxidante," 2010.
- [5] J. M. Álvarez, V. Matos, and d. R. Belén c, "Degradación de betalainas en remolacha (beta vulgaris l.) Estudio cinéTico," *rev. Cient. La fac. Ciencias vet. La univ. Del zulia*, vol. 12, no. 2, pp. 133–136, 2002.
- [6] R, Mandujano, and M. Mendoza, Universidad tecnológica de la mixteca " " *Estudio preliminar de los pigmentos presentes en la pitaya*" , Mexico, 2010.
- [7] S. González, "Extracción y caracterización de los principales pigmentos del opuntia joconoste c.v. (xoconostle)," 2006.
- [8] Quimica viva, "disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=86329278005>," *diciembre 2013*, buenos aires, argentina, 2013.
- [9] Sandoval-tress, "estructura molecular y desarrollo del pelo," vol. 8, no. 1, pp. 54–61, 2010.
- [10] Revista de sociedad quimica del Perú, "revista de sociedad quimica del Perú," *enero-marzo 2014*, 2014.
- [11] E. Núñez, "belleza y salud de la piel," chile.
- [12] M. Manene, "los diagramas de flujo: su definición, objetivo, ventajas, elaboración, fases, reglas y ejemplos de aplicaciones."
- [13] E. M. Conte, "organización industrial 2: disposición de la fabrica," *9 de mayo*, 2013. [online]. Available: <http://organizacion-industrial2.blogspot.com/2013/05/disposicion-de-la-fabrica.html>. [accessed: 11-jun-2017].

- [14] A. Caubet, “operaciones básicas en el laboratorio de química. Extracción. Tipos de extracciones,” *universidad de barcelona*, 2010. [online]. Available: http://www.ub.edu/oblq/oblq_castellano/extraccio_tip.html#21. [accessed: 05-jun-2017].
- [15] K. L. Porras, "*Cuidado personal unión europea*. España, 2013.
- [16] I. Sabater and p. Hernando, “cosmetología para estética y belleza.”
- [17] A. . Fallis, “cosméticos capilares,” *journal of chemical information and modeling*, vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2013.
- [18] “Cfmg peluqueria y cosmetica capilar.”
- [19] M. Lazuategui, “*manual tecnico*.” Colombia, 2010
- [20] Flacso-mipro, “pro cosméticos,” Ecuador, *septiembre 2012*.
- [21] Ministerio de Industrias y Productividad, “bp.081- el ecuador exportará cosméticos en los próximos meses – ministerio de industrias y productividad.” [online]. Available: <http://www.industrias.gob.ec/bp-081-el-ecuador-exportara-cosmeticos-en-los-proximos-meses/>. [accessed: 06-mar-2017].
- [22] Diario el universo, “industria del cosmético está creciendo en el país - economía - noticias | el universo,” *lunes, 16 de septiembre, 2013*, 2013. [online]. Available: <http://www.eluniverso.com/noticias/2013/09/16/nota/1450436/industria-cosmetico-esta-creciendo-pais>. [accessed: 06-mar-2017].
- [23] Diario el telegrafo, “el ecuatoriano gasta hasta \$ 150 al mes en cosméticos,” *sábado, 26 octubre 2013*, 2013. [online]. Available: <http://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/economia/8/el-ecuatoriano-gasta-hasta-150-al-mes-en-cosmeticos>. [accessed: 06-mar-2017].
- [24] diario el telegrafo, “la industria cosmética ecuatoriana crece en promedio 18% anual,” *domingo, 29 enero 2017*, 2017. [online]. Available: <http://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/economia/8/la-industria-cosmetica-ecuatoriana-crece-en-promedio-18-anual>. [accessed: 06-mar-2017].
- [25] proecuador, “farmacéuticos y cosméticos | pro ecuador.” [online]. Available: <http://www.proecuador.gob.ec/exportadores/sectores/farmaceuticos-y-cosmeticos/>. [accessed: 06-mar-2017].

- [26] M. O. Barahona, “Extracción y caracterización de los pigmentos naturales presentes en beta vulgaris (remolacha) para la propuesta de una formulación cosmética y evaluación de su estabilidad fisicoquímica y microbiológica,” universidad de san carlos de guatemala, 2015.
- [27] M. Arroyave and P. Gómez, “Elaboración de un producto con base en colorantes naturales para teñir el cabello pdf,” Universidad EAFIT, 2006.

CAPÍTULO VII

ANEXOS

7.1 ANEXOS

7.1.1 Anexos

ANEXO 1: Tabla de valores promedios del proceso de industrialización para la elaboración de un tinte de cabello en base al colorante natural de Beta Vulgaris, (remolacha).

Tratamientos		Días de permanencia		PH	
		R1	R2	R1	R2
1	a ₀ b ₀ c ₀	5	5	4,30	4,40
2	a ₀ b ₀ c ₁	6	6	4,20	4,20
3	a ₀ b ₁ c ₀	5	5	4,70	4,50
4	a ₀ b ₁ c ₁	7	8	5,10	5,30
5	a ₁ b ₀ c ₀	3	3	4,50	4,60
6	a ₁ b ₀ c ₁	4	4	4,70	4,50
7	a ₁ b ₁ c ₀	3	3	5,10	4,90
8	a ₁ b ₁ c ₁	3	3	5,30	5,10

Elaborado por: Luna, M. (2017)

ANEXO 2: Fotos del proceso de industrialización para la elaboración de un tinte de cabello en base al colorante natural de *Beta Vulgaris*, (remolacha).

PROCESO DE CORTE



PESO DE MATERIA PRIMA



PROCESO DE EXTRACCION DEL LÍQUIDO



PROCESO DE DESHIDRATACIÓN



PROCESO DE MOLIDO



PROCESO DE MOLIDO



MUESTRAS DE COLORANTE PROCESO DE DESHIDRATACION Y EVAPORACION



PESAJE DE LOS COMPONENTES



MECHONES DECOLORADOS



PROCESO DE TINTURADO DE LOS MECHONES



MECHONES TINTURADOS



MECHONES DESPUES DE TINTURADOS Y LAVADOS



ANEXO 3: Especificaciones Técnicas y principio de funcionamiento de máquinas y equipos necesarios para el proceso industrial de elaboración de tinte de cabello en base al colorante natural de Beta Vulgaris, (Remolacha).

3.1 Máquina de limpieza lavado y pelado de alimentos. LYINE LYMT-4000.

Utiliza rodillos de desgaste para pelar la piel más profunda de las verduras y frutas, y la superficie del material pelado es muy suave. Mientras que pelar la fruta o verdura, hay agua de alta presión la limpieza al mismo tiempo. Lavado por agua a alta presión, el polvo se adjunta en la superficie de verduras se puede limpiar a fondo, Y la piel vegetal puede ser pelada por los rodillos y el desgaste.

Especificaciones Técnicas:

Voltaje:	380v	Lugar del origen:	China (Continental)	Marca:	LYINE
Condición:	Nuevo	Número de Modelo:	LYMT- 1200	Peso:	300kg
Energía (W):	Kw 2.2	Tipo:	Arandela	Garantía:	1 año
Certificación:	la norma ISO	Dimensión (L*W*H):	2120x840x900mm	Capacidad:	1000kg/h
Material:	Acero inoxidable 304	nombre de:	máquina de pelar patatas	Precio:	\$3500.00

Elaborado por: Luna, M. (2017)

3.2 Cortadora centrífuga (FAM PCS-2D)

El tambor central giratorio empuja el producto en un solo giro a través de 8 cámaras de corte fijas. El producto cortado se colecciona por la tolva de descarga central.

Especificaciones Técnicas.

Tamaños de corte	Diversos tamaños entre 0.8 y 4.8 mm. Se puede ajustar hasta 7 mm
Capacidad	Hasta 2,500 kg /hr
Diámetro máximo del producto	90 mm
Dimensiones	1100 x 760 x 1000 mm
Marca	V&M
País de Origen	México
Precio	\$2800,00

Elaborado por: Luna, M. (2017)

3.3 Deshidratador tipo charolas de vapor

Se hace circular aire caliente entre las bandejas por medio del ventilador acoplado al motor haciéndole pasar previamente por el calentador constituido por un haz de tubos por cuyo interior circula normalmente vapor de agua. Los tabiques distribuyen uniformemente el aire sobre las pilas de bandejas. Por medio del conducto de salida se evacua continuamente aire húmedo y a través de la abertura de entrada penetra aire fresco. Al final del ciclo de secado, normalmente largo, se saca de la cámara al conjunto de los bastidores para proceder a la descarga del producto seco y a una nueva carga.

Especificaciones técnicas:

Estructura en perfil tubular de acero inoxidable 304 con bases ajustables

Exterior en lámina de acero inoxidable 304.

Interior en lámina de acero inoxidable 304.

Gabinete y puertas con aislante térmico.

20 charolas de 560 x 560 mm en lámina de acero inoxidable 304 con perforaciones de ¼" de diámetro.

Ventilador centrífugo con motor de 1/6 HP, monofásico, 127 V, de 3 velocidades

Radiador de vapor a 5 PSI

Tren de alimentación de vapor con válvula solenoide y trampa termodinámica

Termostato, manómetro y termómetro

Tablero de control a 127 V

Elaborado por: Luna, M. (2017)

3.4 Molino pulverizador Pulvex 600 Súper con 100 hp. Rendimiento: de 2,000 kg/h.

Trabaja mediante un sistema de turbina de alto impacto que por medio de impulso eléctrico logra reducir las partículas eficazmente del tamaño que sean deseadas, la granulometría es controlable por medio de una malla intercambiable por la cual es expulsado el producto.

Especificaciones técnicas

Capacidades: 2000 kg/hr

Doble respiración

Sistema de enfriamiento del producto

Materiales:

- Acero Inox 304
- Acero Inox 316
- Acero resistente de alto impacto
- Hierro Nodular Perlítico

Descarga:

- Manual
- Automática
- Válvula de mariposa

Marca: Pulvex

País de origen: México

Elaborado por: Luna, M. (2017)

3.5 Reactor (Becomix RW)

Especificaciones técnicas

Nombre:	Reactor (Becomix RW)
Marca:	Sigmapack
País de origen:	México
Material:	304/306L del acero inoxidable
Rango aplicable:	Utilizado como el tanque de almacenaje líquido y tanque de mezcla
Revolución	36r/min
Motor eléctrico del mezclador	1.1KW, 380v, 50hz
Superficie de caldeo (M2)	4.5
Entrada-salida material (DN milímetro)	50
dimensión exterior (l*w*h) milímetro	1400*1400*1750
peso bruto (kilogramos)	450

Elaborado por: Luna, M. (2017)

3.6 PHmetro portátil 370 JENWAY

Especificaciones técnicas

Modelos	370
Rango / Resolución	-2.00 a 16.00 / ± 0.01 pH----
Precisión	± 0.02
Calibración	hasta 1 o 2-puntos, (4.00, 7.00, 9.22, 10.00) (Con control manual)
Temperatura:	
Rango	-10 a +105°C
Resolución	$\pm 0.1^\circ\text{C}$
Precisión	$\pm 0.5^\circ\text{C}$
Compensación	ATC (Compensación automática de temperatura)
Pantalla	Cristal líquido (LCD) Retro iluminada
Retención de datos	Sistema "Hold"
Protocolo de calibración	Sí
Requerimiento eléctrico	Fuente de alimentación 2 Baterías AA
Electrodo	Plástico con conector BNC
Dimensiones (al x an x lar)	75 x 35 x 175mm
Peso	250gr (solo equipo)

Elaborado por: Luna, M. (2017)

3.7 Etiquetadoras automáticas (Harland) MK5 (SIRIUS STD).

Especificaciones técnicas

Unidad base: Unidad de acero inoxidable,

Unidad de alimentación: Desplazamiento sencillo, desplazamiento doble, Rueda de alimentación, unidades de Alineación de los óvalos.

Cabeza de la etiqueta: Movimiento de velocidad de la cabeza de la etiqueta Controlado y paso a paso 28.5m / min. Conducido por motor.

Estabilizador: Montado horizontalmente Unidad servo accionada de 935 mm de largo.

Transportador: 2438mm de largo, 82.5mm.

Unidades de acabado: no accionadas y accionadas Rodillos de pasarela.

Unidad de sobreimpresión: lámina caliente, térmica. Transferencia, inyección de tinta y codificadores láser.

Capacidades: Como estándar.

Velocidad: Hasta 300 ppm

Producto: Max - Altura mínima 350 mm - 20 mm. Max - Ancho mínimo 200mm - 15mm.

Etiqueta: Ancho mínimo de Web 155mm - 13mm. Longitud Máxima de la etiqueta 330mm - 10mm.
Bobina máxima OD 400mm.
Bobina nominal ID 76mm.

Suministro de electricidad: 220V / 240V Fase AC, 50 / 60Hz. Especial eléctrica

Peso: Como estándar 320kg

Elaborado por: Luna, M. (2017)

3.8 Llenadora de tubos y/o tarros (KX 1102)

Especificaciones técnicas

Velocidad	100 tarros por minuto
Rango de dosificación	3 - 400 ml
Longitud del tubo	40 – 1100 mm
Diámetro del tubo	30 - 100 mm
Dimensiones de la máquina	1340 x 1220 x 1850 mm
Potencia para la cabeza metálica	1.5 Kw
Potencia para aire caliente	5 Kw
Peso	650 Kg
Marca	Jersa
País de Origen	México

Elaborado por: Luna, M. (2017)