

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA



**OBTENCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL COLORANTE
NATURAL A PARTIR DE INFLORESCENCIA DE COLLI
(*Buddleja coriacea*) PARA SU APLICACIÓN EN TEÑIDO DE
FIBRA DE ALPACA**

TESIS

PRESENTADA POR:

YESELIA NINA AGUILAR

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO QUÍMICO

PUNO – PERÚ

2018

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA

**OBTENCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL COLORANTE NATURAL A
PARTIR DE INFLORESCENCIA DE COLLI (*Buddleja coriacea*) PARA SU
APLICACIÓN EN TEÑIDO DE FIBRA DE ALPACA**

TESIS PRESENTADA POR:

YESELIA NINA AGUILAR

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO QUÍMICO



APROBADA POR:

PRESIDENTE:


D.Sc. Lidia Ensueño Romero Iruri

PRIMER MIEMBRO:


D.Sc. Moisés Pérez Capa

SEGUNDO MIEMBRO:


Ing. Elva Luz Macedo Enríquez

DIRECTOR / ASESOR:


Mg. Higinio Alberto Zúñiga Sánchez

Área : Procesos industriales

Tema : Obtención de productos industriales

Línea : Tecnologías ambientales y recursos naturales

Fecha de sustentación: 17-09-2018

DEDICATORIA

A mis queridos padres **Felipe Nina & Filomena Aguilar** que dispusieron su confianza en mí, y en especial a mi hermano **Marco Antonio** quien fue el que me oriento en la senda del estudio e instruyo los principios y valores que prevalecen en mí.

Con cariño y gratitud a mi amado Esposo **Carlos G. Colque Blas** por su apoyo invaluable en el trayecto del presente investigación y compañero de mi vida, que hizo posible el alcance de una nueva meta en mi vida y a mi querida hija **Soffa H. Sheccid** por la felicidad que llena en mi hogar e ilusión.

INDICE GENERAL

INDICE DE FIGURAS	9
INDICE DE TABLAS	11
INDICE DE ACRONIMOS.....	13
RESUMEN	14
ABSTRACT	15
I. INTRODUCCIÓN	16
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	17
1.2 JUSTIFICACIÓN.....	19
1.3. OBJETIVOS.....	20
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	20
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	20
II. REVISIÓN DE LITERATURA	21
2.1. ANTECEDENTES.....	21
2.2. MARCO TEÓRICO	25
2.2.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES COLLI (<i>Buddleja coriacea</i>)	25
2.2.2. ASPECTOS BOTANICOS	26
2.2.3. FENOLOGIA Y REPRODUCCIÓN	27
2.2.4. PROPIEDADES.....	28
2.2.5. USOS Y BENEFICIOS.....	28
2.2. COLORANTES NATURALES.....	29
2.2.1. DEFINICIÓN	30
2.2.2. HISTORIA DE LOS COLORANTES NATURALES.....	30
2.2.3. CLASIFICACIÓN DE COLORANTES NATURALES UTILIZADOS EN EL TEÑIDO DE FIBRAS	33
2.2.4. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	33

2.2.5. USOS TRADICIONALES.....	34
2.2.6. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DE LOS COLORANTES ...	35
2.2.6.1. PROPIEDADES FÍSICAS	35
2.2.6.2. PROPIEDADES QUÍMICAS	35
2.3. CLASIFICACIÓN DE LOS COLORANTES NATURALES	36
2.4. COLORANTES VEGETALES.....	37
2.4.1. GRUPO FLAVONOIDES	46
2.4.1.1. ESTRUCTURA BÁSICA DE LOS FLAVONOIDES.....	47
2.4.1.2. EXTRACCIÓN E IDENTIFICACIÓN	49
2.4.2. GRUPO TANINOS.....	51
2.4.2.1. IDENTIFICACIÓN:.....	52
2.4.3. GRUPO QUINONAS.....	52
2.4.3.1. EXTRACCIÓN E IDENTIFICACIÓN	54
2.5. MÉTODOS DE EXTRACCIÓN	55
2.5.1 EXTRACCION CONTINUA SÓLIDO - LÍQUIDO TIPO SOXHLET.....	55
2.5.1.1. CAMPO DE APLICACIÓN	56
2.5.1.2. CARACTERÍSTICAS GENERALES	57
2.5.1.2.1. ETANOL	57
2.5.3. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA EXTRACCION	58
2.6. MÉTODOS DE IDENTIFICACIÓN.....	58
2.6.1. ESPECTROFOTOMETRÍA ULTRAVIOLETA-VISIBLE	58
2.6.2. CROMATOGRAFÍA DE CAPA FINA	59
2.6.3. COMERCIALIZACIÓN	60
2.6.4. LIOFILIZACIÓN	61
2.7. LA FIBRA NATURAL DE ALPACA	61
2.7.1. ESTRUCTURA DE LA FIBRA DE ALPACA	63

2.7.2. CARACTERÍSTICAS DE LA FIBRA	63
2.7.2.1. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DE LA FIBRA	63
2.7.2.2. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE LA FIBRA.....	63
2.7.2.2.1. COMPOSICIÓN DE LA FIBRA	64
2.7.2.2.2. LA CUTÍCULA O CORTEZA.....	65
2.7.2.2.3. LA MÉDULA	65
2.7.2.2.4. EL CÓRTEX	65
2.7.3. VELLÓN DE LA ALPACA	65
2.7.4. PROPIEDADES FÍSICAS DE LA FIBRA	67
2.7.5. PROPIEDADES QUÍMICAS DE LA FIBRA	69
2.8 TEÑIDO EN FIBRA DE ALPACA.....	70
2.8.1. PROCESO DE TEÑIDO	70
2.8.2. ETAPAS DEL PROCESO DE TEÑIDO DE UNA FIBRA PROTEICA.....	70
2.8.2.1. DISGREGACION	70
2.8.2.2. DIFUSIÓN DEL COLORANTE/CONVECCIÓN	71
2.8.2.3. ADSORCIÓN	71
2.8.2.4. DIFUSIÓN.....	71
2.8.2.5 FIJACIÓN	71
2.8.3. TEÑIDO POR AGOTAMIENTO	72
2.8.3.1. LOS FACTORES DE VELOCIDAD DE TINTURA DE FIBRAS CON COLORANTES ÁCIDOS.....	73
2.8.3.2. EFECTO DE TEMPERATURA	73
2.8.3.3. INFLUENCIA DEL TIEMPO DE CONTACTO FIBRA/BAÑO	73
2.8.3.4. pH DE LA AFINIDAD DEL COLORANTE	73
2.8.3.5. MORDIENTE	74

2.8.3.5.1 ÁCIDO CÍTRICO.....	75
2.8.3.5.1.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁCIDO CÍTRICO	75
2.8.4. EVALUACIÓN POST -TINTURA	76
2.8.4.1. SOLIDECES	76
2.8.4.2. SOLIDEZ AL FROTE	77
2.8.4.3. SOLIDEZ AL LAVADO.....	77
2.8.4.4. SOLIDEZ A LA LUZ	77
2.8.4.5. ELONGACION	77
III. MATERIALES Y METODOS	78
3.1. MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS	78
3.1.1. MATERIALES:	78
3.1.2. EQUIPOS:	78
3.1.3. REACTIVOS:	79
3.2. METODOLOGÍA:	79
3.2.1. SELECCIÓN Y ACONDICIONAMIENTO DE MATERIA PRIMA PARA LA EXTRACCIÓN DEL COLORANTE	79
3.2.1.1. SECADO Y REDUCCIÓN DE TAMAÑO PARA SU EXTRACCIÓN.....	79
3.2.1.2. EXTRACCIÓN DEL COLORANTE	81
3.2.1.3. FILTRADO	81
3.2.1.4. ENVASADO Y ALMACENADO DEL COLORANTE	81
3.2.2. METODO DE EXTRACCIÓN CONTINUA SÓLIDO - LÍQUIDO TIPO SOXHLET	82
3.2.2.1. CAMPO DE APLICACIÓN	83
3.2.2.2. EXTRACCIÓN DEL COLORANTE	83
3.2.3. ANÁLISIS COLORIMÉTRICO	83
3.2.4. ANÁLISIS ESPECTROFOTOMÉTRICO.....	83

3.2.5. EVALUACIÓN PARA EL PROCESO DEL TEÑIDO EN LA FIBRA DE ALPACA	84
3.2.5.1. VARIABLES DE TEÑIDO CON COLORANTES NATURAL	85
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	86
4.1. EXTRACCIÓN DE COLORANTE CON SOLVENTE DE ETANOL	86
4.1.1. RESULTADO DE LA CURVA DE SECADO	86
4.1.2. PROCESO DE OBTENCIÓN DEL COLORANTE	87
4.1.2.1. RESULTADO DE PORCENTAJE DE EXTRACCIÓN DEL COLORANTE	87
4.1.2.2. EFECTO DE LA CONCENTRACIÓN DEL SOLVENTE AL 75% ...	88
4.2. GRUPOS FUNCIONALES ACTIVOS EN LA BIOMASA LIGNOCELULOSICA (BE)	95
4.3 ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL COLORANTE NATURAL	98
V. CONCLUSIONES	104
VI. RECOMENDACIONES	105
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	106
ANEXOS	109

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Flor de Colli " <i>Buddleja coriacea</i> "	26
Figura 2: Morfología del Colli.....	27
Figura 3: Formula estructurada de algunos Flavonoides	47
Figura 4: Principales grupos estructurales de Flavonoides.....	49
Figura 5: Formula estructurada de algunos Taninos.....	52
Figura 6: Formula estructurada de algunas Quinonas.....	53
Figura 7: Extractor Tipo Soxhlet.....	56
Figura 10: Corte esquemático de una fibra de alpaca.....	64
Figura 11: Proceso del Teñido	72
Figura 12: Diagrama de bloques para el proceso de obtención de extracción de colorante natural.....	82
Figura 13: Curva de teñido.....	85
Figura 14: Curva de secado	87
Figura 15: Concentración de colorante extraído a diferentes tiempos con etanol 75%	89
Figura 16: Porcentaje de extracción de colorante a diferentes tiempos con etanol 75%	91
Figura 17: Concentracion de colorante extraido a diferentes tiempos con etanol 45%	92
Figura 18: Porcentaje de extracción de colorante a diferentes tiempos con etanol a 45%	94
Figura 19: Comparación de extracción de colorante de 75% de etanol y 45% de etanol	94
Figura 20: Espectro infrarrojo de la muestra de inflorescencia de Colli	96
Figura 21: Identificación de los Grupos funcionales del espectro Infrarrojo de la Inflorescencia de Colli	97
Figura 22: Curva de pre-tratamiento de fibra de alpaca.....	100
Figura 23: Curva de teñido según parámetros	101

Figura 24: Curva de enjuagues finales del teñido	102
Figura 25: Equipo de teñido Soxhlet	109
Figura 26: Materia prima de Inflorescencia de Colli	110
Figura 27: Materia prima (Inflorescencia de Colli) triturado	110
Figura 28: Balanza semi analítica Scot-pro Ohaus	111
Figura 29: Matraz Erlenmeyer con colorante listo para el teñido	111
Figura 30: Teñido de lana de alpaca: Color Café, pH 3.5. (Extracción del colorante con 75% etanol).....	112
Figura 31: Teñido de lana de alpaca: Color Amarillo - Naranja, pH 4.5 (Extracción del colorante de 45% etanol).....	112
Figura 32: Resultado del espectro infrarrojo - Inflorescencia de Colli	114

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Fenología de la Planta Colli	28
Tabla 2: Usos del Colli	29
Tabla 3: Clasificación de los colorantes naturales	37
Tabla 4: Especies vegetales utilizadas en el teñido de Fibras	38
Tabla 5: Características generales del Etanol.....	57
Tabla 6: Familia de compuestos que tienen oxígeno en su estructura	60
Tabla 7: Población alpaquera del departamento de Puno	62
Tabla 8: Composición de la Queratina	64
Tabla 9: Características físicas del Vellón de alpaca	66
Tabla 10: Estándares promedio de finura de fibra de alpaca.....	67
Tabla 11: Características Generales del ácido cítrico	76
Tabla 12: Cálculo de Humedad de inflorescencia de Colli	80
Tabla 13: Solvente utilizado en esta etapa	81
Tabla 14: Datos obtenidos en la curva de secado	86
Tabla 15: Resultados de porcentaje de extracción del colorante.....	88
Tabla 16: Concentración de colorantes extraídos en diferentes tiempos con etanol 75%	88
Tabla 17: Porcentaje de extracción de colorante con etanol 75%.....	90
Tabla 18: Concentración de colorante extraídos en diferentes tiempos con etanol 45%	92
Tabla 19: Porcentaje de extracción de colorante con etanol 45%.....	93
Tabla 20: Datos del espectro infrarrojo de la inflorescencia de Colli.....	98
Tabla 21: Resultados de las características del colorante	98
Tabla 22: Resultados del pH del teñido con ácido cítrico.....	99
Tabla 23: Valores del pre-tratamiento de la fibra de alpaca.....	99

Tabla 24: Valores del teñido de acuerdo a los parámetros obtenidos.....	100
Tabla 25: Valores de enjuagues finales del teñido de fibra de Alpaca	101
Tabla 26: Resultados del colorante frente a diferentes factores después del proceso de teñido.....	103

INDICE DE ACRONIMOS

Cm	: Centímetros
nm	: Nanómetros
L	: Litro.
ml	: Mililitro.
mgr	: Miligramos
pH	: Potencial de hidrógeno.
°C	: Grados Centígrados.
Abs	: Absorbancia
Gr	: Gramos
λ_{\max}	: Longitud de Onda.
C°	: Grados Celsius.
%T	: Intensidad de transmitancia.
IR	: Infrarrojo (s).
BE	: Biomasa.
BSE	: Grupos funcionales de biomasa

RESUMEN

El trabajo de investigación tiene como propósito de “*obtención y caracterización del colorante natural a partir de la inflorescencia de colli*” para el teñido de fibra de alpaca, teniendo por objetivo la extracción por solvente orgánico de colorante natural de la especie vegetal (colli) de la región puno y posterior aplicación en el teñido de fibra de alpaca, evaluando principales factores (tiempo, temperatura, pH) de la extracción y del teñido. La extracción del colorante y la caracterización de la inflorescencia de colli (*Buddleja coriácea*) de acuerdo al análisis, por IR se han identificado grupos funcionales en la (BE) y en él (BSE) con cambios de intensidad de transmitancia (%T) en espectros de vibración de átomos de hidrogeno, carbono y en enlaces de grupos, en donde la obtención del colorante se basa en el proceso de extracción solido - líquido, se determinó los parámetros de concentración del solvente realizado a diferentes concentraciones de etanol 45 y 75% a nivel de laboratorio en el equipo de extracción Soxhlet en un tiempo de 120min a una temperatura 240°C donde se identifico la presencia de colorante café – amarillo naranja. Por otro lado se utilizo IR a una temperatura 22°C a humedad 60% su caracterización de la inflorescencia según los resultados donde se demostró la longitud de onda 3293.40 – 1018.76 y un rango de longitud de onda 3300 – 3600 a 1333.24 – 1022. Lo cual es favorable para el proceso del teñido de la fibra de alpaca en madejas, así mismo se ha encontrado parámetros óptimos de teñido por agotamiento a una temperatura de 84 °C y a un pH 4.5 tiempo de teñido de 60min, donde se obtiene una buena calidad de teñido de la fibra.

PALABRAS CLAVE: Inflorescencia Colli (*Buddleja Coriacea*), Fibra de alpaca, Colorante Natural, Extracción, Teñido.

ABSTRACT

This research work has a main purpose of “Obtaining and characterizing natural dye from colli’s inflorescence” for alpaca’s dyed fiber, which main goal is extracting via organic solvent of natural dye as vegetal species (colli) from Puno region and subsequently to apply it on the alpaca’s dyed fiber, evaluating principal factors as; (time, temperature and pH) on extracting and dyeing. Extracting the dye and characterization the colli’s inflorescence (*Buddleja coriacea*) according to analysis, via IR, functional groups have been identified in (BE) and (BSE) changing transmittance intensity (%T) in vibration spectra of hydrogen atoms, carbon and links between groups, where the obtained dye is based in solid-liquid extraction process, it has been determined the concentration parameters from made solvent to different ethanol concentrations between 45% and 75% with laboratory-leveled in The Soxhlet extraction equipment through 120 min. at 240°C of temperature with constant pH 4, where it was identified the presence of an intense brown-yellow dye. On the other hand, IR was used at 22°C of temperature, at 60% of humidity, its characteristics gotten from inflorescence according to gotten results, where the wavelength 3293.40 – 101876 is shown and a wavelength range from 3300 – 3600 to 1333, 24 – 1022. Which is favorable for alpaca’s fiber dyeing process of skeins, it has been found optimal-parameters for dyeing by exhaustion at 84°C of temperature and to a pH 4.5 with a dyeing time of 60min, where it is gotten a good quality of dyed fiber.

KEYWORDS: Inflorescence Colli (*Buddleja Coriacea*), Alpaca Fiber, Natural Coloring, Extraction, Dyeing

I. INTRODUCCIÓN

La importancia del colorante natural surge a partir de la inquietud de investigar e implementar, obtener tintes naturales para fibra de alpaca, seda, algodón, y demás fibras naturales, no sólo como parte del valor agregado de los productos sino también como eje de una investigación de valorización de antiguas técnicas de teñido, haciendo una adaptación a nuestra época y descubriendo aquellos tintes que aún hoy, se encuentran a nuestro alcance, el cual se encuentra en nuestra biodiversidad natural, con la premisa fundamental de lograr una mayor difusión y aplicación de las técnicas de teñido artesanal y colorante natural en la actualidad.

En los últimos 130 años, se han sintetizado varios miles de compuestos químicos coloridos, de los cuales alrededor de 10.000 han sido producidos a escala como el B- caroteno. A pesar de su importancia económica, la industria de colorantes naturales no ha alcanzado aún, en nuestro país el desarrollo que debería esperarse de un país poseedor de una biodiversidad inigualable, así como una tradición tintórea ancestral tales como el de las culturas Paracas e Incas.

Siendo la región Puno el mayor productor mundial de fibra de alpaca, son mínimas las industrias que procesan dicha fibra en la región y en cuanto al teñido de la fibra con colorantes naturales solo se limita a pequeñas asociaciones de artesanos.

El presente trabajo de investigación muestra el estudio de la extracción sólido-líquido de la inflorescencia de Colli, esta especie ha sido utilizada desde tiempos inmemorables, la inflorescencia es usada hasta la actualidad en el teñido de fibra de animales y como remedio casero, gracias a sus propiedades de gran importancia lograron la obtención de extractos tintóreo de la planta de la región Puno, identificando los parámetros de mayor importancia que intervienen en el proceso. La aplicación en el teñido de fibra de alpaca con el extractos obtenido, el estudio de productos naturales que cada vez cobra mayor interés de parte de los investigadores, dada la necesidad de sustituir los productos sintéticos por

productos naturales que resulten beneficiosos e inocuos tanto para la salud del hombre como para el medio ambiente.

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La extracción de colorantes naturales se da especialmente por los graves problemas que generan los colorantes sintéticos a la salud del ser humano como es el cáncer, el alto grado de hiperactividad, falta de concentración, reacciones alérgicas, crisis de asma, migrañas, problemas de visión, desarreglos en el comportamiento, así como ansiedad.

La industria textil hoy en día no está ajena al cambio que está dando el planeta en vías de su conservación ambiental; siendo el área del teñido textil la causante de grandes afluentes de contaminación hacia el medio ambiente debido al uso de infinidad de reactivos químicos y colorantes sintéticos, es por ello que en los últimos diez años los colorantes naturales surgen como una gran alternativa frente a los colorantes sintéticos, que se demostró que tienen alto poder contaminante y adicionalmente producen alergias en las personas incluso conllevan a contraer enfermedades.

Hoy en día los textiles andinos maravillan al mundo por su riqueza cromática y diversidad de matices, no solo sorprende su diversidad cromática si no también su perdurabilidad en el tiempo; todos estos matices fueron logrados con plantas, arcillas y animales, lamentablemente toda esta cultura de plantas tintóreas en la región Puno ya casi quedaron obsoletas siendo pocas asociaciones de artesanos que usan estas técnicas ancestrales de una manera tradicional empírica y no contando con una técnica científica adecuada de extracción que permita una mejor calidad de los colorantes para el teñido.

El mercado local de la región Puno no cuenta con una industria textil de gran envergadura, salvo pocas medianas y pequeñas empresas que solo se dedican al hilado o tratamiento primario de la fibra mas no al teñido; teniendo en cuenta que la región Puno cuenta con la mayor producción de fibra de alpaca del país y el mundo, todos estos aspectos lleva a una sobreproducción para la industria

local, lo cual conlleva a que el productor comercialice la materia prima a un precio mínimo a otros mercados nacionales e internacionales.

La Universidad Nacional del Altiplano-Puno, en su escuela Profesional de Ingeniería Química no cuenta hoy en día con medios físicos para el teñido de fibras y extracción de colorantes lo que limita poder realizar investigaciones en el área textil, ya que la región Puno cuenta con un potencial incalculable materias primas.

El trabajo de investigación persigue la correcta extracción de colorante natural con el extractor soxlet (sólido - Líquido); de la especie vegetal Colli (*Buddleja coriacea*) de nuestra región de puno, para conseguir que el teñido tenga solides aceptable en fibra natural de alpaca, que cumpla con estándares de calidad.

Basados en los anteriores planteamientos se tiene las siguientes interrogantes de investigación:

- ¿Será posible extraer y caracterizar el colorante natural de la inflorescencia de Colli (*Buddleja coriacea*), para su aplicación en el teñido de fibra de alpaca?
- ¿Se podrá identificar los principales parámetros importantes (Temperatura °C, Tiempo (min)) del proceso de obtención de colorante natural a partir de la Inflorescencia de Colli (*Buddleja coriacea*) y establecer los parámetros óptimos para la extracción y caracterización?
- ¿Sera posible Evaluar los parámetros de teñido en la fibra de alpaca con el colorante a partir de la inflorescencia Colli (*Buddleja coriacea*)?

1.2 JUSTIFICACIÓN

Nuestra geografía nacional, nos da la posibilidad de contar con la más alta variedad ecológica en el mundo, lo que le da la satisfacción de contar con una amplia variedad de flora y fauna. La amplia gama de especies naturales que se desarrollan de manera natural a lo largo y ancho del territorio peruano, permiten la existencia de una cantidad considerable de especies vegetales con diferentes propiedades, las mismas que son aprovechadas en diferentes campos. Desde el punto de vista ambiental, actualmente enfrentamos la dependencia de colorantes químicos en la industria textil, los cuales en su gran mayoría producen desechos que son depositados en ríos, laderas y contribuyen en gran parte a la contaminación de los mantos acuíferos y el medio ambiente.

La importancia de extracción de colorantes naturales y su aplicación en el teñido de fibra de alpaca nace a raíz de contar con una historia rica y milenaria en el tema, con nuestros antepasados expertos tintoreros que conocían el correcto uso de las plantas utilizadas, así como las fibras en las que tenían. Sin embargo, actualmente la región Puno está perdiendo esta cultura tintorera como especies vegetales nativas de la región que ya pocos artesanos la usan, así como también el uso de la fibra de alpaca que actualmente solo se comercializa al mercado nacional e internacional como materia prima. La región puno cuenta con una inmensa biodiversidad de plantas nativas en todos sus pisos ecológicos tanto en el altiplano como en la selva, presentando un banco genético de especie de flora y fauna. Adicionalmente el país cuenta con la mayor población alpaquera a nivel mundial, 87% según el Ministerio de Agricultura, en 1994 y de esta población la región Puno representa el 59% de esta población (Censo Nacional Agrario, 1994); sin embargo, solo se utiliza la fibra de manera artesanal o simplemente es comercializada como materia prima. A pesar de su importancia económica, la industria de los colorantes naturales no a alcanzado aún el desarrollo que debería esperarse de un país poseedor de una diversidad inigualable, es por ello que determinamos y caracterizamos el uso de colorante natural presente en la Inflorescencia de Colli (*Buddleja coriacea*) en el teñido de fibra de alpaca.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

- Extraer y caracterizar el colorante natural de la Inflorescencia **de Colli** (*Buddleja coriacea*) para su aplicación en el teñido de la fibra de alpaca.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar los principales parametros de operación del proceso de obtención de colorante natural a partir de la Inflorescencia **de Colli** (*Buddleja coriacea*) y establecer los parámetros óptimos para la extracción y caracterización.
- Evaluar los parámetros de teñido en la fibra de alpaca con el colorante natural inflorescencia **Colli** (*Buddleja coriacea*).

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES

Obando, (2013). Realizo estudios de investigación denominado "Tintura alternativa en hilos de lana con Colorantes Naturales"; de la Universidad Técnica del Norte Ecuador. Donde obtuvieron una resistencia a la luz excelente con un valor 5 de acuerdo al cuadro de Valoración de Solideces.

Ojeda, (2012). Realizó estudios de Investigación denominado "Teñido de fibra de abacá (*Musa textilis*) utilizando colorante extraído de la cochinilla (*Dactylopius coccus*)"; de la Universidad Católica de Loja - Ecuador, obteniendo buenos resultados, donde el mayor porcentaje de agotamiento fue al utilizar 50 % de colorante y 10 % de mordiente en relación al peso en seco de fibra a teñir, por un periodo de teñido de 60 minutos a 70 °C en una relación de baño 1/50.

Prakash Maran (2012). Evaluó las condiciones óptimas para la extracción de pigmentos de la pera espinosa (*Opuntia ficus-indica*) usando el diseño 17 experimental Boxe-Behnken de tres factores. Los pigmentos fueron extraídos de la pulpa del fruto seco usando agua como disolvente a diferentes temperaturas de extracción, tiempo y masa de pulpa. Donde encontró los valores óptimos de las variables: temperatura de extracción de 40°C, tiempo de 115 min y masa de 1,44 g. Finalmente determino la concentración de betacianina igual a 24,29 mg / 100 gr. y betaxantina igual a 13,43 mg / 100 gr. Con un valor de deseabilidad de 0,917.

Malaga J., Gomes L. (2011), El proceso de teñido de fibra de alpaca en madejas se llevó a cabo en el equipo extractor-teñidor, a una temperatura inicial de 20°C y final de 82°C con una gradiente de temperatura de 1°C/min. (Aproximado), por espacio de 60 min., a un pH constante fluctuando entre 3.5 - 4.5. Se realizaron tres pruebas de teñido a diferentes concentraciones del extracto tintóreo (baja, media y alta), con los dos tipos de extracto obtenidos con los solventes (etanol 45% y etanol 70%). Obteniéndose así seis pruebas de teñido por cada planta a evaluar.

Tacuri R. (2008). Realizó una comparación en el control de calidad del teñido de dos colorantes uno natural de la especie vegetal Queñua (*polylepis incana*) y el otro de origen sintético llamado Lanaset Brow B, obteniéndose resultados de temperatura optima de teñido de 74°C y 103 °C así como un pH de 6 y 9 como parámetros para resultados satisfactorios del cumplimiento de las normas de solidez de calidad estándar.

Robles, (2008). Quien realizó estudios de investigación intitulado "Evaluación de los parámetros en el proceso de teñido de fibra de alpaca con colorantes reactivos"; de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, obtuvo buenos resultados, con una combinación optima de tiempo 30 min, temperatura de 94°C, pH de 5.0 y la relación de baño de 1/25.

Limachi S. (2009). Realizó la obtención de colorante natural a partir de Amor Seco (*Bidens Pilosa L.*) para su aplicación en la industria textil. Este trabajo se llevó a nivel de laboratorio comparando la cantidad de extracción del colorante natural con una curva estándar de un colorante sintético llamado E-102 amarillo tartrazina, obteniendo un tiempo idóneo de extracción de 90 min.

Cano T. (2007). Evaluó la calidad de los extractos tintóreos obtenidos a escala de laboratorio realizando la caracterización fisicoquímica para comprobar la presencia o no de la cantidad de pigmentos colorantes por medio de pruebas colorimétricas y cromatográficas. Adicionalmente evaluó la calidad de las fibras de algodón y maguey teñidas con los extractos tintóreos obtenidos de la corteza de las tres especies forestales guatemaltecas mediante la aplicación de pruebas fisicoquímicas de solidez.

Martin J. (2007). Evaluó las condiciones de extracción de colorantes naturales del fruto del ají (*Capsicumsp*) y de las cubiertas secas de cebolla (*Alliun cepa*), y su aplicación sobre fibras naturales de fique (*Furcraeasp*) y zapote (*Matisia Cordata*); las fibras requirieron de procesos fisicoquímicos para la obtención del material celulósico apto para la tinción. Se encontraron resultados positivos en la tinción con el colorante de la cebolla. Por su parte la aplicación del colorante

del ají dio resultados positivos como pigmento en las fibras de papel a base de las pulpas de fique y de zapote.

Melgar (2004). Coordinador de la UOAT-MINCETUR, presento un manual de teñido de lana de ovino y fibra de alpaca con colorantes naturales, en manera artesanal para comunidades que trabajan con el turismo en la zona norte del Perú (Ferreñafe - Lambayeque), adicionalmente proporciona una relación de plantas tintóreas y sus porcentajes para teñir un kilogramo de fibra.

Los colorantes han sido constantemente utilizados en la preparación de alimentos y bebidas y su utilización ha ido en crecimiento a nivel mundial una contribución significativa en la preparación y procesamiento de los mismos. Así épocas antigua, antes del desarrollo de la industria del colorante de síntesis, el teñido de las fibras se hacía con plantas conteniendo colorantes naturales llamadas especies tintóreas, las que eran cultivadas a gran escala constituyendo una importante fuente de ingreso para los países productores.

Kalsec (2003), investigó “La Extracción del Colorante del Achiote” dedicada a la extracción del colorante de achiote (*Annatto*), por el método de la solución alcalina y también con aceites vegetales, óleo-resinas, entre otros, encontrando que el hidróxido de potasio es el indicado para realizar esta extracción.

Pérez O. (2003). Realizó un estudio de la cinética y la extracción de cuatro colorantes naturales, con siete diferentes mordientes con el fin de obtener una fijación adecuada para cada colorante, realizándose el cálculo de las isotermas de adsorción para colorantes naturales directos y cinética de reacción para colorantes naturales reactivos.

Saldarriaga (2002), realizó el estudio de investigación en el “Proceso para obtener colorante a partir de la semilla de aguacate” en la Universidad -Colombia, donde optimizó mediante diseño de experimentos de superficie respuesta, obteniendo en dos horas de extracción y a una temperatura de 75° C, con una solución acuosa de NaOH 0.5%. a nivel de planta piloto.

Lock O. (1997). En su obra titulada Colorantes Naturales, menciona que el teñido con colorantes naturales fue hecho desde tiempos prehistóricos hasta la mitad del siglo XIX, donde las plantas, hojas, tallos, animales y minerales fueron las únicas fuentes como agentes colorantes utilizados para teñir o pigmentar.

Las primeras fibras teñidas fueron usadas aproximadamente alrededor del año 1000 a.c. estos teñidos fueron simples y fueron los primeros ejemplos de la aplicación de los llamados colorantes directos o colorantes sustantivos, sin embargo resultaron de muy pobre solidez, pobre resistencia al lavado y a la luz, posteriormente fueron desarrollados teñidos más sofisticados, produciéndose colores con mejor solidez.

Fossati (1996), explica que la kiswa se propaga principalmente por semilla, la que se obtiene de 10 a 12 millones de semillas por Kg. Con un porcentaje de germinación de 80 a 90 %. Esta especie tiene dificultades durante el proceso del almácigo que requiere mucha atención y especialización del viverista, por ser muy pequeña, apenas tiene energía acumulada para su germinación.

Chirinos A. (1984). Presentó los resultados de una investigación de laboratorio que se estudió la procedencia de los tintes empleados en tejidos del antiguo Perú. El análisis químico reveló una serie de plantas y derivados entre otros elementos tintóreos animales y minerales que daban por resultado una riquísima gama de colores y matices.

Mayer F. (1966), hasta la mitad del siglo pasado los colorantes naturales empiezan a ser reemplazados por colorantes sintéticos porque estos son más fáciles de operar, económicos, presentan una gama de colores, pero debido a recientes reportes de toxicidad y que estos pueden causar daño a la salud, hoy se retoma nuevamente el uso de colorantes de carácter natural, menciona que los estudios de vegetación de la puna, son bastantes escasas y la mayoría son referidos a los componentes de manera general la existencia de una gradiente de vegetación en función a la disponibilidad de humedad, el mismo que disminuye en la puna del oeste al sur.

Silva F. (1964). En su obra titulada Los Obrajes en el Virreinato del Perú nos dice que la textilera prehispánica es una técnica convertida en arte, que hizo que los “tanticamayoc” o tintoreros del antiguo Perú conjuntamente con los “cumbicamayoc” o tejedores, lograran plasmar con gran maestría en sus textiles, su entorno ecológico y su vida cotidiana.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES COLLI (*Buddleja coriacea*)

Es un árbol de los Andes, desde la Cordillera Blanca en Perú hasta el área cercana al Lago Titicaca en Perú. Crece en suelos pedregosos secos a semi-húmedos en elevaciones entre 3.000–4.350 m, donde las temperaturas van de -3° a 15°C y los vientos son fuertes y persistentes a la helada y a sequías extremas. También presenta ramas terminales con sección circular a elíptica, de aproximadamente 6-10 mm., de color blanquecino a crema claro, sus hojas son simples. Haz de color verde oscuro brillante, el envés tomentoso con presencia de pulverulencia farinosa de color blanco amarillento.

La inflorescencia es de color de la corola inicialmente es amarillo con tendencia a volverse naranja, café claro a café oscuro, según el grado de madurez, los frutos son capsulas ovoides de color blanquecino amarillentas con la superficie pulverulenta farinosa. La semilla de colli son aquenio color pajizo a pardo y muy pequeñas, oblongo alargadas y aplanadas



Figura 1: Flor de Colli "*Buddleja coriacea*"

Fuente: Elaboración Propia

2.2.2. ASPECTOS BOTANICOS

Ezechiel Jules Rémy (1847), realizan la siguiente clasificación taxonómica de la planta en sus diferentes aspectos:

Nombre Científico	: <i>Buddleja coriácea</i>
Nombre Común	: Colli, Colle, Quinchihuayta, kishuara, Quishuar, kisuar, asafran.
Reino	: Plantea
División	: Tracheophyta
Clase	: Magnoliopsida
Orden	: Lamiales
Familia	: Buddlejaceae
Género	: Buddleja
Especie	: B. coriácea

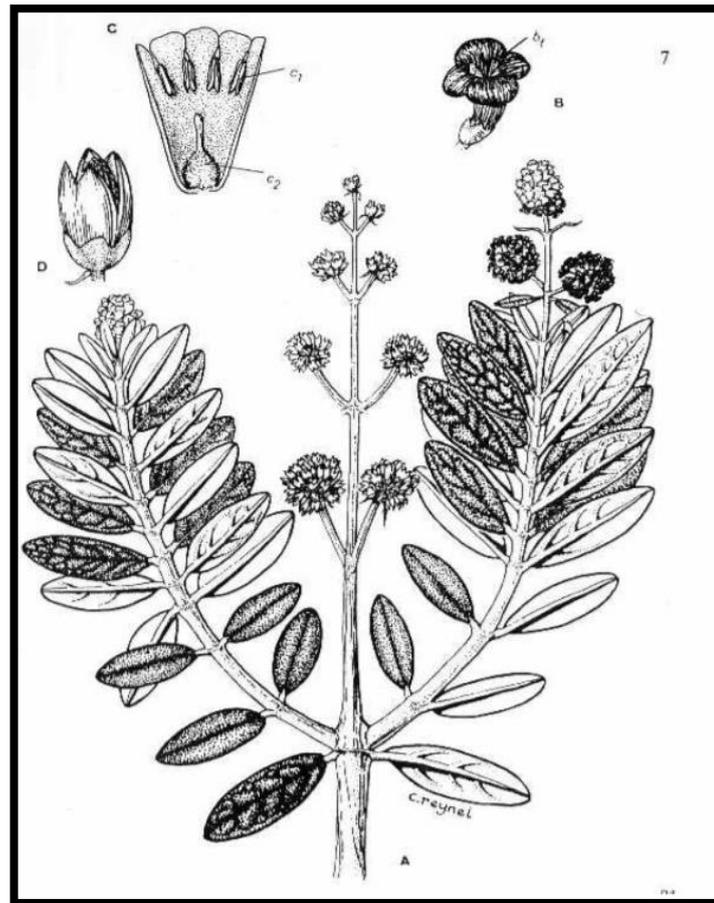


Figura 2: Morfología del Colli

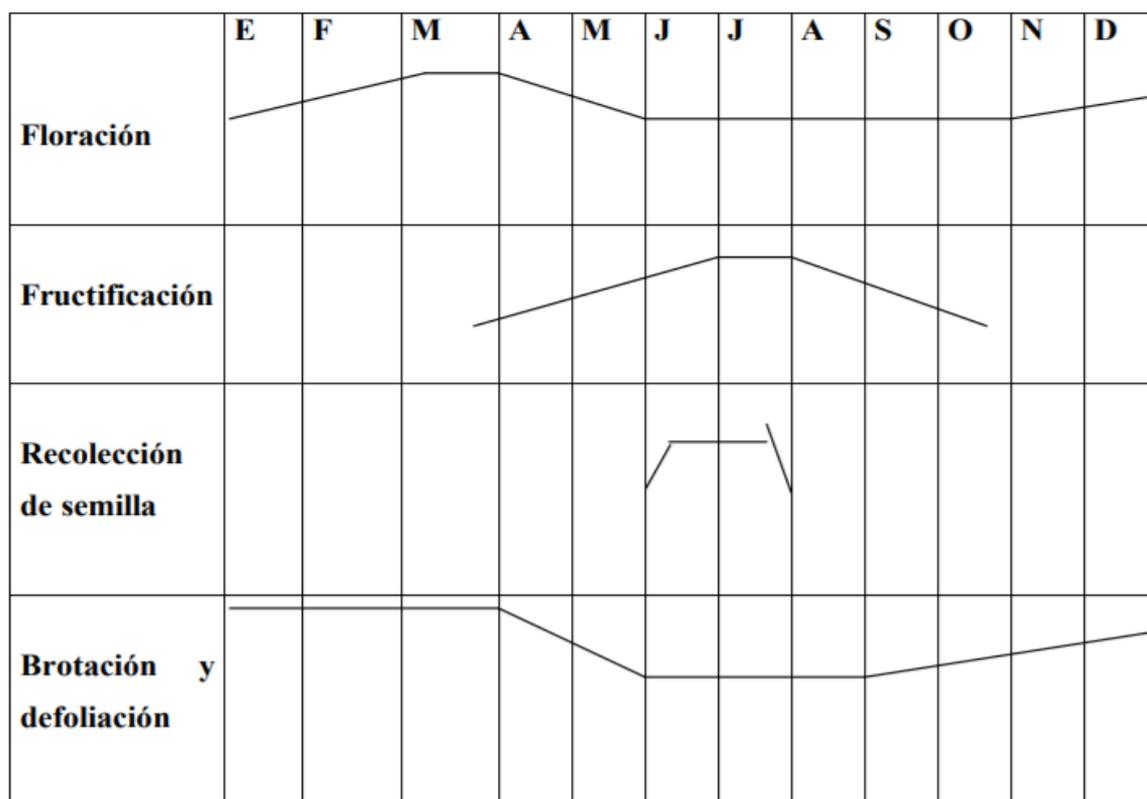
Fuente: Reynel y Leon (1990)

- A. Ramitas con flores y frutos
- B. Flor, mostrando los estambres brevemente exertos
- C. La misma en sección longitudinal. En ella se aprecian los estambres (C1) y el pistilo (C2).
- D. Fruto

2.2.3. FENOLOGÍA Y REPRODUCCIÓN

Fossati (1996), muestra en el cuadro 1, las faces fenológicas de la planta de Colli.

Tabla 1: Fenología de la Planta Colli



Fuente: (Fossati, 1996)

2.2.4. PROPIEDADES

Es considerado como remedio con propiedades importantes: como antiinflamatorio, antimicrobiano, astringente, para emoliente, desinfectante.

2.2.5. USOS Y BENEFICIOS

Reynel y León (1990), manifiestan que en el altiplano peruano, con intensos fríos la Colli es utilizada para la conformación de cercos vivos que protegen a los cultivos de las posibles heladas. También es plantado en suelos con pendientes como barreras vivas y la formación de terrazas, para darle él su uso agrícola.

El establecimiento de bosquetes para la producción de tierra compostada es otra alternativa que se le da.

- Las flores en infusión, desprenden un tinte de color amarillo, empleado en la textilería y además se prepara ensaladas.

- Es apreciada como ornamental, pues se carga de flores durante gran parte del año, tiene un excelente porte con la facilidad de darle forma, mediante podas.
- La leña y el carbón obtenido son de excelente calidad.
- Buen forraje, en julio solamente se deja las hojas producto de las podas al ganado.

Tabla 2: Usos del Colli

Tronco	Hojas	Flores	Agroforesteria	Productos
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Implementos de granja. ➤ Leña ➤ Postes. ➤ Madera de construcción ➤ Tornería. ➤ Tijerales. ➤ Yugos y arados 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Medicina para ganado. ➤ Forraje ➤ Medicina humana ➤ Abono de suelo para la siembra de papa y cebolla. ➤ Fabricación de cigarrillos 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Medicina humana ➤ Apicultura 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Cercos vivos ➤ Cortinas. ➤ Rompevientos ➤ Estabilización de taludes y laderas con pendientes ➤ Ornamentación. ➤ Control de erosión. ➤ Barreras. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Artesanía ➤ Utilería ➤ Textilería ➤ Ceniza.

Fuente: (fossati, 1996).

2.2. COLORANTES NATURALES

(Mundujano R. 2006). El colorante es una sustancia que se aplica a cualquier cuerpo para efectuar una modificación persistente del color original y que, en varias formas de su aplicación, puede ser disuelto o dispersado en un fluido, difundiéndose de este modo dentro del cuerpo a colorear, también es considerado en general como inocuos y consecuentemente las limitaciones específicas en su utilización son menores que las que afectan a los colorantes artificiales.

Un colorante en forma genérica se puede definir como: “Cualquiera de los productos químicos que pertenecen a un extenso grupo de sustancias, empleados para tejidos, fibras, tintas, productos alimenticios y otras sustancias. En la moderna terminología industrial se amplía el concepto de colorantes a los productos que contienen colorantes orgánicos puros junto con agentes reductores o de relleno que los hacen más manejables.”

(Lock O. 1997). Los colorantes han sido ampliamente utilizados en la preparación de alimentos y bebidas, y siguen siendo a nivel mundial una contribución significativa en la preparación y procesamiento de los mismos. De igual manera, desde la antigüedad, antes del desarrollo de la industria de colorantes de síntesis, el teñido de fibras se hacía con plantas conteniendo colorantes naturales, llamadas especies tintóreas.

2.2.1. DEFINICIÓN

(Lock O. 1997). Un colorante natural es toda aquella materia colorante que tiene origen vegetal o animal. Para que una sustancia coloreada, sea considerada un colorante, deberá contener grupos cromóforos llamados auxócromos, los que dan a la sustancia afinidad con la fibra.

2.2.2. HISTORIA DE LOS COLORANTES NATURALES

(Perilla A. 2002). El uso del color es una necesidad estética de la humanidad y está inmersa en la historia de su desarrollo cultural. Precisar desde cuándo y cómo se empezaron a aplicar las primeras técnicas de tinción textil, no ha sido posible; lo único que se puede afirmar es que, en diversos lugares del planeta, desde tiempos remotos. Gradualmente han ido desarrollando y perfeccionando métodos de extracción y aplicación de tinturas de origen natural de origen vegetal, animal y mineral, las que utilizaron para dar color al universo cultural que simultáneamente se instituía.

(Perilla A. 2002). En poblaciones antiguas como China, Babilonia, Asiría, Egipto, Grecia, India, etc., y en otras más recientes como nuestros antepasados

indígenas, el color en las Telas de sus vestidos, en la decoración de sus viviendas, en los objetos, en el maquillaje del cuerpo, etc., significó diferenciación social, de sexo, de poder, de autoridad, de casta, de religión, de sentimientos, etc., tal como ahora se continúa haciendo.

(Perilla A. 2002). A pesar de lo dispendioso del proceso de extracción de los colorantes y lo incierto del color esperado, porque nunca se consiguen colores idénticos, se obtenían todos los colores del círculo cromático y se aplicaron a hilos y telas de fibras naturales como colorantes y como pastas para estampación. También, se utilizaron como mordientes otras plantas, orina fermentada, cal, lejías de diversas plantas, alumbre y sales de hierro y cobre.

(Perilla A. 2002). Los materiales tintóreos más importantes fueron: Palo Campeche (*haematoxylum campechianum*), cuya madera tiene un compuesto que por oxidación y ciertas sales proporciona diversas coloraciones; la cochinilla (*coccus cacti*), insecto que vive en algunos cactus y en su cuerpo contiene ácido cárminico que es de color rojo intenso; para azules, el índigo o añil (*indigofera tinctoria*) que contiene un principio colorante llamado indigotina; la punciga (*arcodaphne laurinea*) para diversas tonalidades de morado; la rubia, planta de la familia de las rubiáceas, que en sus raíces contiene alizarina, materia colorante roja; la púrpura sustancia de este color extraída de moluscos del género murex, su principio colorante se debe a una bromoindigotina; el cártamo (*carthamus tinctorius*) para obtener rojo, el azafrán (*Crocus Sativa*) para el amarillo oro; el trompeto (*Beconia Frutescens*) para el bermellón; el gamón (*dianella dubia*) para morados; la uvilla (*cestrura tinctorium*) para violetas; para producir el negro revolvían el zumo del raque (*vallea stipularse*) con hierbabuena (*Menta Sativa*) y barro podrido; el palo amarillo (*chlorophora tinctoria*); el palo brasil (*haematoxylum brasiletto*); el achiote (*bixa orellana*); etc.

(Lock O. 1997). Del Perú antiguo tenemos que mencionar los textiles de Paracas, que a juzgar por sus efectos conseguidos en sus telas, cerca de 190 tonos. Así, se dice que los tonos rojos se daba con la cochinilla, y la raíz del Chapi-Chapi (*Relbunium (galium) microphyllum hert*); los azules con flores de

Mullaca (*Muehlenbeckia volcanica*) y añil (*Indigofera añil*), los morados con Paguau (*Bidens humilis HBK*) y frutales de Quiscaquisca (*Berberis sp*); verdes y amarillos con ramas de Chilcas (*baccharis Prostata R.et.P*), ramas de Molle (*Schinas molle L*) y palo de Tiri (*Solanum pseudolyciodes Rusb*); también fueron utilizadas otras plantas como la Tara (*caesalpinia tinctoria HBK Domb*), Jagua (*Genipa oblungifolia R.et.P*), palo de Brazil (*Caesalpinia echinata*) entre otras.

(Silva F. 1964). En la época del Incanato la textilera era una técnica convertida en arte, que hizo que los “tanticamayoc” o tintoreros del antiguo Perú conjuntamente con los “cumbicamayoc” o tejedores, lograran plasmar con gran maestría en sus textiles, su entorno ecológico y su vida cotidiana.

Durante la Edad Media, alrededor de 1250 d.c., los procedimientos de tintura fueron registrados por los monjes medievales. En aquellos tiempos las mismas plantas eran usadas para teñir y para fines medicinales. Sin embargo, la importancia de los colorantes naturales disminuyó cuando en 1856, en Inglaterra, William Henry Perkin, en su intento de sintetizar quinina, oxidó sulfato de anilina con dicromato potásico y produjo el primer colorante sintético, la mauveína, de color púrpura. (Cano T. 2007).

En los últimos 130 años, se han sintetizado una infinidad de compuestos químicos coloridos, de los cuales alrededor de 10,000 son o han sido producidos a escala industrial, para su comercialización. De particular interés fue el hecho que las sustancias conocidas de ser venenosas fueron, a menudo, incorporadas en alimentos. (Cano T. 2007)

En 1900, se investigó por parte del gobierno de EEUU la relación entre materias primas como los colorantes y la salud, con el fin de establecer un principio para controlar su uso y de esta manera controlar las prácticas de manufactura. Como resultado de estos esfuerzos, se culminó con la publicación en 1940 de la declaración de servicios y regulaciones en Alimentos, Drogas y Cosméticos, la cual listaba colorantes específicos. (Cano T. 2007).

Debido a los serios problemas generados por el efecto de los colorantes sintéticos en el medio ambiente y la salud humana, se ha renovado el interés en los colorantes naturales. El aumento de la demanda del tinte natural en la industria de tintorería, así como en la de alimentos, cosméticos y medicinas entre otras ha motivado el incremento del número de países en que se está dando el renacimiento del cultivo y producción del mismo.

2.2.3. CLASIFICACIÓN DE COLORANTES NATURALES UTILIZADOS EN EL TEÑIDO DE FIBRAS

Los colorantes se pueden agrupar en diferentes formas: por tipo de teñido, composición química, características físicas.

2.2.4. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

A. Colorantes directos

Son los grupos de colorantes de antocianina, carotenoides derivados de calcona. Los colorantes son obtenidos de una solución acuosa y esta extracción se usa directamente para teñir o pintar en frío o en caliente. A veces se usa sustancias auxiliares como ácidos o sales. Como ejemplo se tiene la flor de cártamo, cúrcuma, azafrán, cempoalxóchitl, etc. (Shirata Y. 1996).

B. Mordentados

Este tipo de colorantes no tienen por sí mismos el poder de entintar, sólo con un tratamiento especial de sales metálicas solubles que reaccionan sobre la fibra. Esta técnica se aplica a la mayoría de las plantas que dan color como la gardenia, cempoalxóchitl, rubia, cochinilla, palo de Campeche y de Brasil, etc. (Shirata Y. 1996).

C. Tipo de reducción

Derivados del indol, estas materias colorantes se encuentran en el interior de los cuerpos vegetales o animales, pero son insolubles, para darles solubilidad, se

les aplica una sustancia reductora, obteniéndose una solución incolora que se aplica a la fibra y después, mediante una oxidación aparece el color, como ejemplo está el añil. (Shirata Y. 1996).

D. Pigmentos

Polvos de materiales minerales, son insolubles que no tienen poder de entintar, por lo cual solo pueden utilizarse mezclándose con otro cuerpo, como el engrudo, cola, resina, caseína, clara de huevo, etc., con los que se forma una pasta para pintar. (Shirata Y. 1996).

2.2.5. USOS TRADICIONALES

- Untado directamente sobre la fibra: se aprovecha directamente el color de la fibra.
- Exprimidos: el caracol púrpura (caracol de mar) da un color que aparece por oxidación con el aire.
- Aprovechamiento de colorantes naturales rojos de la cochinilla mediante la aplicación de mordientes y calor.
- Cocción de colorantes: por extracto de cocción aparecen varios tonos con el uso de mordientes, como por ejemplo, la flor de dalia.
- Separación del colorante: las sustancias que permiten su separación pueden ser ácidas o cenizas, como la flor de cártamo.
- Reducción y oxidación como el añil flora.
- Mordentes naturales: se sumerge la fibra previamente teñida con extractos de colorantes en agua de lago o pozo, que contenga alumbre, tequezquite o hierro, el color aparece con diferentes tonos según las sales minerales que lo fijan.

2.2.6. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DE LOS COLORANTES

2.2.6.1. PROPIEDADES FÍSICAS

Las propiedades de los colorantes pueden clasificarse como propiedades de aplicación y propiedades de uso final. Las propiedades de aplicación incluyen la solubilidad, la afinidad y la velocidad de teñido. Las propiedades de uso final son el tono y la resistencia a los factores degradantes tales como la luz, lavado, calor (sublimación) y desteñido. Los colorantes se selección de tal manera que tengan propiedades de uso final aceptables con un costo mínimo. Solo se usan procedimiento de aplicación complicados cuando resulta necesario para lograr resultados excelentes Mayer, f (1966).

En la industria textil se ha vuelto muy común tratar los tejidos tenidos con agentes diseñados para mejorar la resistencia al encogimiento, a las arrugas y otras características, con frecuencia, estos agentes alteran la apariencia y resistencia de los colorantes Mirko Raimond(1990)

2.2.6.2. PROPIEDADES QUÍMICAS

Casi la totalidad de los compuestos del carbono que absorben radiación visible poseen en sus moléculas una cadena conjugada o un anillo bencénico. Estas configuraciones moleculares son muy a menudo asociadas con color debido a la facilidad con que los electrones π pueden ser excitados a orbitales de mayor energía Klages.f (1968).

De acuerdo al principio de Aufbau los niveles de menor energía son llenados primero y consecuentemente, se amontonan de electrones a medida que la molécula se torna más compleja Klages.f (1968).

Por ejemplo, butadieno y benceno que por ser relativamente simples poseen holgados niveles de energía, necesitan grandes cantidades de energía para poder excitar sus electrones a niveles mayores de energía, consecuentemente la radiación absorbida se encuentra en el rango ultra violeta.

A medida que la conjugación, y con ella la complejidad, de la molécula aumenta, se reduce gradualmente la cantidad de energía requerida hasta que la absorción toma lugar en el espectro visible Novelilla (1959). A medida que el número de enlaces conjugados dobles aumenta, la longitud de onda absorbida también lo hace acercándose al rango visible. Así' por ejemplo el compuesto es incoloro, mientras que el compuesto, absorbe radiación azul y por consiguiente aparece de color amarillo verdoso. A medida que los enlaces dobles conjugados aumentan, el compuesto absorbe cada vez más en el espectro visible y se torna gradualmente más rojizo, Este cambio de absorción de banda encaminado hacia el rojo se le llama efecto bato crómico, mientras el movimiento en sentido opuesto se le conoce como hipsocromico Klages.F (1968).

2.3. CLASIFICACIÓN DE LOS COLORANTES NATURALES

Los colorantes naturales se clasifican en:

- Carotenoides
- Flavonoides
- Antocianinas
- Betalainas
- Quinonas
- Miscelaneos

Tabla 3: Clasificación de los colorantes naturales

Naturaleza Química	Algunos Ejemplos	Color predominante	Longitud de Onda λ_{max} (nm)
Tetrapirroles (lineales y cíclicos)	Ficobilinas	Azul-verde Amarillo-rojo	610-650 (ficocianinas)
	Clorofila	Verde	540-570 (ficoeritrinas)
Caratenoides (tetraterpenoides)	Carotenoides	Amarillo- anaranjado	640-660
Flavonoides	Flavonas Flavonoles Chalconas Auronas Antocianinas	Blanco-crema	400-500
		Amarillo-blanco	310-350
		Amarillo	330-360
		Amarillo	340-390
		Rojo-azul	380-430
Xantonas Quinonas	Xantonas Naftoquinonas Antraquinonas	Amarillo	480-550
		Rojo-azul-verde Rojo-purpura	340-400
Derivados indigoides e índoles	Índigo		420-460
	Betalainas	Azul-rosado Amarillo-rojo	
Pirimidinas sustituidas	Pterinas Flavinas Fenoxazinas Fenazinas		470- 485(betaxantinas)
		Blanco-amarillo	530- 554(betacianinas)
		Amarillo	
		Amarillo-rojo Amarillo-púrpura	

Fuente: Olga Lock Sing de Ugaz, Colorantes Naturales, Perú 1997.

2.4. COLORANTES VEGETALES

Actualmente se están utilizando distintas plantas para realizar el teñido de fibras de alpaca. Las partes de la planta que se utilizan en el proceso de teñido, son generalmente hojas, corteza, flores, frutos, cáscaras del fruto, semillas y raíces. El hecho que se utilicen plantas, no significa que se afecte el equilibrio ecológico, la mayor parte de materia prima para tinción son desechos de las plantas, por ejemplo, del aguacate se utiliza la pepa, del coco la cáscara. (Cano T. 2008)

Tabla 4: Especies vegetales utilizadas en el teñido de Fibras

Espece/Famiia	Nombre común	Parte utilizada	Color obtenido
<i>Acacia macrocantha</i> Humb & Bonpl. / Mimosaceae	huarango	hojas y ramas tiernas	Amarillo
<i>Acalipha macrostachya</i> Jacq. / Euphorbiaceae	yana-vara, pispita	Tallo	Negro
<i>Acca lanuginosa</i> R.et.P. / Rosaceae	pacra, manzanita silvestre	frutos maduros	rojo y naranja
<i>Allium cepa</i> L. / Liliaceae	cebolla	cascaras externas coloreadas	Amarillo aceituna oscuro
<i>Alnus jorullensis</i> H.B.K. / Betuiaceae	aliso de los andes	hojas y ramas tiernas	amarillo verde
<i>Amaranthus caudatus</i> L. / Amaranthaceae	Kihuicha	partes aéreas	Carmín
<i>Amaranthus hybridus</i> L / Amaranthaceae	ataqu, atakco	hojas y ramas tiernas	Amarillo
<i>Baccharis genistelloides</i> Pers. / Asteraceae	kimsa kucho	hojas	Verde
<i>Baccharis lanceolata</i> Kunth / Asteraceae sin. <i>B. salicifolia</i> R.et.P.	Chilca	hojas y ramas tiernas	amarillo verde
<i>Baccharis spp.</i> (varias especies) / Asteraceae	taya blanca	hojas y ramas tiernas	Verde
<i>Bactris gasipaes</i> H.B.K. / Palmacea	Pijuayo	hojas	
<i>Berberís boliviana</i> Lechl. / Berberidaceae	checche	fruto raíz, tallo	Plomo Amarillo
<i>Berberís flexuosa</i> R.et.P. / Berberidaceae	ayrampito, chiqchi	corteza de tallos y raíces frutos morados	Amarillo violeta-morado
<i>Berberís lutea</i> R.&P. / Berberidaceae	espino-amarillo, checche	ramas hojas	amarillo verde

<i>Berberis vulgaris L. / Berberidaceae</i>	Agracejo	raíces o corteza	Amarillo
<i>Bidens andicola H.B.K. / Asteraceae</i>	amor seco, sillkawdepuna	toda la planta	Amarillo
<i>Bidens pilosa L. / Asteraceae</i>	amor seco, sillkaw	toda la planta	Amarillo
<i>Bixaorellana L. / Bixaceae</i>	Achiote	semilla	Anaranjado
<i>Bocconia integrifolia H.&B. / Papaveraceae</i>	Pinculio	corteza	amarillo a anaranjado
<i>Bougainvillea pachyphylla Heimerl/ Nyctaginaceae</i>	Papelillo	ramas y hojas	Marrón
<i>Buddleia coriacea Remy / Buddlejaceae</i>	colli o kiswar	inflorescencia anaranjada	rojo y naranja
<i>Buddleia longifolia H.B.K. / Buddlejaceae</i>	Quishuar	inflorescencia	amarillo
<i>Caesalpinia coriaria Wüldenow/ Leguminosae</i>	divi divi	frutos	
<i>Caesalpinia paipai R.et.P. / Leguminosae</i>	charan, paipai	frutos	Negro
<i>Caesalpinia spinosa (Mol) Kuntze / Leguminosae</i>	Tara	frutos, hojas, ramas tiernas	azul grisáceo gris a negro
<i>Calceolaria deflexa R.&P. / Schrophularaceae</i>	ayac-zapatito	flores	Amarillo
<i>Calceolaria lineris R.et.P. / Schrophularaceae</i>	wawillay, romero silvestre	hojas, ramas tiernas y flores	Amarillo
<i>Calceolaria pinnata R.&P. / Schrophularaceae</i>	ayac, zapatito	flores	Amarillo
<i>Calceolaria speciosa Penneil / Schrophularaceae</i>	zapatito de muerto	hojas, ramas tiernas y flores	Amarillo
<i>Calendula officinalis L. / Asteraceae</i>	calendula, chunchita	flores	Amarillo
<i>Canna edulis Ker. / Cannaceae</i>	Achira	semillas secas	rojo y naranja
<i>Cassia hoockeriana Gilb. / Leguminosae</i>	mutuy, muchas cassia	hojas y ramas tiernas	Verde
<i>Cassia lateopetiolata Dombey / Leguminosae</i>	Mutuy	flores, hojas corteza	amarillo beige
<i>Cedrella fissilis Veli / Meliaceae</i>	Cedro	corteza	Beige

<i>Cestrum hedioidinum</i> Dun. / Solanaceae	hierba santa	frutos baya	Azul
<i>Clorophora tinctoria</i> L. Gaud / Moraceae	insira, insira caspi	madera, látex	amarillo, verde oliva
<i>Colletia spinosa</i> Gmelin / Ramnaceae	roque, puyukasha	corteza	Amarillo
<i>Coreopsis senaria</i> Blake & Sherff / Asteraceae	Pulí	flores	Amarillo
<i>Coreopsis sp.</i> / Asteraceae	pahuau, panau	flor y hojas	Naranja
<i>Coriaria ruscifolia</i> L /Coriariaceae	mio-mio	frutos	color casi negro
<i>Curcuma longa</i> L / Z'ngiberaceae	palio, curcuma	Raíz	marrón dorado
<i>Cybistax antisiphilitica</i> / Bignoniaceae	achinhua, llangua	hojas	Azul
<i>Cybistaxquinquefoiia</i> (Veil.) Macbr. / Bignoniaceae	achihua - achihua llangua	hojas	Azul negro
<i>Cynara scolymus</i> L / Asteraceae	Alcachofa	hojas	Verde
<i>Chenopodium ambrosioides</i> L / Chenopodiaceae	Paico	hojas	Amarillo
<i>Chenopodium murale</i> L / Chenopodiaceae	hierba del gallinazo	hojas y tallos	Verde
<i>Chenopodium quinoa</i> Willd / Chenopodiaceae	Quinoa	panoja	Amarillo-anaranjado
<i>Dactilopius coccus costa</i>	Cochinilla	cuerpo del insecto hembra	Marrón oscuro diversos tonos de rojo
<i>Daphnopsis weberbaueri</i> Domke /Timelaceae	Cholito	hojas y corteza de tallo	Amarillo y marrón claro
<i>Daucus carota</i> L / Apiaceae	Zanahoria	tallos y hojas verdes	Amarillo
<i>Datura stramonium</i> L. / Solanaceae	Chamico	hojas y ramas tiernas	Verde
<i>Ephedra americana</i> H.&B. / Ephedraceae	pinco-pinco	Raíz	Champaña
<i>Ephedra torreyana</i> / Ephedraceae	pinco - pinco	tallos tiernos	Amarillo
<i>Erythryna cristagalli</i> L / Fabaceae	Pisonay	corteza	Beige

<i>Erythrina edulis Triana / Fabaceae</i>	Basul	corteza	Beige
<i>Erythroxylum paraense Peyr/ Eritroxilaceae</i>	puca llaja	hojas	Verde
<i>Escallonia resinosa R.etP. Pers. / Saxifragaceae</i>	chachacuma	hojas	Encarnado y morado
<i>Eucalyptus globulus Labill / Myrtaceae</i>	Eucalipto	hojas y ramas tiernas	Verde
<i>Eugenia riparis D.C. / Myrtaceae</i>	carapacho, raupiña	frutos	
<i>Ficus carica L. / Moraceae</i>	higuera común, higo	hojas y ramas tiernas	Amarillo
<i>Flaveria bidentis / Asteraceae</i>		hojas	Amarillo
<i>Foeniculum vulgare Mill / Umbelliferae</i>	Hinojo	hojas y tallos	Verde
<i>Fourcroya andina Trel. / Agavaceae</i>	pajpa, cabuya	hojas	Marrón
<i>Fuchsia macrostema R.etP. /Onagraceae</i>		Todo	Negro, gris
<i>Galium aparine L. / Rubiaceae</i>	Chapi	Fruto	Rojo
<i>Genipa americana L / Rubiaceae</i>	acuisho-ana, huitoc	frutos	Azul negro
<i>Genipa oblongifolia R.&P. / Rubiaceae</i>	Huitoc	fruto y corteza	Negro
<i>Genista tinctoria L. / Fabaceae</i>	retama	flores	Amarillo vivo verde
<i>Guarea purpurea C.D.C. / Meliaceae</i>	Yecheñor		marrón
<i>Hedera helix L/Araliaceae</i>	Hiedra	hojas y bayas	Verde gris
<i>Hypericum laricifolius Juss/ Clusiaceae</i>	chinchango	hojas y flores	Amarillo a anaranjado
<i>Ingafeuillei D.C. / Mimosaceae</i>	Pacae	hojas y ramas tiernas	Verde
<i>Indigofera añil L. / Fabaceae</i>	añil o índigo	hojas frescas	Azul
<i>Indigofera suffruticosa Mill. / Fabaceae</i>	índigo mutui	hojas	Azul

<i>Indigofera tinctoria</i> L / Fabaceae	Añil	hojas	Azul
<i>Indigofera truxillensis</i> H.B.K. / Fabaceae	añil – añil	hojas	Azul
<i>Iris germanica</i> L / Iridaceae	Lirio	hojas	Amarillo
<i>Juglans neotropica</i> Diels. / Juglandaceae	nogal peruano	hojas, ramas, frutos inmaduros y corteza de tallo	marrón – caoba
<i>Kageneckia lanceolata</i> R.et.P. / Rosaceae	Lloqi	hojas y ramas tiernas	azul grisáceo gris a negro
<i>Krameria triandra</i> R.&P. / Krameriaceae	pachalloqe	raíz ramas	pardo anaranjado
<i>Lawsonia inermis</i> L / Litraceae	Henna	hojas	marrón dorado
<i>Lepechinia meyenii</i> (Walp) Epl. / Lamiaceae	puna salvia pasa salvia (cerr.)	Todo	Amarillo
<i>Lepidium chichicara</i> Desv. / Brassicaceae	Chichicara	toda la planta	Verde
<i>Lepidophyllum quadrangulare</i> (Meyen) Benth & Hook / Asteraceae	Tola	Todo	amarillo, kaki, verde
<i>Lepidophyllum tola</i> / Asteraceae	Tola	Todo	Amarillo
<i>Lupinus aridulus</i> C.P.Smith / Fabaceae	q'era	Flor	Amarillo
<i>Lupinus paniculatus</i> Desr. / Fabaceae	q'era	Todo	Amarillo
<i>Malpighia glabra</i> L. / Malpighiaceae	cerezo, barbados cherry	madera	Encamado
<i>Marrubium vulgare</i> L. / Labiatae o Lamiaceae	uqi-qura, hierba gris	hojas y tallos tiernos	Amarillo
<i>Miconiachrysophyllia</i> (LC.Rich.) Urb. / Melastomataceae	pucamullaca		Pardusco
<i>Minthostachys mollis</i> (Kunth) Griseb/ Lamiaceae (Labiatae)	muña	hojas y ramas tiernas	Amarillo
<i>Mirabilis jalapa</i> L. / Nyctaginaceae	Buenas tardes, don Diego de noche	hojas, ramas y flores amarillas flores azules	amarillo azul

<i>Morus nigra</i> L. / Moraceae	Mora	hojas	amarillo verdoso
<i>Monnina salicifolia</i> R.etP. / Polygalaceae	tutawiña, pichucha	flores y frutas	Azul
<i>Muehlenbeckia hastulata</i> (Smith) Standl. / Polygonaceae	mullaca, huano negro	raíz y tallo	Azul
<i>Muehlenbeckia volcánica</i> (Benth) Endl./ Polygonaceae	mullaca, bejuquillo	frutos	Azul
<i>Murraya paniculata</i> (L.) Jack / Rutaceae	Naranjillo	flores	Negro
<i>Mutisia viciaefolius</i> Cav. / Asteraceae	chinchilcoma, mankapaki	hojas, ramas tiernas o inflorescencias	Amarillo
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) D.C. / Myrtaceae	arrayán, pampa orégano	hojas y ramas tiernas	Amarillo
<i>Myrica pubescens</i> H.& B. / Myricaceae	huacan-timbu, laurel	toda la planta	negro .
<i>Ocimum basilicum</i> L. / Lamiaceae	aJbahaca	hojas	Verde
<i>Olea europea</i> L/Oleaceae	olivo, aceituna	hojas y ramas tiernas	Amarillo
<i>Opuntia soeherensii</i> Britt & Rose / Cactaceae	Ayrampu	frutos y semillas	rojo y naranja
<i>Papaver rhoeas</i> / Papaveraceae	Amapola	flores	Rojo
<i>Persea americana</i> Mill / Lauraceae	Palta	Fruto	Rojo
<i>Petroselinum sativum</i> Hoffm / Umbelliferae	Perejil	hojas y tallos	amarillo verde
<i>Phytolacca spp.</i> / Phytolaccaceae	achiote silvestre	frutos	rojo oscuro
<i>Picramia spp.</i> /Simaroubaceae	Simatuba	ramas y hojas	Negro
<i>Poecilochroma punctata</i> (R.& P.) Miers. / Solanaceae	campanilla	frutos baya	Azul
<i>Polylepsis incana</i> H.B.K. / Rosaceae	quiñual, quinoa	hojas y tallos	Beige
<i>Prosopis chilensis</i> (Molina) Stuntz/ Leguminosae	Algarrobo	resina aserrín del tallo	pardo oscuro mostaza

<i>Prosopis juliflora</i> (SW.) D.C. / Leguminosae	algarrobo, huarango	frutos	azul grisáceo gris a negro
<i>Psoralea pubescens</i> Pers. / Fabaceae	culén, wallwa	hojas y tallos tiernos	Amarillo
<i>Pteridium aquilinum</i> L / Denstedtiaceae	helécho, águila	brotos y ramas jóvenes hojas	Dorado amarillo verdoso amarillo
<i>Punica granatum</i> L. / Punicaceae	Granado	corteza de fruto	Amarillo
<i>Ranunculus spp.</i> / Ranunculaceae	botón de oro	hojas y tallos	Amarillo
<i>Relbunium hypocarpium</i> (L) Hemsl. / Rubiaceae	antanco, chapi- chapi	raíces	marrón - rojizo rojo
<i>Relbunium microphyllum</i> (A. Gray) Hermerl / Rubiaceae	chapi-chapi	raíces	Rojo
<i>Renealmia macrantha</i> Poepp. & Endl. / Zingiberaceae	mishqui - panga	frutos	Negro
<i>Ricinus communis</i> L. / Euphorbiaceae	higuerilla, ricino	frutos secos	marrón – caoba
<i>Rorippa nasturtium-aquatium</i> (L.) Hayek/ Brassicaceae	Berro	hojas y tallos	Verde
<i>Rosmarinus officinalis</i> L. / Labiatae	Romero	hojas y ramas secas	Amarillo
<i>Rumex acetocella</i> / Polygonaceae	Pucalojo	ramas	Verde
<i>Rumex crispus</i> L. / Polygonaceae	lengua de vaca, acetosa	hojas y raíces	Amarillo
<i>Rumex cuneifolius</i> Campd. / Polygonaceae	romaza ollaque	raíces	anaranjado, gris
<i>Rumex sp.</i> /Polygonaceae	lengua de vaca, romaza	ramas	Verde
<i>Salix chilensis</i> Mol. / Salicaceae	sauce común	hojas y ramas tiernas	Amarillo
<i>Salix humboldtiana</i> Willd / Salicaceae		corteza	Bayo
<i>Salvia sagittata</i> R.et.P. / Labiatae o Lamiaceae	Salvia	hojas y tallos	Amarillo

<i>Sambucus peruvianus</i> H.B.K. / Caprifoliaceae	Saúco	corteza hojas fruto	amarillo verde, marrón morado, azul
<i>Satureja pavoniana</i> Briq. / Labiatae o Lamiaceae	wayra sacha	hojas y ramas tiernas	Amarillo
<i>Schinus molle</i> L. / Anacardiaceae	molle, mullí, falso pimienta	hojas y ramas tiernas	amarillo verde
<i>Senecio roudbeckiaefolius</i> (Meyen & Walp) / Asteraceae	Maiccha	flores y ramas	Amarillo
<i>Solanum lycioides</i> L / Solanaceae	Upatankar	tallo y hojas	Amarillo
<i>Solanum nitidum</i> R.et.P. / Solanaceae	Ñuñunga	frutos (tipo baya)	rojo y naranja
<i>Solanum tuberosum</i> L. / Solanaceae	Papa	casaca (T)	violeta, azul
<i>Spartium junceum</i> L. / Leguminosae	Retama	flores y tallos tiernos fotosintéticos	Amarillo
<i>Swietenia macrophylla</i> G. King / Meliaceae	Caoba	corteza	Rojo
<i>Swietenia sp.</i> / Meliaceae	Pitotsi	líber	Pardo
<i>Tagetes minuta</i> L. / Asteraceae	Wakatay	hojas y tallos	marrón – caoba
<i>Tagetes spp.</i> / Asteraceae	wakatay, chikchipay	hojas, tallos y flores	Amarillo
<i>Tecoma stans</i> (L) Juss / Bignoniaceae	huarango, huaranhua	tallos y hojas	amarillo, beige
<i>Teloschistes flavicans</i> / Teloschistaceae		Todo	rojo-ladrillo
<i>Thamnotia vermicularis</i> L. Ach. / Usneaceae	ayapatutum, ujutillo	Todo	Amarillo
<i>Tillandsia capillaris</i> R.&P. / Bromeliaceae	clavel del aire	Todo	ámbar anaranjado

Fuente: Olga Lock Sing de Ugaz, *Colorantes Naturales*, Perú 1997. Dimas Melgar Oncebay, *Teñido de Lana de Oveja y fibra de alpaca con colorantes naturales*, MINCETUR, Perú 2004. *Tintes Naturales – Guía de Proyectos, Proyecto FIT – PERU*, (MINCETUR – AECI), Perú. 2006.

2.4.1. GRUPO FLAVONOIDES

Los flavonoides son pigmentos vegetales que poseen un esqueleto con 15 átomos de carbonos en su núcleo básico y están arreglados bajo el sistema C₆-C₃-C₆, es uno de los grupos más numerosos y ampliamente distribuidos de constituyentes naturales, conocidos algunas veces como antoxantinas. En la naturaleza pueden encontrarse tanto en forma libre (geninas) como combinados con azúcares mediante uniones O- y C-heterosídicas. La mayoría de ellos están constituidos por un núcleo bencénico unido a una γ - pirona, incluyendo además en distintas posiciones, C-1, C-2 o C-3, un segundo anillo bencénico dando lugar a los neoflavonoides, flavonoide. Los flavonoides, compuestos ampliamente repartidos en la naturaleza, se originan a través de la combinación de la ruta del acetato y del sikimato. (Martínez A. 2005).

Para los vegetales, estos compuestos son importantes pues, además de ser responsables de las coloraciones de muchas flores, frutos y hojas y por ello intervenir en la polinización atrayendo a los insectos, participan en la vida del vegetal ejerciendo importantes funciones como por ejemplo protegerle de los efectos nocivos de la radiación UV y ejercer una eficaz actividad antioxidante. (Martínez A. 2005)

Estos compuestos tienen como características generales su solubilidad en agua y en etanol, su carácter fenólico y su intensa absorción en la región ultravioleta y visible del espectro debido a la presencia de sistemas aromáticos y conjugados. Por regla general son insolubles en éter de petróleo, lo que permite desengrasar un material antes de extraerlos. Los flavonoides se emplearon durante mucho tiempo como colorantes de lana, y actualmente se usan en la conservación de grasas o jugos de frutas debido a las propiedades antioxidantes de algunas polihidroxi flavonas. (Lock O. 1997).

De todos ellos, los que tienen mayor interés farmacológico son dentro del grupo de los flavonoides: flavonas, flavonoles y flavanonas y sus correspondientes heterósidos y los antocianósidos. Dentro este grupo de flavonoides es necesario mencionar especialmente el grupo de los antocianósidos, pigmentos de los

vegetales responsables de sus coloraciones rojas, azules y violetas. Su estructura química corresponde a compuestos heterosídicos cuya genina (antocianidol) deriva del “catión flavilio” (2-fenilbenzopirilio). (Martínez A. 2005). Hasta 1990 se conocían alrededor de 3000 flavonoides, entre ellos 450 flavonoles, 300 flavonas, 150 isoflavonas, 60 chalconas, 20 auronas, etc., los que se encuentran extensamente distribuidos entre las plantas, tanto libres o como glicósidos; estos últimos contribuyen a darle color a las flores, frutos y hojas. (Martínez A. 2005).

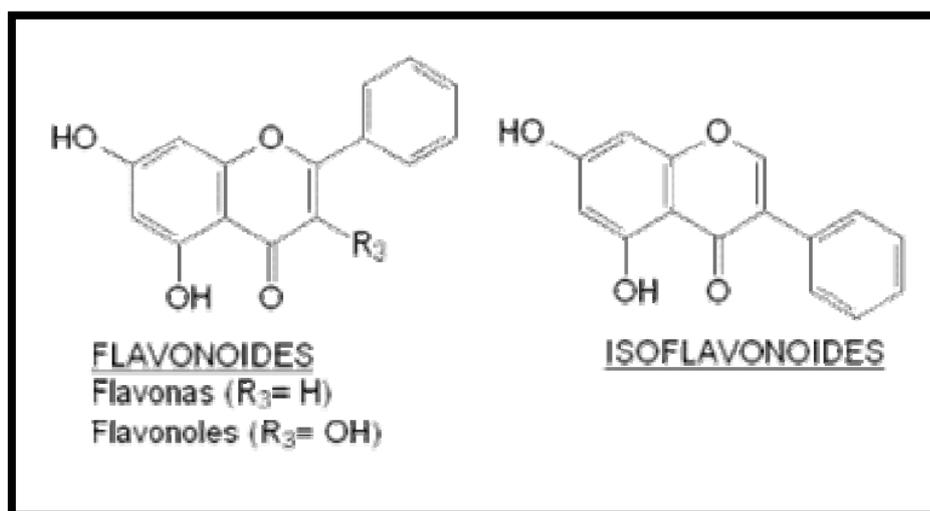


Figura 3: Formula estructurada de algunos Flavonoides

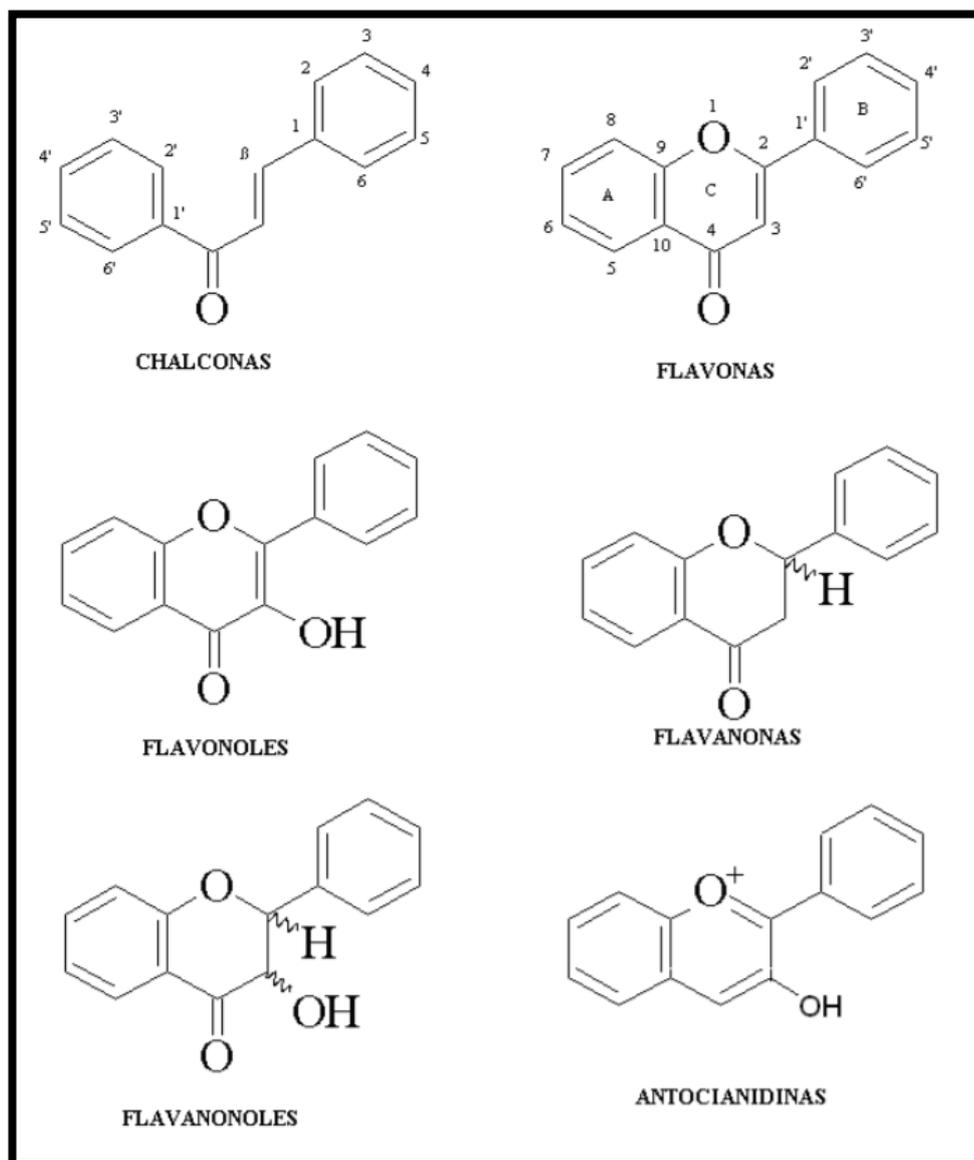
Fuente: Olga Lock Sing de Ugaz, Colorantes Naturales, Perú 1997

2.4.1.1. ESTRUCTURA BÁSICA DE LOS FLAVONOIDES

Desde el punto de vista químico, los flavonoides son fenoles del tipo diarilpropano, unidos la mayoría a una cadena de azúcar (L-ramnosa, D-glucosa, Dgalactosa, L-arabinosa), están constituidos por un anillo bencénico condensado a una -pirona (o sus derivados) sustituidas en posición 2 (3) por un radical fenilo (6).

Dependiendo del grado de oxidación del anillo piránico central, pueden diferenciarse varios tipos

- 2(3)-fenilbenzopirona: flavonas, flavonoles, flavanonas, isoflavonas, chalconas (isómeros de flavonas con anillo piránico abierto) y auronas (homólogos de flavonas con heterociclo pentagonal). 40 - 2-fenilbenzopirano: 3-flavonoles (catequinas), 3,4-flavanodiolos (leucoantocianos). - 2- fenilbenzopirilo (flavilio): antocianinas (6)



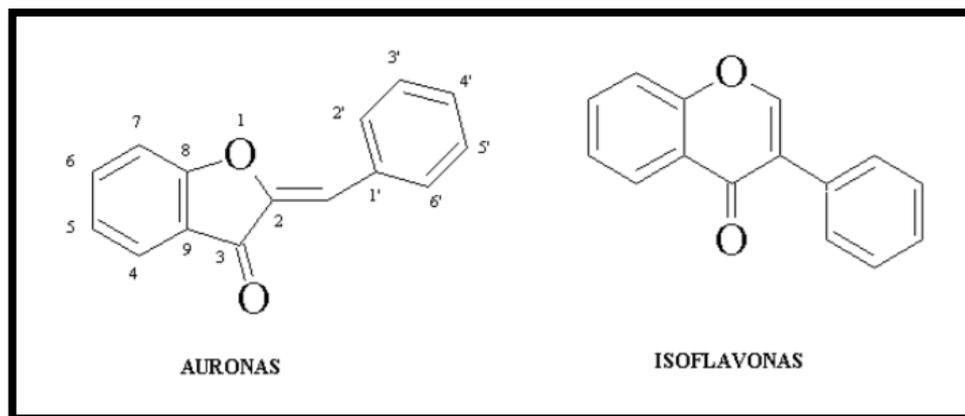


Figura 4: Principales grupos estructurales de Flavonoides.

Fuente: Olga Lock Sing de Ugaz, Colorantes Naturales, Perú 1997

2.4.1.2. EXTRACCIÓN E IDENTIFICACIÓN

Los solventes empleados en la extracción de flavonoides son muy variados y pueden ser desde muy polares como el agua y etanol para glicósidos o agliconas muy hidroxiladas, hasta menos polares como éter y cloroformo para flavonas altamente metoxiladas. Es recomendable emplear una sucesión de dos o más solventes, usualmente en el orden lipofílico; por ejemplo: éter de petróleo, benceno, éter etílico, acetato de etilo, alcoholes y finalmente agua, aunque con el agua se presenta la desventaja de su alto punto de ebullición y presión de vapor que dificultan luego el ser removida rápida y completamente del extracto. (Lock O. 1997).

La extracción de compuestos colorantes de las plantas se pueden realizar por distintos métodos: la infusión o decocción que es la técnica más popular, consiste en una extracción en agua de la planta fresca o seca con ayuda de calor, o en alcohol (tintura, vino), en algunos casos se usa la planta machacada, como cataplasma, jugo o polvo de la planta seca administrada directamente permiten separar las diferentes fracciones por partición. (Domínguez X. 1985).

La extracción para tamizaje se realiza con una extracción por maceración a temperatura ambiente con uno a tres solventes con diferentes polaridades, generalmente diclorometano o hexano, éter o etanol y agua. Los extractos se

concentran, evaporando los solventes a presión reducida y temperatura controlada (rotavapor) hasta alcanzar un estado de miel. (Domínguez X. 1985).

La extracción para elucidación estructural consiste en una maceración o extracción Soxhlet usando inicialmente un solvente de amplio espectro (metanol o etanol) y luego un fraccionamiento con diferentes solventes o mezclas de solventes que permiten separar las diferentes fracciones por partición. (Domínguez X. 1985).

Para la identificación de flavonoides se utilizan varias reacciones coloridas, la más usual es la reacción de Shinoda.

- **Reacción de Shinoda:** al extracto alcohólico incoloro o ligeramente amarillo se le coloca un pequeño trozo de magnesio y unas pocas gotas de HCl concentrado el desarrollo inmediato de coloración es indicativo de la presencia de flavonas y flavonoles (amarillo a rojo), flavanoles (rojo a magenta) flavanonas (rojo, magenta, violeta, azul), isoflavonas (amarillo), isoflavononas, chalconas y auronas no dan coloración.
- **Reacción con H₂SO₄ concentrado:** las flavonas y flavonoles dan coloraciones fuertemente amarillas, las flavanonas, anaranjadas o guindas; las chalconas y auronas, rojo guinda o rojo azulado.
- **Reacción con álcalis:** los extractos acuosos pueden mostrar variaciones de color con el agregado de un álcali, si hay presencia de flavonas, flavanoles e isoflavonas se ponen amarillas; flavanonas y flavonoles cambian de amarillo a naranja; chalconas de naranja a rojizo.
- **Prueba de Marini Bettolo:** con solución de SbCl₅ en CCl₄, los flavonoides en general dan colores característicos o formación de precipitados; por ejemplo, las flavonas dan precipitados amarillo o anaranjado, y las chalconas, rojo oscuro o violeta.

- **Reactivo de Dimroth:** solución de H_3BO_3 en Ac_2O , las 5-hidroxi flavonas dan soluciones anaranjadas o rojas. (Domínguez X. 1985).

2.4.2. GRUPO TANINOS

Los taninos son compuestos polifenólicos, más o menos complejos, de origen vegetal, masa molecular relativamente elevada, sabor astringente, conocidos y empleados desde hace muchos siglos por su propiedad de ser capaces de convertir la piel en cuero, es decir de curtir las pieles. Esto se debe a su capacidad para unirse a macromoléculas como hidratos de carbono y proteínas. Precipitan con sales de metales pesados, proteínas y alcaloides. (Shirata Y. 1996).

Se trata de compuestos hidrosolubles, dando a veces disoluciones coloidales en agua, solubles también en alcohol y en acetona e insolubles en disolventes orgánicos apolares. Dentro de los vegetales los taninos suelen encontrarse en las vacuolas celulares, combinados con alcaloides, proteínas u osas. Clásicamente se han distinguido dos tipos de taninos:

Taninos hidrolizables, llamados también gálicos o pirogálicos. Estos taninos como su denominación indica se hidrolizan con facilidad tanto por ácidos y álcalis como por vía enzimática y son generalmente de formación patológica. Se localizan en algunas Dicotiledóneas especialmente en Fagaceae, Anacardiaceae y Leguminosae.

Taninos condensados o proantocianidinas, se conocen también como no hidrolizables, ya que se hidrolizan con dificultad y por el contrario, el tratamiento con calor y ácidos minerales origina polímeros de alto peso molecular (flobafenos). Este tipo de taninos se producen en el metabolismo normal de los vegetales por lo que se consideran fisiológicos y se encuentran ampliamente repartidos en el reino vegetal. Químicamente se forman por condensación de catequizas y catecoles (flavanoles) con uniones directas C-C entre las moléculas. (Shirata Y. 1996).

Las propiedades más interesantes de los taninos se deben a su capacidad de combinarse con diversas sustancias formando complejos. Presentan también los taninos propiedades antioxidantes comportándose como captadores de radicales libres. (Shirata Y. 1996).

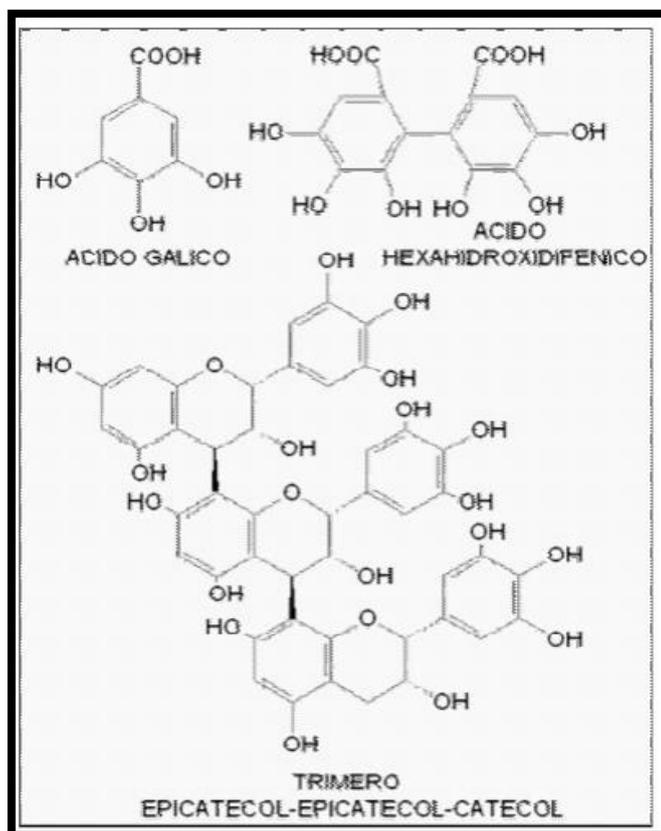


Figura 5: Formula estructurada de algunos Taninos

Fuente: Shirata Yoshiko, Colorantes Naturales. México, 1996.

2.4.2.1. IDENTIFICACIÓN:

Si el extracto es alcohólico se lleva a sequedad y se redisuelve con agua. Se toma 5 gotas del extracto y se añade una gota de solución de gelatina y cloruro de sodio al 5% (NaCl); observándose que un precipitado indica la presencia de taninos. (Domínguez X. 1985).

2.4.3. GRUPO QUINONAS

Las quinonas son muy abundantes en la naturaleza, en el Reino Vegetal se encuentran tanto en vegetales superiores como en hongos y bacterias. Sus

colores pueden ser desde el amarillo pálido hasta casi negro, siendo en su mayoría de color amarillo-rojo. Dependiendo del grado de complejidad de su estructura química pueden clasificarse en benzoquinonas, naftoquinonas o antraquinonas si son estructuras monocíclicas, bicíclicas o tricíclicas. (Domínguez X. 1985).

Las naftoquinonas, localizadas preferentemente en vegetales superiores, se encuentran en las plantas frescas en forma heterosídica, liberándose la genina durante el proceso de desecación. También algunas naftoquinonas pueden ser empleadas en cosmética como colorantes naturales. Las naftoquinonas o antraquinonas están ampliamente distribuidas en microorganismos, plantas, equinodermos e insectos. Las familias vegetales más ricas en compuestos antracénicos son las rubiáceas, las ramnáceas y las poligonáceas; y en una menor proporción las liliáceas, leguminosas, bignoniáceas, melastomatáceas, droseráceas, vismiáceas. (Domínguez X. 1985).

Las antraquinonas son pues quinonas tricíclicas derivadas del antraceno y constituyen el grupo más interesante de quinonas. Pueden llevar funciones hidroxílicas en su estructura en diversas posiciones: si poseen dos grupos OH en las posiciones 1 y 2, tienen propiedades colorantes; si éstos se encuentran en las posiciones 1 y 8, el efecto es laxante. (Domínguez X. 1985).

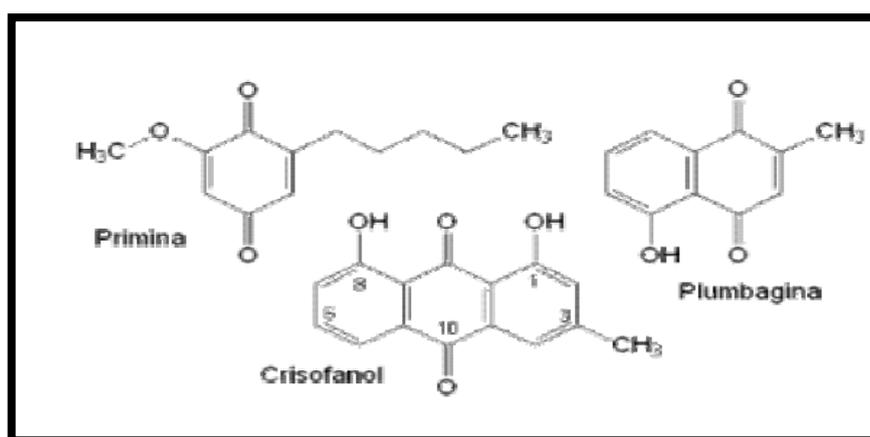


Figura 6: Formula estructurada de algunas Quinonas.

Fuente: Xorge Domínguez, Métodos de Investigación Fitoquímica. México, 1985.

2.4.3.1. EXTRACCIÓN E IDENTIFICACIÓN

Los procedimientos para el aislamiento de estas sustancias dependen del tipo de núcleo de interés, es decir si se desea obtener las agliconas, los glicósidos, las formas reducidas, las formas oxidadas, etc. Para aislar efectivamente las agliconas, la muestra vegetal se extrae con solventes poco polares como éter etílico o benceno. Los compuestos glicosídicos se extraen ya sea con etanol, agua o mezclas de etanol-agua. Cuando se desee extraer las formas reducidas, debe tenerse precaución especial, ya que la sola presencia del oxígeno del aire produce la oxidación, en este sentido es aconsejable trabajar en atmósferas inertes como por ejemplo, una atmósfera de nitrógeno. (Domínguez X. 1985).

Para la identificación se utiliza los siguientes métodos de identificación.

Ensayo de Bornträger: En este ensayo, una porción del material vegetal se pone en ebullición con una solución de KOH acuoso diluido, durante varios minutos. Este tratamiento no solo hidroliza los glicósidos antracénicos, sino que también oxida las antronas y antranoles hasta antraquinonas. La solución alcalina se deja enfriar, se acidifica y se extrae con benceno. Cuando la fase bencénica se separa y se pone en contacto con una solución acuosa diluida de un álcali, la fase bencénica pierde su color amarillo, y la fase acuosa se torna de color rojo si la muestra contiene antraquinonas. El ensayo no es específico para las antraquinonas ya que las naftoquinonas también dan coloraciones rojas. Si la muestra contiene antraquinonas parcialmente reducidas, la solución original no se torna roja inmediatamente después de hacerla alcalina, pero se torna de color amarillo con una fluorescencia verdosa, y poco a poco se va tornando roja, a medida que ocurra la oxidación. Si se desea, la oxidación puede acelerarse añadiendo un poco de peróxido de hidrógeno al 3% acuoso. La reacción colorimétrica puede utilizarse también como base para la valoración cuantitativa de estas sustancias en diferentes muestras.

Ensayo con Acetato de Magnesio alcohólico: Al tratar las soluciones que contienen antraquinonas puras con una solución de Acetato de magnesio en alcohol, se producen coloraciones características dependiendo del patrón de

hidroxilación de la sustancia. Las sustancias m- hidroxiladas producen color amarillo naranja, las p-hidroxiladas color púrpura, y las o-hidroxiladas producen coloraciones violeta.

Ensayo de reducción drástica: Las antraquinonas pueden reducirse drásticamente hasta antraceno por destilación en seco con zinc en polvo. Este tratamiento convierte los compuestos tipo antrona o antraquinona en antraceno, el cual es destilado y se puede identificar por su punto de fusión (216°C). Por su parte las 2-metilantronas y 2- metilantraquinonas forman 2-metilantraceno (P.F. 245°C), y pueden distinguirse fácilmente de las naftoquinonas, las cuales producen naftaleno (P.F. 80°C). (Domínguez X. 1985).

2.5. MÉTODOS DE EXTRACCIÓN

La extracción se basa en la separación de porciones biológicamente activas, utilizando un solvente y un proceso de extracción adecuado. Los principios a extraer se encuentran disueltos en el citoplasma de la célula vegetal o formando sales que se encuentran “incrustadas” en la célula, para facilitar la extracción de los mismos, la inflorescencia de colli es sometida a un proceso de molturación o troceado que destruye las estructuras que los contienen, mejorando así el rendimiento de la extracción.

2.5.1 EXTRACCION CONTINUA SÓLIDO - LÍQUIDO TIPO SOXHLET

Se realiza la inflorescencia de colle (*Buddleja coriacea*) en un extractor continuo sólido - líquido empleándose alcohol etílico como solvente de extracción y la muestra seca y molida, el equipo de vidrio, que consta de tres partes: A: matraz B: corneta C: condensador El funcionamiento es el siguiente: En **A** se dispone el matraz del disolvente, en contacto con una manta calefactora; en **B** se dispone de una corneta donde se deposita un cartucho de papel filtro o tela que contiene un peso dado de la inflorescencia de colli; **C** es el condensador y en él se condensa el disolvente que por efecto de la gravedad cae en **B** embebiendo el material vegetal. El empleo de este método garantiza que durante la extracción no existe la posibilidad de degradar las moléculas del colorante por efecto de la

temperatura, debido a que se emplean bajas temperaturas durante la operación, además de permitir el uso de distintos disolventes, según convenga.

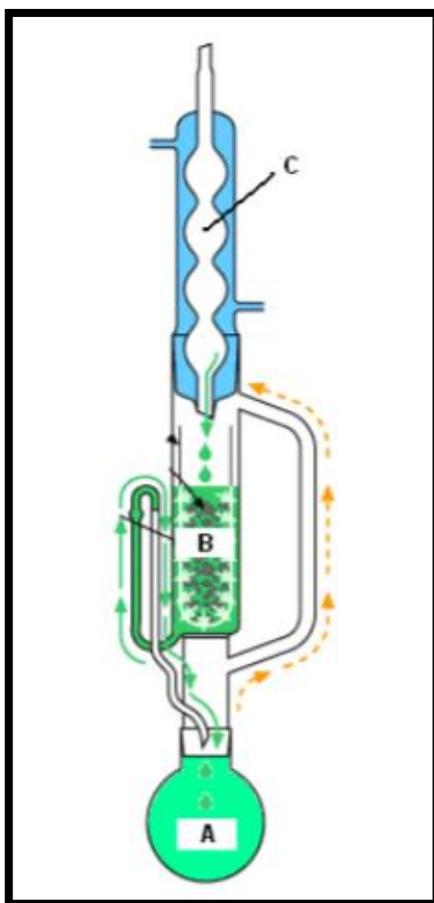


Figura 7: Extractor Tipo Soxhlet

Fuente: Cevallos Suarez, Jennifer. (2017).

2.5.1.1. CAMPO DE APLICACIÓN

Mediante la extracción por solventes orgánicos (etanol) de colorantes naturales de una de las especies vegetales de la región Puno y su posterior aplicación en el teñido de fibra de alpaca en forma de madejas.

2.5.1.2. CARACTERÍSTICAS GENERALES

2.5.1.2.1. ETANOL

Es un líquido incoloro, fácilmente inflamable, arde con llama azulada pálida. Su solubilidad en el agua es en todas las proporciones, siendo además soluble en diversas sustancias orgánicas e inorgánicas cuando se mezcla en estado anhidro. El etanol es obtenido mediante la destilación y rectificación de productos provenientes de sustancias fermentables permitidas. La materia prima de la que proviene tiene sabor y olor imperceptible, es por ello que predomina el olor y sabor ardiente característico. La graduación alcohólica alcanzada durante su destilación no debe ser menor de 96% v/v a 20°C. Presentando un máximo de cogenéricos del orden de 10 miligramos/100 mililitros de alcohol anhidro.

Tabla 5: Características generales del Etanol

Grado alcohólico a 20°C	96°g.l
Gravedad específica a 20/20°C	0.8089
Ácidos totales, como ácido acético en mgr/100mls.	1.8
Aldehídos, como acetaldehídos, en mgr/100mls	1.0
Esteres, como acetato de etilo, en mgr/100mls	6.5
Residuo no volátil, en mgr.	0.1
Peso molecular	46
Punto de ebullición	78.32°C
Punto de inflamación	12°C
Punto de congelación	-130°C
Tensión de vapor a 20°C	44.0mmhg
Calor específico a 20°C	0.615kg-cal
Calor latente	209kg-cal

Fuente: Alejandra Muñoz R. C.U.A.C. 2014 (Muñoz, 2014)

2.5.3. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA EXTRACCION

Los factores que influyen en la extracción de colorantes son las siguientes:

A. Temperatura.- Diehi (1984), normalmente la extracción se desarrolla con buen rendimiento tanto en la calidad extraída como en la velocidad o tiempo, cuando es a la mayor temperatura permisible, el soluto que interesa extraerse sufrirá cambios químicos que no son deseables para la buena cantidad del producto. A mayores temperaturas, mayor es la solubilidad del soluto en el solvente, como se logra una mayor concentración del soluto en el extracto. Al aumentar la temperatura, aumenta la difusión y permite también aumentar la velocidad de extracción.

B. Tamaño de partícula.- Raymond (1962), es necesario llegar al tamaño óptimo de partícula con el fin de lograr la mayor difusión del soluto al solvente. Para el tamaño óptimo hay que tener en cuenta lo siguiente:

i. Cuantas más pequeñas sean las partículas mucho mejor es el área interfacial entre el sólido y el líquido y por lo tanto la relación y la velocidad de transferencia del material son mayores.

ii. Cuando el material es demasiado fino, ofrece dificultades en la extracción ya que en algunos casos impide la libre circulación del líquido y del drenaje del sólido residual resulta más difícil. Cuando se hable del tamaño de partículas que permita el tiempo necesario para la extracción con alto rendimiento de concentración y menor tiempo de extracción.

2.6. MÉTODOS DE IDENTIFICACIÓN

2.6.1. ESPECTROFOTOMETRÍA ULTRAVIOLETA-VISIBLE

Es una técnica analítica experimental que permite determinar la detección específica de moléculas y la concentración de un compuesto en solución. Una de sus principales características es la precisión y sensibilidad, puede aplicarse a distintos estados de la materia (sólido, líquido, gas). Se basa en que las

moléculas absorben las radiaciones electromagnéticas y a su vez que la cantidad de luz absorbida depende de forma lineal de la concentración. Para hacer este tipo de medidas se emplea un espectrofotómetro, en el que se puede seleccionar la longitud de onda de la luz que pasa por una solución y medir la cantidad de luz absorbida por la misma, (Abril Díaz, y otros, 2017).

2.6.2. CROMATOGRAFÍA DE CAPA FINA

Este método es empleado para la separación de mezclas de toda clase. En la actualidad este método es empleado en la separación de mezclas de toda clase de productos naturales y está reconocida como una técnica analítica importante en las farmacopeas modernas. Las principales ventajas que presentan son la versatilidad, velocidad y sensibilidad. La versatilidad se debe a la posibilidad de empleo de un variado número de adsorbentes (celulosa, óxido de aluminio, celita, hidróxido cálcico, poliamida), aunque es la sílica gel la que se emplea mayoritariamente. La mayor velocidad es debida a la naturaleza compacta del soporte cuando se embebe. La detección de los compuestos separados se realiza por métodos generales o específicos. Así, la luz UV permite detectar sustancias que absorben a la longitud de onda larga (365nm) y de onda corta (254nm). También rociando la capa con reactivos químicos, lo cual se convierte en una ventaja adicional, puesto que permite el empleo de reactivos a base de ácidos como por ejemplo el ácido sulfúrico (H_2SO_4) concentrado, agente muy útil en la detección, (CASTILLO MEMBREÑO & RAMÍREZ GONZÁLEZ, 2006).

Tabla 6: Familia de compuestos que tienen oxígeno en su estructura

Numero de onda(cm-1)	Asignación
3600 3550-3500 1300-1000	<i>Alcohol y fenoles</i> Estiramiento O-H del alcohol Estiramiento O-H del fenol Estiramiento C-O
1100	<i>Eteres</i> Estiramiento C-O-C
2900-2700 1740-1720 1730-1700 1720-1680 1700-1680	<i>Adehidos y cetonas</i> Estiramiento C-H del aldehído Estiramiento C=O del aldehído alifatico Estiramiento C=O de la cetona alifatica Estiramiento C=O del aldehído aromático Estiramiento C=O de la cetona aromática
1750-1730 1730-1705 1310-1250 1300-1100	<i>Eteres</i> Estiramiento C=O alifático Estiramiento C=O aromático Estiramiento C-O aromático Estiramiento C-O alifático
3300-2500 1700 1430 1240 930	<i>Acidos carboxílicos</i> Estiramiento O-H Estiramiento C=O Flexion C-O-H en el plano Estiramiento C-O Flexion C-O-H fuera del plano
1840-1800 1780-1740 1300-1100	<i>Anhidridos</i> Estiramientos C=O Estiramientos C=O Estiramientos C-O

Fuente: Pedro Mondragón Cortez (2017).

2.6.3. COMERCIALIZACIÓN

Los colorantes pueden ser suministrados en forma de soluciones, aunque por lo general se comercializan como polvos, que contiene una o varias sustancias colorantes. Cuando el suministro de los colorantes es en seco, se economizan costos de transporte y garantizan una mejor conservación de productos. Dentro de los métodos para obtener los colorantes en polvo tenemos la liofilización, aunque también pueden utilizarse otros métodos alternativos.

2.6.4. LIOFILIZACIÓN

La liofilización consiste en evaporar el agua a una sustancia congelada sin pasar por el estado líquido, se congela la solución acuosa de la sustancia química que deseamos liofilizar y a esa baja temperatura que impide cambios químicos de deterioro, se le somete a un alto vacío que hace pasar el solvente del estado sólido al estado gaseoso, sin pasar por el estado líquido; es una forma de secar un producto químico a temperaturas bajas, sin el deterioro que produciría el recalentamiento. Se obtiene una masa seca, esponjosa de más o menos el mismo tamaño que la masa congelada original, mejorando su estabilidad y siendo fácilmente re disuelta en el solvente adecuado

2.7. LA FIBRA NATURAL DE ALPACA

La fibra de alpaca (Llama-Glama Pacos) está catalogada como una fibra de origen natural de naturaleza proteica proveniente del vellón de la alpaca. La mayor población de alpacas se encuentra en Perú (regiones de Puno (1712 110), Cusco (400 877) y Arequipa (384 000)) y Bolivia con 87% y 9%, respectivamente, siendo la población mundial de 3 611 730. La producción de alpacas abastece al 82% de la demanda mundial de fibra.

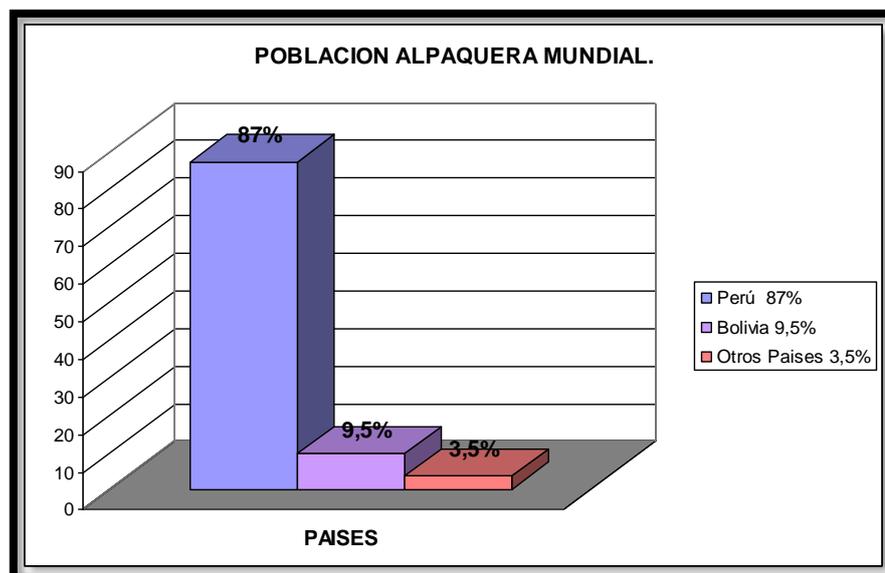


Figura 8: Población alpaquera mundial.

Fuente: Ministerio de Agricultura- Perú (MINAG) 2010

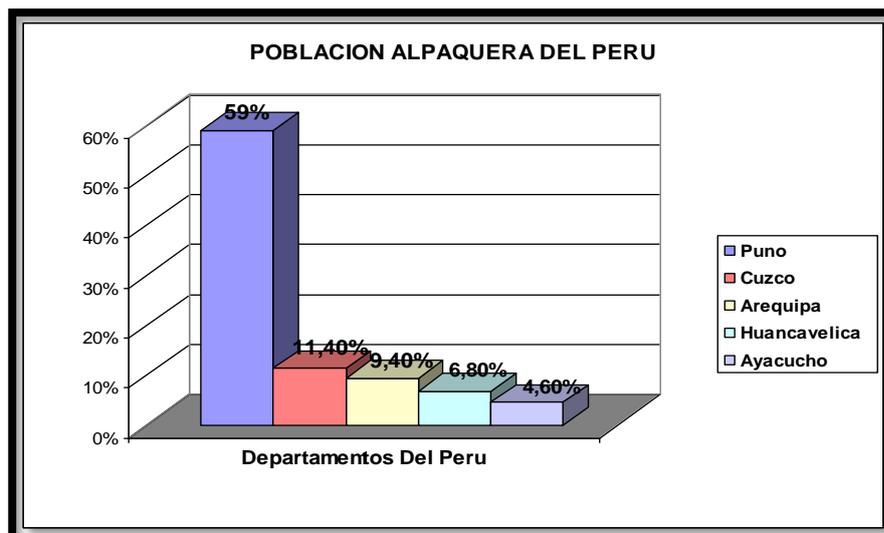


Figura 9: Población alpaquera nacional.

Fuente: Ministerio de Agricultura- Perú (MINAG) 2010

Tabla 7: Población alpaquera del departamento de Puno

PROVINCIAS	SURI	HUACAYA	TOTAL
CHUCUITO	7,770	169,260	177,030
EL COLLAO	2,448	124,742	127,190
HUANCANE	2,656	161,064	163,720
LAMPA	11,536	292,834	304,370
MELGAR	40,213	244,937	285,150
MOHO	656	11,564	12,220
SAN ANTONIO DE PUTINA	7,242	112,268	119,510
SAN ROMAN	3,257	39,093	42,350
SANDIA	4,555	43,205	47,760
YUNGUYO	197	473	670
PUNO	6,696	141,884	148,580
AZANGARO	19,461	151,929	171,390
CARABAYA	10,924	221,286	232,210

Fuente: Ministerio de Agricultura- Perú (MINAG).2010

2.7.1. ESTRUCTURA DE LA FIBRA DE ALPACA

La cutícula de la fibra de alpaca está formada por células alargadas y achatadas de muy pobre desarrollo, por lo que escamas cuniculares son bastante rudimentarias y consiguientes con lento poder filtrante. La medula tiene similar desarrollo que en la fibra de ovinos, no existe las fibras finas y aumenta progresivamente con el aumento de grosor de la fibra. La medula ocupa las $\frac{3}{4}$ partes del diámetro del grosor de la fibra, tiene un amplio desarrollo inclusive con la presencia de medulas dobles es por eso que le da la categoría de fibra. (Trejo W. 1992).

2.7.2. CARACTERÍSTICAS DE LA FIBRA

2.7.2.1. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DE LA FIBRA

Rojas, (2011). Cada fibra es segregada en un folículo piloso de la piel de alpaca, superficialmente las fibras se conforman por placas superpuestas denominadas escamas las que se encuentran direccionadas desde la raíz hacia la punta de la fibra. Estas escamas, en la fibra de alpaca son muy pequeñas y apenas visibles y menos protuberantes, es decir con bordes menos sobresalientes.

2.7.2.2. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE LA FIBRA

Escobedo, (1999). La fibra es una estructura proteínica, lo que significa que la estructura de la fibra depende de la buena salud del animal durante todo el periodo comprendido entre esquila a esquila. Generalmente la fibra de alpaca, - 4- está compuesta por una proteína compleja denominada queratina, que es una proteína fibrosa, protectora y altamente insoluble.

Hallen, (2002). Las fibras proteicas están compuestas por elementos como carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno; además la lana contiene azufre. La red molecular de la queratina está compuesta por moléculas y cadenas de péptidos unidos entre sí por enlaces salinos entre los grupos terminales de los aminoácidos dibásicos y dicarboxílicos, o por los enlaces S-S, formados por la cistina. La composición de aminoácidos de la queratina en la fibra no es constante, sino hay diferencia entre las distintas lanas, diferentes a lo largo de

las fibras debido a la nutición y diferencia entre los elementos estucturales de la fibra. El contenido de la cistina en la queratina es más alto que cualquier otra proteína, contribuyendo éste hecho grandemente a las especiales características físicas y químicas de las fibras de camélidos.

Tabla 8: Composición de la Queratina

COMPONENTES	PORCENTAJE
Carbono	50%
Oxígeno	23%
Nitrógeno	17%
Hidrógeno	7%
Azufre	3%

Fuente: Obando, (2013).

2.7.2.2.1. COMPOSICIÓN DE LA FIBRA

Álvarez, (1997). La fibra de lana es una secreción que se produce en la piel del animal a expensas de sus propias proteínas vivas. La fibra está formada de las siguientes partes: cutícula o corteza, médula, córtex. La figura 8 muestra el corte esquemático de una fibra de alpaca.

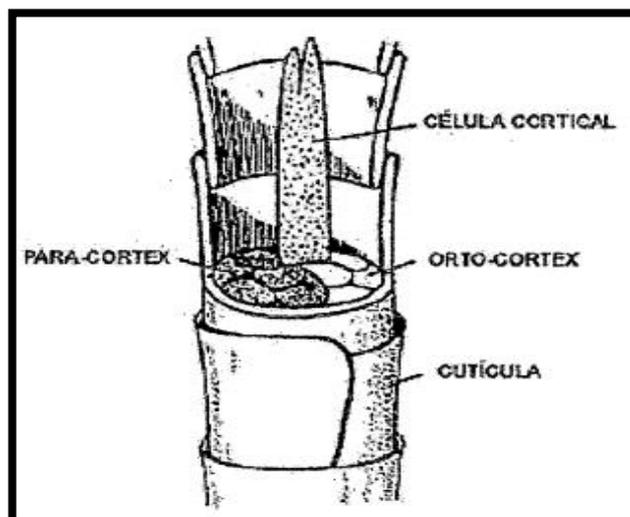


Figura 8: Corte esquemático de una fibra de alpaca

Fuente: Álvarez, (1997).

2.7.2.2.2. LA CUTÍCULA O CORTEZA

Álvarez, (1997). Formada por una epicutícula y de una capa córnea fibrosa de escamas, la misma que es resistente al ataque químico en comparación con el resto de la fibra, contribuye a suavizar su aspereza, e impide la penetración de moléculas extrañas dentro de la fibra. Las escamas provocan irritación a la piel de algunas personas. El revestimiento de escamas da a la lana la resistencia a la abrasión y capacidad de infiltrarse. La epicutícula es una membrana no proteica que proporciona repelencia al agua de las fibras.

2.7.2.2.3. LA MÉDULA

Álvarez, (1997). Es el área hueca ubicada en el centro de la fibra la cual es más pronunciada en las zonas bastas que en las zonas finas de la misma. Las células de la corteza pueden romperse durante la queratinización dejando un canal hueco en el centro de la fibra. Este canal se denomina "Médula" y puede ser continua o fragmentada. Esta medulación provoca una mayor refracción de la luz por estar el espacio lleno de aire, esto provoca que las fibras una vez teñidas aparezcan más claras.

2.7.2.2.4. EL CÓRTEX

Álvarez, (1997). Es la parte principal de la fibra de lana, ocupa el 90% del total de la misma y es el responsable de la mayoría de propiedades: resistencia, elasticidad, propiedades tintóreas. Está formado por células largas, finas y planas en forma de cigarrillos que tienen un núcleo cerca del centro que se denominan células corticales, las mismas que a su vez están formadas por fibrillas más pequeñas.

2.7.3. VELLÓN DE LA ALPACA

Varía de acuerdo al tipo de o variedad del cual proviene, en la fibra de alpaca se distingue dos tipos o razas de animales una es Suri y la otra Huacaya. El vellón de la variedad Suri se caracteriza por ser más pesado, compuesta por mechales de aspecto lacio sin rizado, brillante y suave al tacto; Huacaya es más esponjoso, parecido al vellón de ovino y las fibras exhiben un grado de rozamiento débil. El

peso del vellón de alpaca es variable de acuerdo a la edad de crecimiento de la fibra, así para vellones esquilados cada dos años se reporta de 7 a 8 libras de promedio. Otros aspectos influyentes en el peso del vellón son el sexo y grado de finura de la fibra. (Carpio M. 1980)

La longitud de diámetro de la fibra tiene altos coeficientes de variación dependiendo del nivel de mejoramiento que exhiben los rebaños. La parte más uniforme del vellón, la constituyen la zona adyacente a la línea superior del animal, mientras que las partes restantes denominadas bragas, se caracterizan por su mayor diámetro de fibra y longitud, así como su alto grado de variabilidad. (Carpio M. 1980).

Tabla 9: Características físicas del Vellón de alpaca

Características del Vellón	Suri.	Huacaya.
Tipo	Dividido deja al descubierto el dorso	Entero esponjoso protege todo el cuerpo.
Longitud	Mayor longitud	Menor longitud
Densidad	Menor	Mayor
Forma de Mechas	Colgantes y largas.	En forma de rulos al pleno del cuerpo
Rizos	Pocos, fibra lacia	Tendencia al rozamiento
Finura	Promedio 26.8 micras más uniformes	Promedio 27.7 micras menos uniforme
Brillo	Brillante	Menos brillo parece lana
Suavidad	Más suave	Menos suave
Elasticidad	Más elástica	Menos elástica
Poder filtrante	Mayor	Menor
Rendimiento	Mayor	Menor.

Fuente: Informe 01-97/tec-edu-minag/arequipa.Enero 13,1998.

2.7.4. PROPIEDADES FISICAS DE LA FIBRA

- **Finura:** Esta varía según las diferentes calidades de la fibra de alpaca. Las fibras a medida que se asume su finura tiende a ser mayormente uniforme. La variación del diámetro a finura se debe bien al factor genérico o a condiciones ambientales, dentro de los rangos de finura se puede apreciar que a medida que el diámetro aumenta, el porcentaje de modulaciones igualmente se incrementa. Esta variación en su sección transversal, teniendo a la circularidad aquellas de mayor finura y aumentando la elipticidad en aquellos de mayor diámetro.

Tabla 10: Estándares promedio de finura de fibra de alpaca

CALIDAD	FINURA (micrones)
Baby	20.5
Baby	22
First Fleece	25.5
Huarizo	30.0
Suri First Fleece	25.5
Suri Huarizo	30.0
Gruesa	33
Mixed Pieces	30

Fuente: Ministerio de Agricultura CONACS 2010

- **Ondulación:** La fibra de alpaca casi no tiene ondulaciones en comparación con la lana de ovino.
- **Longitud (Hm):** La longitud de la fibra y su variabilidad está en relación al periodo de crecimiento de la misma, así al considerar la fibra de alpaca de dos años de crecimiento, la longitud y la variación son mayores que aquellas de un año de crecimiento.

- **Color:** Los vellones muestran una gama de tonalidades que van desde el blanco al negro, pasando por una gran variedad de combinaciones de cremas, cafés, plomos hasta llegar al negro.
- **Resistencia:** La fibra de alpaca es casi tres veces más resistente que la lana de ovino.
- **Conductividad Térmica:** Son malas conductoras de calor en grado más intenso que la lana de ovino.
- **Rendimiento:** Depende al igual que la lana de ovino de la calidad de la fibra.
- **Densidad:** Es de 1.31 g/cm^3 .
- **Estiramiento:** Es la propiedad que le permite a la fibra estirarse en gran proporción, antes de romperse. Esto es muy importante, desde el punto de vista textil, dados que procesos como el cardado, peinado e hilado someten a la fibra a considerables tenciones.
- **Elasticidad:** Se refiere al hecho que la fibra regresa a su longitud natural, luego de estirarse, dentro de ciertos límites, ya que llega un momento en que, al romperse los enlaces químicos, la lana que no vuelve a su largo original.
- **Higroscopicidad:** Todas las fibras naturales absorben la humedad de la atmósfera, y entre ellas, la fibra de alpaca es la que lo realiza en mayor proporción.
- **Flexibilidad:** Es la propiedad de las fibras, por la cual se pueden doblar con facilidad, sin quebrarse o romperse. Esta propiedad es de gran importancia para la industria, tanto en hilandería, como en tejedura, para lograr tejidos resistentes. (Trejo W. 1992)

2.7.5. PROPIEDADES QUÍMICAS DE LA FIBRA

- **Acción de las sales metálicas:** El pelo de alpaca adsorbe muy bien los óxidos metálicos y cuando se trata con soluciones de sales metálicas pesadas ejerce sobre el óxido un papel reductor. Esta propiedad se aprovecha para el mordentado del pelo, o sea la impregnación de sales.
- **Acción de los álcalis:** Se manifiestan por la gran afinidad que posee hacia ellas y la retiene tenazmente, se disuelve fácilmente en solución de NaOH al 5% los álcalis más débiles como el carbonato de sodio y potasio y jabón son de acción menos destructoras, pero a temperatura de ebullición pueden causar considerables perjuicios sobre la fibra.
- **Acción a los ácidos:** La fibra es resistente a la acción de los ácidos suaves o diluidos, pero en cambio los ácidos minerales concentrados, como por ejemplo, el sulfúrico y el nítrico provocan desdoblamiento y descomposición de la fibra. Sin embargo, soluciones diluidas de ácido sulfúrico son usados durante el proceso industrial de la fibra, para carbonizar la materia vegetal adherida a la fibra.
- **Efecto de los solventes orgánicos:** La mayoría de los solventes orgánicos usados comúnmente para limpiar y quitar manchas de los tejidos de lana, son seguros, en el sentido que no dañan las fibras.
- **Resistencia biológica de la fibra:**
 - **Microorganismos:** Presenta cierta resistencia a bacterias y los hongos; sin embargo esto depende de la atmósfera en donde se almacene, si esta es húmeda y con polvo puede ser deteriorada.
 - **Insectos:** Desde el momento que decimos que la fibra es una proteína, y por lo tanto puede considerarse como un alimento; es por lo tanto una fuente de alimento para distintos tipos de insectos, las lardas de la polilla de ropa y los escarabajos de alfombras son los predadores más comunes. (Trejo W. 1992).

2.8 TEÑIDO EN FIBRA DE ALPACA

Ojeda, (2012). El teñido es la interacción de la fibra con el medio acuoso del tinte natural, donde se producen reacciones químicas, en donde los iones del tinte son difundidos en la fibra, pero en condiciones correctas reaccionan y se enganchan, así mismo por enlaces covalentes a las moléculas largas de la fibra formando nuevas derivaciones de color en las fibras.

2.8.1. PROCESO DE TEÑIDO

Ojeda, (2012). Teñido de fibras textiles con colorantes naturales, industriales se realiza en una solución generalmente acuosa denominada licor o baño de teñido. Un proceso de teñido está realizado correctamente cuando la coloración es relativamente permanente, es decir, si no se remueve fácilmente por efecto de agentes externos como la luz y el agua. El proceso de teñido se puede describir en varias etapas, el colorante se difunde en una fase líquida para llegar hasta la fibra, posteriormente el colorante pasa de la fase líquida a la fase sólida sobre la superficie de la fibra y finalmente el colorante ingresa al interior de la fibra estableciendo enlaces para fijarse dentro la misma. Durante el proceso de teñido de la fibra se tiene diferentes etapas:

2.8.2. ETAPAS DEL PROCESO DE TEÑIDO DE UNA FIBRA PROTEICA

Ojeda, (2012). En un proceso de tintura una molécula de colorante pasa por varios procesos o fases antes de quedar unida químicamente a la fibra.

2.8.2.1. DISGREGACION

Ojeda, (2012). Los auxiliares y el colorante se encuentran en el seno del líquido en sus formas simples, miscelares o formando agregados moleculares. Estos agregados están sometidos a equilibrios fisicoquímicos específicos que dependen en cada caso de las especies presentes en el sistema. Cuando se rompe el equilibrio se da la disgregación.

2.8.2.2. DIFUSIÓN DEL COLORANTE/CONVECCIÓN

Ojeda, (2012). Las moléculas de colorante se mueven desde el seno del baño hasta las zonas próximas a la superficie de la fibra por difusividad debido a la existencia de gradientes de concentración; Así mismo, ocurre en una

Existen diversos factores que condicionan la difusión del colorante, acelerando o retardándolo, por ejemplo: el estado de agregación del colorante, la estructura cristalina de estas moléculas, las fuerzas de repulsión eléctrica desde las fibras o el tamaño de los "poros" amorfos en la estructura cristalina molecular de la fibra. Las moléculas del colorante que hay en una solución tintórea pueden agregarse formando macromoléculas, además de existir monomoléculas en el mismo baño. Pero sólo en agregación monomolecular este colorante puede ser absorbido por la fibra a tintar; cada monomolécula absorbida desplaza el equilibrio de agregación hacia la formación de más monomoléculas. Cuanto más alto es el índice de agregación del colorante más bajo será el de la velocidad de difusión de ese colorante. La velocidad de tintura está en relación con la velocidad de difusión del colorante.

2.8.2.3. ADSORCIÓN

Ojeda, (2012). Se presenta en la superficie de la fibra. Las moléculas de colorante son adsorbidas desde la superficie de la fibra mediante interacciones cuya intensidad depende de las relaciones de afinidad entre ambas estructuras.

2.8.2.4. DIFUSIÓN

Carvalho, (2000). Las moléculas que se encuentran en la superficie de la fibra empiezan a difundirse al interior de la estructura macromolecular constituida por la fibra. Esta difusión líquido- sólido, depende del tamaño molecular de la especie que va a difundir y del tipo de estructura interna de la fibra.

2.8.2.5 FIJACIÓN

Carvalho, (2000). Finalmente se da el establecimiento de los enlaces fibra-colorante constituyendo la fijación. El proceso de tintura requiere ciertas

condiciones que penetran que el colorante se impregne totalmente en la fibra sin dañar su estructura interna, para ello se distinguen dos principios de tintura.

A. Por afinidad entre el colorante y la fibra lo que hace que el colorante pase del baño a la fibra, hasta saturarla y quedar fijada en ella.

B. Por impregnación de la fibra el material textil absorbe el colorante de la solución, en este momento no queda fijada todavía en él, en el proceso de fijado, cuando la tintura es definitiva. El proceso de teñido muestra en la figura 11.

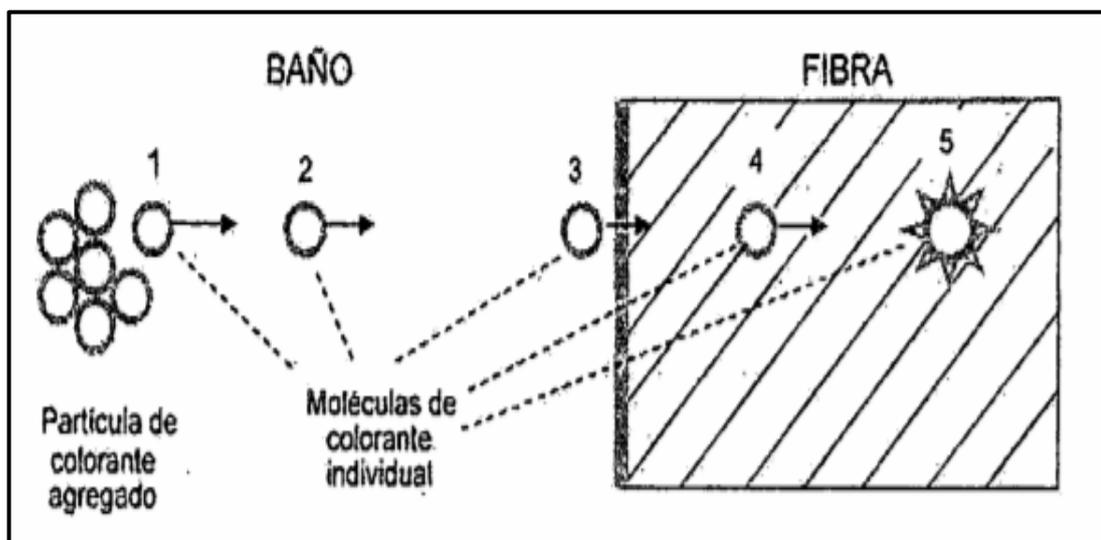


Figura 9: Proceso del Teñido

Fuente: Carvallo,(2000)

- 1.- Disgregación del colorante.
- 2.- difusión en baño.
- 3.- absorción superficial en la fibra.
- 4.- difusión en la fibra.
- 5.- Fijación.

2.8.3. TEÑIDO POR AGOTAMIENTO

Se entiende por teñido por agotamiento al periodo prolongado de tiempo (tiempo de teñido) durante el cual el colorante tiene ocasión de pasar del baño de tintura al material, es decir, hilado, tops o floca.

En este proceso, el colorante migra o se difunde en el interior de la fibra, y allí se fija; el baño rico en colorante se va empobreciendo, mientras que el colorante pasa progresivamente a la fibra. Para el procedimiento de agotamiento se realiza

con una proporción previamente establecida de hilado y baño, es decir lo que se denomina relación de baño. (INCA TOPS S.A. 2008)

2.8.3.1. LOS FACTORES DE VELOCIDAD DE TINTURA DE FIBRAS CON COLORANTES ÁCIDOS

Cegarra, (1981). El teñido de materiales textiles se ve afectado por la influencia de varios factores que tienen que ser considerados al momento de llevar a cabo este proceso, dichos factores se detallan a continuación.

2.8.3.2. EFECTO DE TEMPERATURA

Escobedo, (1999). La fibra por debajo de los 40°C. Absorbe lentamente los colorantes, y no es hasta los 60°C, que puede considerarse que la tintura es suficientemente rápida, si bien se cumple que al estado de equilibrio la cantidad de colorante fijada por la fibra disminuye al aumentar la temperatura. Entre 40° y 60°C, la absorción es aún bastante lenta, habiéndose llegado a la conclusión de que para que tenga lugar la tintura es necesario que se produzca el hinchamiento de la fibra, fenómeno que no se inicia hasta los 40°C. y no presenta la extensión suficiente hasta los 60°C. De todo lo dicho se deduce que la tintura de la lana debe iniciarse a 40-50°C y que a partir de 60°C la velocidad se incrementa sensiblemente con la temperatura.

2.8.3.3. INFLUENCIA DEL TIEMPO DE CONTACTO FIBRA/BAÑO

Cegarra, (1981). La afinidad entre el colorante y el periodo de tiempo en el cual el colorante y la fibra a teñir interactúan permitiendo la migración de las moléculas de colorante hacia la fibra. Es importante conocer en un proceso de teñido cuando termina la difusión y cuando comienza la fijación del colorante en la fibra, para obtener un teñido eficiente y en el menor tiempo posible, evitando de esta forma el deterioro de las fibras.

2.8.3.4. pH DE LA AFINIDAD DEL COLORANTE

Obando, (2013). En los colorantes ácidos de buena igualación, se puede decir que a pH neutro la velocidad de tintura es prácticamente nula, y al disminuir el

pH la velocidad aumenta hasta llegar al pH= 3 que es el usado normalmente en la tintura con colorantes de buena igualación. Los colorantes de mediana igualación, colorantes que tiñen a pH débilmente ácido, en los que a pH = 4.5-5, la velocidad de tintura es la adecuada, pues a pH 3, la absorción es excesivamente rápida. Los colorantes que tiñen en baño neutro son de mala igualación, ya que a este pH la velocidad de tintura es suficiente, añadiendo en todo caso el ácido acético al final de la tintura para agotar el baño, ya que a pH más bajo de 7 la velocidad es excesivamente elevada, puesto que para que una tintura quede igualada es preciso que la absorción sea gradual, de tal forma que el pH inicial del colorante absorbido al estado de equilibrio sea del orden del 85%.

Los principales factores que modifican la velocidad de tintura son:

2.8.3.5. MORDIENTE

La palabra mordiente viene del Latín “morderé” que significa “morder, apresar, agarrar” (McRae B. 1993). El término mordiente es aplicado a cualquier sustancia de origen natural o sintético que sirve para fijar el colorante en la fibra. Antiguamente se empleaban productos naturales como cenizas, hojas de aguacate, corteza de nogal y guamuchil. Hoy en día, el empleo de mordientes es de origen químico, la mayoría son sales metálicas como: aluminio, cobre y estaño, las cuales se disuelven en agua caliente separando el metal de la sal para posteriormente unirse a la fibra para fijar el tinte. (McRae B. 1993).

Los mordientes son simples sales metálicas que ayudan a ligar los colorantes a las fibras. Dichas sales se fijan en la fibra, y los colorantes se fijan en las sales metálicas. El mordiente básicamente hace tres cosas:

- Ayuda a que los colorantes se fijen en la fibra.
- Afecta el color producido por los colorantes, en otras palabras lo intensifican o lo hace más tenue.
- Actúa para mantener los colores estables en presencia de la luz.

Los tintoreros han utilizado los mordientes por miles de años, y existe una buena razón para ello, ciertos mordientes generalmente se utilizan con ciertos colorantes. Una vez que se entiende cuáles son los fundamentos de por qué se utiliza un cierto mordiente o ayudante en un tinte particular, ya no es necesario seguir recetas, sino que se pueden utilizar diferentes mordientes para desarrollar los colores que se desean. (McRae B. 1993).

2.8.3.5.1 ÁCIDO CÍTRICO

El ácido cítrico se obtiene mediante fermentación, usando carbohidratos naturales, tales como azúcar y dextrosa como sustratos, y *Aspergillus Niger* como organismo de fermentación. (Medrano, 2010) Por sus propiedades conservantes y antioxidante es uno de los aditivos más utilizados por la industria 54 alimentaria. Sus funciones son como agente secuestrante, agente dispersante y acidificante.

2.8.3.5.1.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁCIDO CÍTRICO

La acidez del ácido cítrico es debida a los tres grupos carboxilos $-COOH$ que pueden perder un protón en las soluciones. Si sucede esto, se produce un ion citrato. Los citratos son unos buenos controladores del pH de soluciones ácidas. Los iones citrato forman sales con muchos iones metálicos. El ácido cítrico es un polvo cristalino blanco. Puede existir en una forma anhidra, o como monohidrato que contenga una molécula de agua por cada molécula de ácido cítrico. La forma anhidra se cristaliza en el agua caliente, mientras que la forma monohidrato cuando el ácido cítrico se cristaliza en agua fría. El monohidrato se puede convertir a la forma anhidra calentándolo sobre $74\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Tabla 11: Características Generales del ácido cítrico

Formula	$C_6H_8O_7$
Peso molecular	192.13
Apariencia	Cristales Blancos
Sabor	Sabor acido
Olor	Prácticamente sin olor
Solubilidad (gr./100 ml a 25°C)	En agua: 162 En etanol: 59 En éter: 0.75
Punto de Fusión	153 °C

Fuente: Alejandra Muñoz R. C.U.A.C. 20140

2.8.4. EVALUACIÓN POST -TINTURA

2.8.4.1. SOLIDECES

Obando, (2013). Para la evaluación de solidez son utilizadas las escalas de Grises. La evaluación de las solideces muchas veces depende de una comparación entre la tintura antes y después de haber sido sometida a la prueba. Al mismo tiempo se necesita saber cómo afecta la tintura a materiales blancos por si una prenda teñida va tener contacto con ellos durante su uso o procesamiento. No ha sido fácil encontrar m (Ojeda Brito, 2012) (Carvalho, 2000) (Portillo, 2013) (Velado, 1999) (B., 1993) aneras de cuantificar las solideces de una manera inequívoca por ser estas apreciaciones subjetivas. Esta dificultad ha sido disminuida por el uso de escalas de grises, contra las cuales es posible comparar cualquier alteración o pérdida de matiz y/o manchada del material blanco. Para evaluar el cambio o pérdida del matiz se usa la Escala de Grises para cambio de color y para el manchado se usa la Escala de Grises para Descarga. El grado de solidez de una tintura se expresa por cifras adimensionales denominadas "Índices de solidez". Estas cifras van del uno al cinco y su valoración es comparativa y corresponde a una escala de grises de valores lumínicos en la cual aparece como gris base o de punto de partida un gris que a la vista aparece como un promedio entre negro y el blanco, a pesar de que solo refleja el 14% de luz blanca pero eso si es un gris completamente

neutro, es decir no tiene ningún grado de cromaticidad. Este gris medio base aparece degradado en su valor numérico en la siguiente forma.

2.8.4.2. SOLIDEZ AL FROTE

Obando, (2013). Tinturas de pobre solidez al frote pueden ocasionar manchas de materiales sin teñir o de tonalidades más pálidas cuando tienen roces durante su uso o lavado. Por ejemplo tinturas que no han sido debidamente lavadas después de la tintura y que son utilizadas para la confección de pijamas, pueden manchar las sabanas. La baja solidez al frote pueden ser debido a deficientes tratamientos pre tintura, pobres condiciones de teñido, mala calidad de agua para la tintura, acabados mal aplicados o productos auxiliares ya sea de tintura o de acabado mal elegidos para determinado fin.

2.8.4.3. SOLIDEZ AL LAVADO

Obando, (2013). El procedimiento de lavado convencional o en lavandería industrial, depende principalmente del tejido y la fibra que se ha usado en la confección de la prenda. Por ejemplo, se utiliza un lavado suave para lana y fibras especiales o prendas delicadas, mientras que uno más enérgico para camisas de algodón y otro más enérgico para prendas de trabajo.

2.8.4.4. SOLIDEZ A LA LUZ

Obando, (2013). Las tinturas durante su uso están expuestas a la acción de la luz solar y artificial que destruyen los colorantes ocasionando el fenómeno de decoloración. La decoloración de las tinturas cuando son expuestas a la acción de la luz solar o artificial ha sido objeto de numerosas investigaciones y muy poco se sabe acerca del mecanismo de coloración.

2.8.4.5. ELONGACION

Obando, (2013). Este ensayo se realiza para conocer cuánto ha afectado el proceso de teñido a elasticidad de los hilados, ya que de esto dependerá si el hilado es posible trabajarlo en la tejeduría o no, puesto que es conocido que hilados que poseen limitada elongación.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS

3.1.1. MATERIALES:

- ✓ Probeta de 1000ml
- ✓ Espátula.
- ✓ Papel filtro.
- ✓ Vaso de precipitado de 200ml.
- ✓ Vaso de precipitado de 50ml.
- ✓ Fiolas de 500ml.
- ✓ Fiolas de 100ml.
- ✓ Mortero.
- ✓ Picetas
- ✓ Cocinillas.
- ✓ Matraces Erlen Meyer.
- ✓ Bolsas de polietileno.
- ✓ Tijeras de podar.
- ✓ Cámara fotográfica.
- ✓ Lapiceros.
- ✓ Plumón indeleble.
- ✓ Tableros.
- ✓ Cintas.
- ✓ Fibra de alpaca.

3.1.2. EQUIPOS:

- ✓ Equipo soxlet (Boeco)
- ✓ Vasos de precipitado (Pirex)
- ✓ Agitador
- ✓ pH metro
- ✓ termómetro(Boeco)
- ✓ Balanza Analítica DHAUS
- ✓ Equipos de filtración (embudo estriado) Pirex
- ✓ Espectrofotómetro de RI.

3.1.3. REACTIVOS:

- ✓ Materia prima (*Buddleja coriácea*)
- ✓ Etanol 45, 75%
- ✓ Agua destilada y desionizado
- ✓ Shampo
- ✓ Ácido cítrico $C_6H_8O_7$
- ✓ Agua blanda: H_2O

3.2. METODOLOGÍA:**3.2.1. SELECCIÓN Y ACONDICIONAMIENTO DE MATERIA PRIMA PARA LA EXTRACCIÓN DEL COLORANTE**

La recolección de la inflorescencia de colle (*Buddleja coriacea*) se la realiza en los espacios verdes de la zona alta del distrito de Acora ubicado al sur de la ciudad de Puno.

Este sector tiene las siguientes características climáticas:

Altura	:	3.910 m.s.n.m.
Temperatura	:	15,4°C promedio anual
Temperatura mes	:	5,6°C promedio mes más seco
Humedad	:	18 %
Lluvias	:	desde enero a marzo
Meses secos	:	Mayo a Diciembre

3.2.1.1. SECADO Y REDUCCIÓN DE TAMAÑO PARA SU EXTRACCIÓN

La inflorescencia de colli (flores) fue recolectada para su secado, en el caso de especies vegetales que su porcentaje de teñido dependa de su estado fresco se procede a la reducción de tamaño de forma inmediata así como su extracción.

Para aumentar la superficie de contacto y optimizar el rendimiento del colorante, se reduce el tamaño de la inflorescencia de colli. Utilizando ralladores metálicos,

una licuadora. Luego de reducir la inflorescencia, se procede a empaquetarla en una tela de gasa para su extracción en el equipo extractor soxhltle.

$$\%Humedad = \frac{Muestra Humeda - Muestra Seca}{Muestra Humeda} \times 100$$

Tabla 12: Cálculo de Humedad de inflorescencia de Colli

Número de Muestras	Hora	Peso(g)	%Humedad
	08:00	100	
1	08:30	94	6
2	09:00	90	10
3	09:30	82	18
4	10:00	79	21
5	10:30	75	25
6	11:00	71	29
7	11:30	65	35
8	12:00	58	42
9	12:30	55	45
10	13:00	51	49
11	13:30	43	57
12	14:00	40	60
13	14:30	35	65
14	15:00	31	69
15	15:30	25	75
16	16:00	20	80
17	16:30	15	85
18	17:30	15	85

Fuente: Elaboración Propia

3.2.1.2. EXTRACCIÓN DEL COLORANTE

La extracción sólido-líquido se basa en las diferencias de solubilidad de los componentes de la muestra sólida o semisólida en la solución solvente (etanol 45 y 75%). La fracción extraída no solo está el componente de teñido compuestos químicos activos si no también componentes solubles en el solvente utilizado.

Tabla 13: Solvente utilizado en esta etapa

Muestras	Materia Prima	Solvente
1	Colli (Inflorescencia)	Etanol 45%
2	Colli (Inflorescencia)	Etanol 75%

Fuente: Elaboración Propia

3.2.1.3. FILTRADO

El filtrado se basa en la separación de las partículas suspendidas en un fluido, mediante métodos físicos usando un medio poroso que pueda retener las partículas en forma de separación de fases que permite el paso de filtrado sin sólidos. En nuestro caso se lleva a cabo el filtrado por gravedad de la mezcla sólido-líquido a través de un medio poroso (gasa) donde se retiene la mayor parte de los componentes sólidos de la mezcla.

3.2.1.4. ENVASADO Y ALMACENADO DEL COLORANTE

El extracto obtenido de la etapa de filtración, es nuestro colorante natural el cual se va a envasar en botellas de vidrio color ámbar y se almacena en un lugar fresco, para su posterior utilización en el teñido.

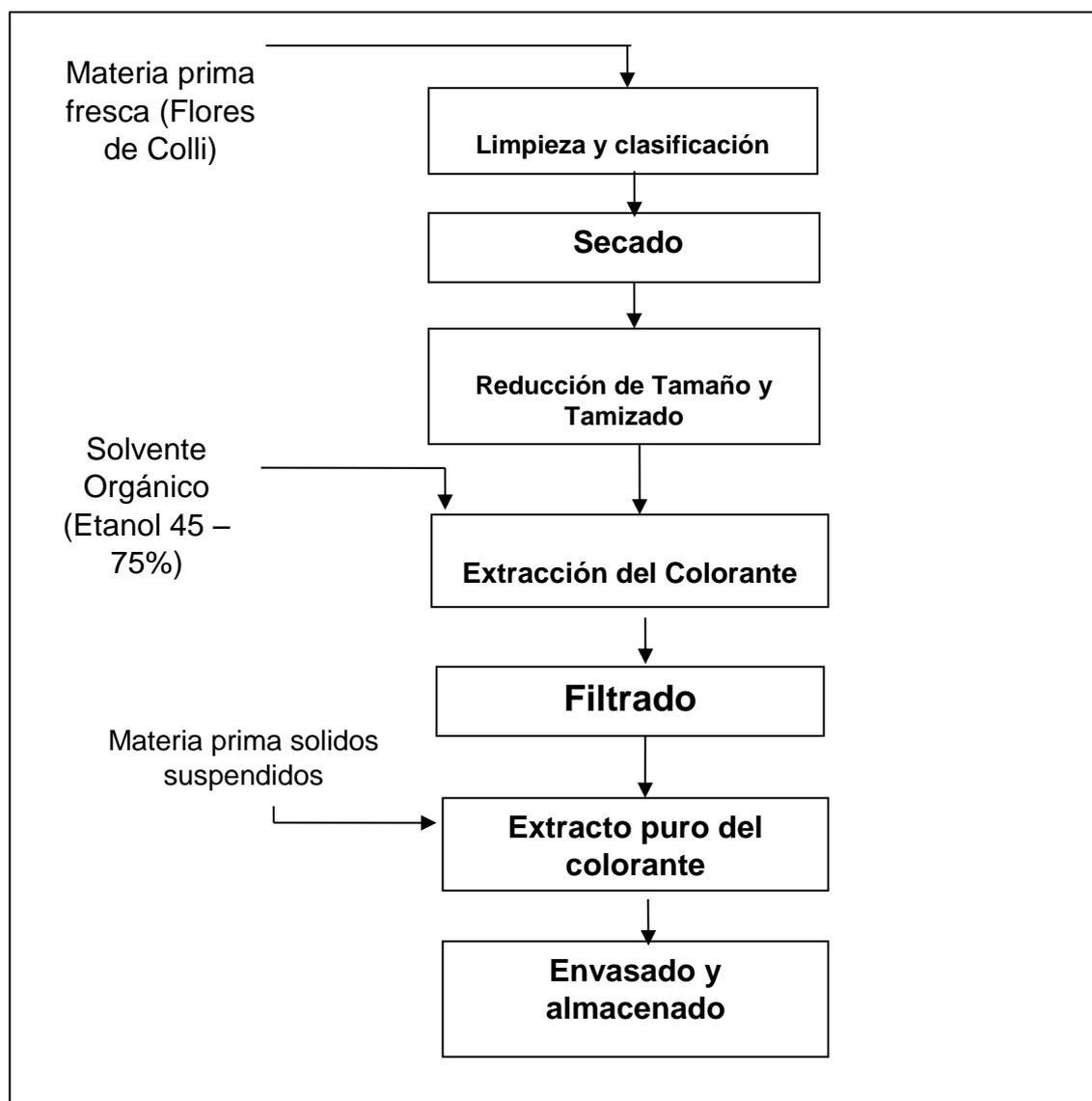


Figura 10: Diagrama de bloques para el proceso de obtención de extracción de colorante natural

Fuente: Elaboración Propia.

3.2.2. METODO DE EXTRACCIÓN CONTINUA SÓLIDO - LÍQUIDO TIPO SOXHLET

Se realiza la inflorescencia de colli (*Buddleja coriacea*) en un extractor continuo sólido - líquido empleando un extractor soxhlet, empleándose etanol como solvente de extracción y la muestra seca y molida es colocada en un papel filtro dentro del extractor, luego se calienta el solvente y se inicia de esta manera la extracción en un tiempo pre establecido que depende de la prueba.

3.2.2.1. CAMPO DE APLICACIÓN

Mediante la extracción por solventes orgánicos (etanol) de colorantes naturales de una de las especies vegetales (Colli) de la región Puno y su posterior aplicación en el teñido de fibra de alpaca en forma de madejas.

3.2.2.2. EXTRACCIÓN DEL COLORANTE

El cual se procede de la siguiente manera:

- Colocar 400g de materia vegetal (Inflorescencia de Colli) a extraer en el equipo, agregar el solvente orgánico respectivo (solución etanol al 45%-75%), en una relación de: 1:10 (materia prima/solvente).
- Se inicia armar el equipo verificando que el cuello del balón que contiene el solvente sea de la serie 24/40 de esmeril, el que se lleva a calentamiento por un tiempo de 2 horas a temperatura de ebullición y con recirculación en el equipo extractor de Soxhlet.
- Acabo de tiempo de extracción se procede a filtrar utilizando un filtro de gasa de algodón.
- En el extracto tintóreo obtenido se determinó la densidad del mismo, así como su identificación preliminar cualitativa mediante reacciones de color.

3.2.3. ANÁLISIS COLORIMÉTRICO

El método para identificar los colorantes es con el análisis calorimétrico que consiste en determinar la intensidad de color expresando los resultados en unidades de color.

3.2.4. ANÁLISIS ESPECTROFOTOMÉTRICO

La espectrofotometría es otro de los métodos de identificación de los colorantes, por ser una técnica que comunica información muy específica respecto a la estructura e identificación de moléculas complejas. Permittiéndose así obtener la curva de absorción completa ya que se puede medir la absorbancia de la solución, tanto en la región visible como en el ultravioleta. Las curvas absorbidas de esta forma se comparan con una curva patrón para lograr la identificación del colorante Por: J. M. García Segura (1996).

3.2.5. EVALUACIÓN PARA EL PROCESO DEL TEÑIDO EN LA FIBRA DE ALPACA

Para el teñido de fibra de alpaca con el procedimiento por agotamiento se distinguen siguientes etapas.

- **Pre-tratamiento:** La fibra de alpaca antes de su teñido con colorantes se somete a tratamiento con lavado inicial a la fibra para eliminar aceites, suciedad e impurezas presentes en la fibra por efecto del hilado, se utiliza este un jabón emulsionante conocido como Hostapal para darle una mayor hidrofibrilidad a la hora del teñido. Se dosifica el Hostapal en la cantidad de 1g/L a la temperatura de 60°C por un tiempo de 35min.
- **El teñido:** Una vez la fibra lavada de preferencia húmeda se coloca en el baño de teñido; que consta de la cantidad de fibra a teñir 0.8g, en nuestra investigación hemos utilizado 10 metros de hilado por cada muestra que pesa 5gramos. Posteriormente se procede a la **fase de fijación** partiendo de una temperatura de 40°C, donde el colorante debe subir uniformemente sobre la fibra hasta una temperatura dada (por lo general 2°C antes del punto de ebullición del agua, ya que a mayor temperatura la proteína de la fibra se degrada). Una vez alcanzado la temperatura de teñido deseado viene la **fase de agotamiento**, puede notarse el agotamiento casi total del colorante, a temperatura 40,60, 84C°; se requiere del tiempo 20, 30, 60min. de difusión para que el colorante que se encuentra sobre la superficie de la fibra penetre hacia el interior de la misma, por lo que el tiempo de difusión está en razón directa al tipo de colorante y matiz del color a teñir.
- **Enjuagues finales:** Se enjuaga la fibra a diferente temperatura 60°C por espacio de 10min con el fin de eliminar el colorante que no se agotó y eliminar otras sustancias auxiliares que pueden interferir en el color final de la fibra.

3.2.5.1. VARIABLES DE TEÑIDO CON COLORANTES NATURAL

A. TEMPERATURA

Se trabajó a 3 temperaturas para el proceso del teñido de 40, 60 y 84°C para ver a que temperaturas la fijación del colorante hacia la fibra absorbe mejor.

B. TIEMPO DE TEÑIDO

El tiempo de teñido está basado por el agotamiento del colorante en toda la superficie de la fibra, hasta impregnarse por completo; Para el diseño experimental se consideró 20, 30 y 60 minutos.

C. RELACIÓN BAÑO CON COLORANTE NATURAL

La relación de baño está basada en la difusión de colorante del medio acuoso hacia la fibra; el cual se trabajó a niveles de 1/20, 1/30 y 1/40, es decir por 1 gramo de fibra se utiliza 20 gramos de baño (agua).

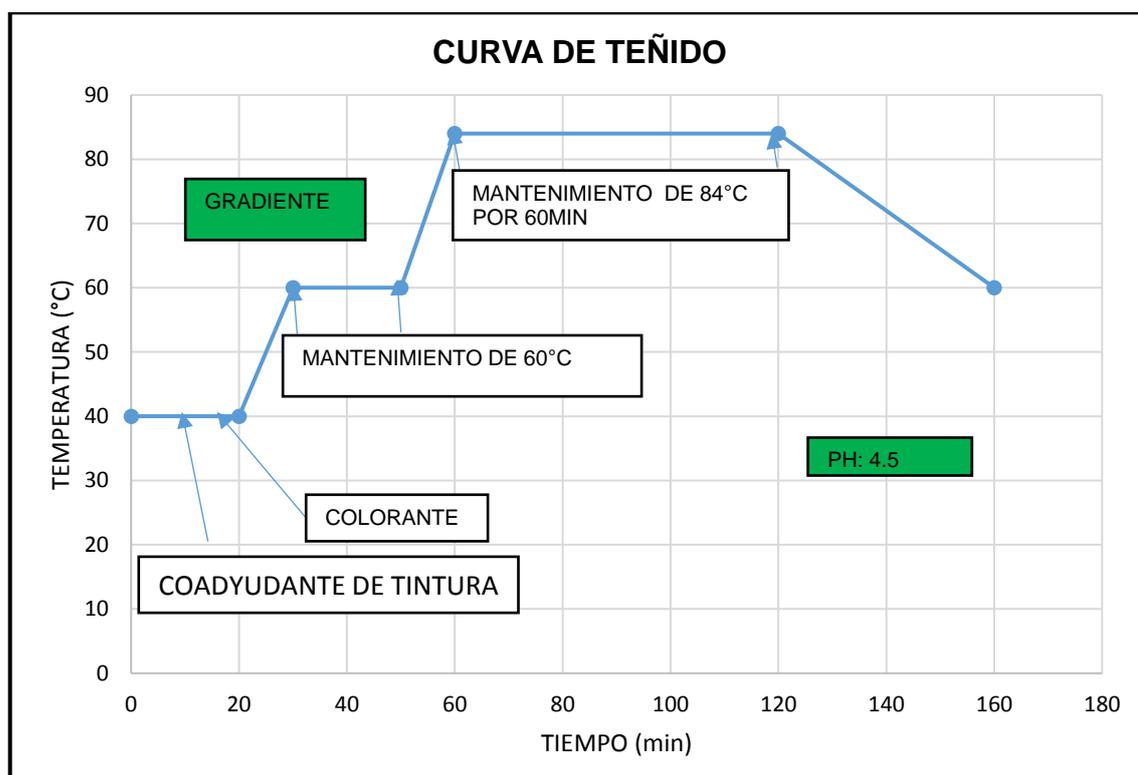


Figura 11: Curva de teñido

Fuente: Elaboración propia

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados que se obtiene en este trabajo de investigación en una primera etapa es seleccionar la materia prima y la extracción del colorante, Inflorescencia de Colli (*Buddleja coriacea*), en la segunda parte es la caracterización del mismo y la evaluación de los parámetros de teñido.

4.1. EXTRACCIÓN DE COLORANTE CON SOLVENTE DE ETANOL

- **Condiciones Ambientales:**
 - Temperatura Local : 14 °C
 - Presión Local Puno : 475 mm Hg.
 - Altitud : 3810 m.s.n.m.
- **Condiciones de operación:**
 - Porcentaje de colorante contenido en muestra 3%
 - Cantidad de colorante contenido en muestra 3g

4.1.1. RESULTADO DE LA CURVA DE SECADO

Se realizó en el Laboratorio de la Facultad de Ingeniería Química por medio de una estufa a 50°C durante un día, tomando los pesos de la muestra cada 30min y la prueba finaliza cuando el peso se vuelve constante.

Tabla 14: Datos obtenidos en la curva de secado

Número de pruebas	Hora	Peso(g)	%Humedad	Número de pruebas	Hora	Peso(g)	%Humedad
	08:00	100		9	12:30	55	45
1	08:30	94	6	10	13:00	51	49
2	09:00	90	10	11	13:30	43	57
3	09:30	82	18	12	14:00	40	60
4	10:00	79	21	13	14:30	35	65
5	10:30	75	25	14	15:00	31	69
6	11:00	71	29	15	15:30	25	75
7	11:30	65	35	16	16:00	20	80
8	12:00	58	42	17	16:30	15	85

Fuente: Elaboración Propia

Según la Tabla 14, podemos observar que la curva de secado de la muestra (inflorescencia de colli) es de 100g, cada 30min se mide el % de humedad de la muestra y determinamos que la humedad de la muestra es apta para la extracción del colorante.

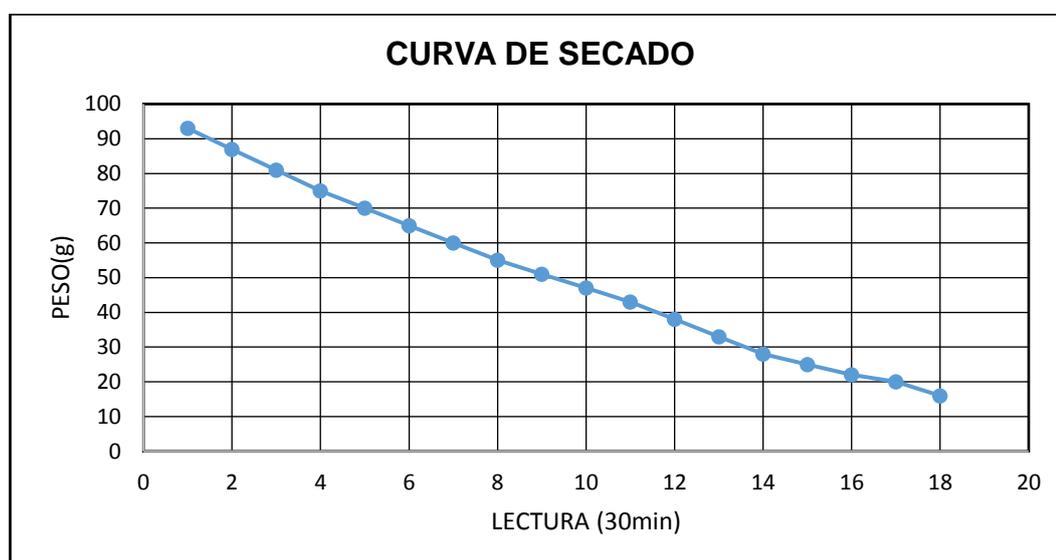


Figura 12: Curva de secado

Fuente: Elaboración Propia

4.1.2. PROCESO DE OBTENCIÓN DEL COLORANTE

4.1.2.1. RESULTADO DE PORCENTAJE DE EXTRACCIÓN DEL COLORANTE

La cantidad del colorante extraído para su posterior utilización en el teñido inflorescencia de Colli (*Buddleja coriacea*) es:

Con los datos de la Tabla se tiene.

Tabla 15: Resultados de porcentaje de extracción del colorante.

Muestra	Alcohol al 45% Densidad (0.9502 g/ml)		Alcohol al 75 % Densidad (0.8879 g/ml)	
	Volumen Alcohol(L)	Peso de Muestra (g)	Volumen Alcohol(L)	Peso de Muestra (g)
M - 1	0.400	400.00	0.400	405.00
M - 2	1.000	900.00	1.000	920.00
M - 3	1.500	1600.00	1.500	1545.00

Fuente: Elaboración Propia

El matiz de color obtenido del teñido con inflorescencia de Colli (*Buddleja coriacea*) es un color café que tiende a amarillo intenso observándose diferencias de intensidad de color de la misma entre el porcentaje de extracto del colorante que se ha utilizado, así como también existe una gran diferencia entre el tipo de solvente utilizado donde se observa que los colorantes obtenidos con menor porcentaje de concentración de etanol al 45% tiene una menor intensidad frente a los teñidos que se ha podido realizar con extracto obtenido con etanol al 75% son más intensos.

4.1.2.2. EFECTO DE LA CONCENTRACIÓN DEL SOLVENTE AL 75%

Tabla 16: Concentración de colorantes extraídos en diferentes tiempos con etanol 75%

Tiempo (min)	Abs. Leidas	[] mg/L
0	0	0
30	0.235	211.656
45	0.379	320.612
60	0.517	430.243
75	0.621	510.163
90	0.650	520.751
120	0.660	521.608
150	0.662	522.347
180	0.662	523.545
240	0.662	523.779

Fuente: Elaboración propia

Según Tabla 16, concentración de colorantes extraídos en diferentes tiempos con etanol 75%. Se realizó el gráfico 15 para observar la obtención de colorante (inflorescencia de Colli) es mayor al realizar la extracción con la solución de etanol 75%, la intensidad del color en el teñido es mayor, se puede observar la concentración con el tiempo 30 – 120 min aumenta la extracción, posteriormente de 120min a 240min la extracción fluctúa constante.

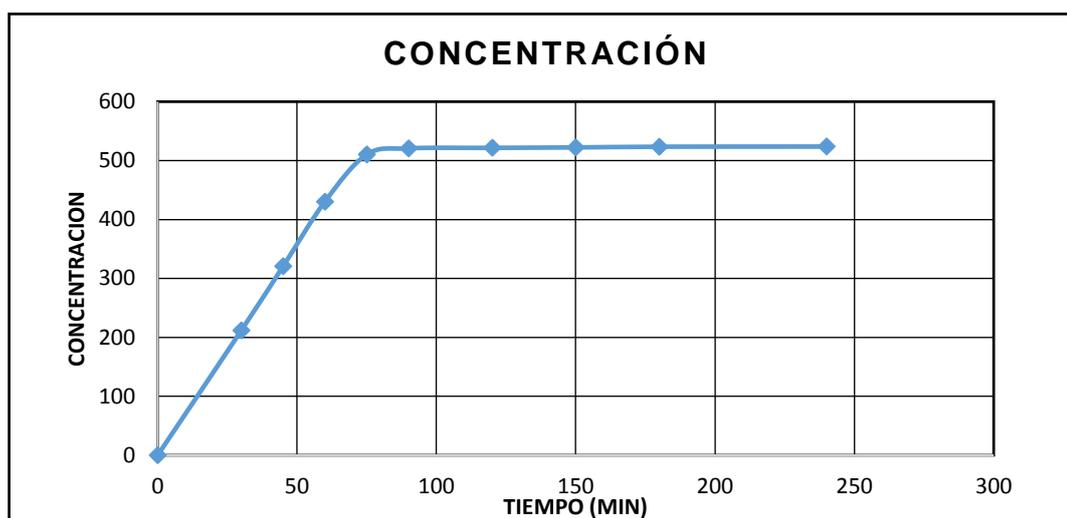


Figura 13: Concentración de colorante extraído a diferentes tiempos con etanol 75%

Fuente: Elaboración Propia.

- **PORCENTAJE DE EXTRACCIÓN SÓLIDO - LÍQUIDO**

Se evaluó el tiempo en el proceso de extracción para establecer el tiempo óptimo de contacto. En un vaso precipitado se puso 3g de inflorescencia de colli con 0.400ml. De solvente (75%) posteriormente se colocó en un equipo agitador.

Tabla 17: Porcentaje de extracción de colorante con etanol 75%

Tiempo (min)	[] g/l	Volumen (ml)	Colorante (gr)	% Extracción
0	0	0.400	0	0
30	0.2117	0.400	0.0762	25.40
45	0.3206	0.400	0.1090	36.34
60	0.4302	0.400	0.1377	45.89
75	0.5102	0.400	0.1530	51.02
90	0.5208	0.400	0.1562	52.08
120	0.5216	0.400	0.1565	52.16
150	0.5223	0.400	0.1572	52.41
180	0.5235	0.400	0.1571	52.37
240	0.5238	0.400	0.1571	52.38

Fuente: Elaboración Propia

Según la tabla 17, se puede observar que el tiempo de extracción sólido-líquido de inflorescencia de colli da inicio a los 30 min conforme transcurre el tiempo la concentración de colorante va incrementando hasta los 120 min, posterior a este el proceso de extracción fluctúa hasta 240min alcanzando una concentración máxima de 52.38% Considerando el tiempo optimo del proceso 120 min.

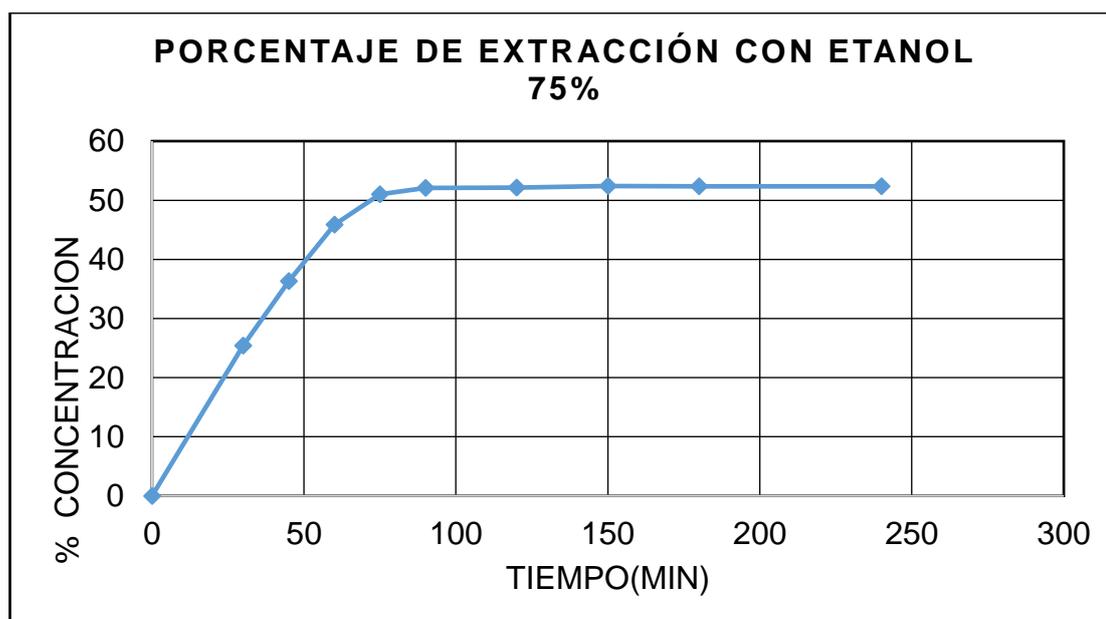


Figura 14: Porcentaje de extracción de colorante a diferentes tiempos con etanol 75%

Fuente: Elaboración Propia.

En la figura 16, se puede observar al utilizar 3g de inflorescencia de colli, al realizar la extracción con la solución de etanol 75%, la intensidad del color de teñido es mayor se puede observar porcentaje de concentración con el tiempo 30 – 120 min posteriormente la extracción fluctúa constante a partir de 120 min.

Efecto de la Concentración del Solvente Al 45%

Se empleó para la concentración del colorante natural (inflorescencia de colli) el solvente orgánico (etanol 45%).

Donde se determinó:

Tabla 18: Concentración de colorante extraídos en diferentes tiempos con etanol 45%

Tiempo (min.)	Abs. Leidas	[] mg/L
0	0	0
30	0.22	199.820
45	0.36	294.877
60	0.41	364.694
75	0.51	402.938
90	0.54	429.239
120	0.55	440.742
150	0.55	445.971
180	0.55	449.656
240	0.55	453.404

Fuente: Elaboración Propia

Según la tabla se observar la figura de concentración del colorante con concentración de etanol 75%

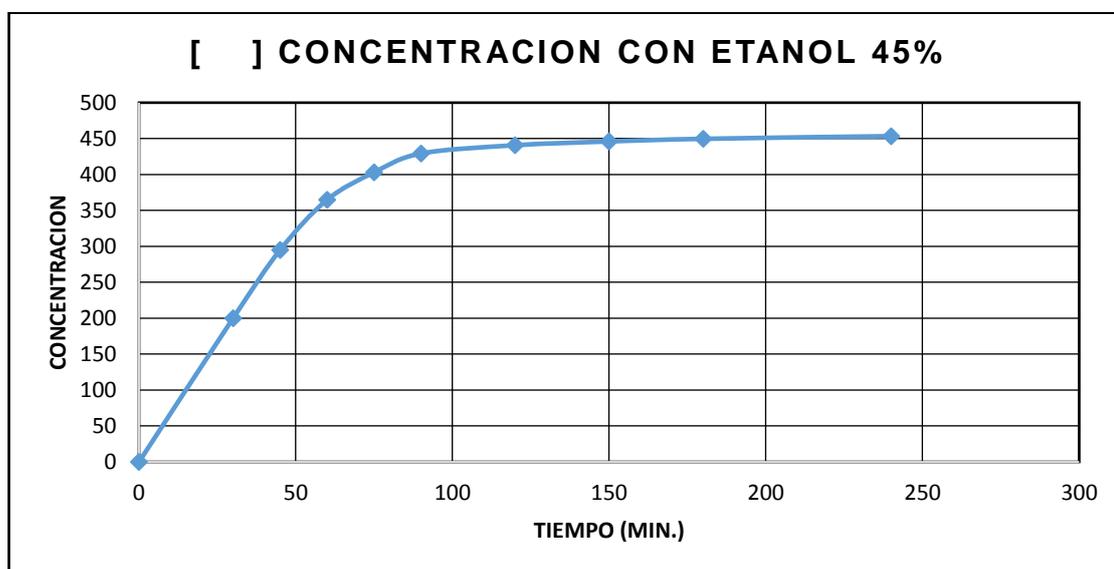


Figura 15: Concentracion de colorante extraido a diferentes tiempos con etanol 45%

Fuente: Elaboración Propia.

Según Tabla 18 Concentración de colorantes extraídos con etanol 45%. Se realizó el Figura 17 para observar la obtención de colorante (inflorescencia de

Colli) es menor al realizar la extracción con la solución de etanol 45%, la intensidad del color es menor en el teñido, se puede observar la concentración con el tiempo 30 – 120 min posteriormente la extracción fluctúa constante a partir 120min.

Efecto del Tiempo en la Extracción Sólido – Líquido a 45%

Se evaluó el tiempo en el proceso de extracción para establecer el tiempo óptimo de contacto. En un vaso de precipitación se puso 3g de cascara de inflorescencia de Colli con 400ml. De solvente (45%) posteriormente se colocó en un equipo agitador.

Tabla 19: Porcentaje de extracción de colorante con etanol 45%

Tiempo (min)	[] g/l	Volumen (ml)	Colorante (gr)	% Extracción
0	0	0.400	0	0
30	0.200	0.400	0.072	23.98
45	0.295	0.400	0.100	33.42
60	0.365	0.400	0.117	38.90
75	0.403	0.400	0.121	40.29
90	0.429	0.400	0.129	42.92
120	0.441	0.400	0.132	44.07
150	0.446	0.400	0.134	44.75
180	0.450	0.400	0.135	44.98
240	0.453	0.400	0.136	45.34

Fuente: Elaboración Propia

Según la tabla 19, se observa que el tiempo de extracción de la inflorescencia de colli da inicio a los 30 min conforme transcurre el tiempo la concentración de colorante va incrementando hasta 120min, posterior a este el proceso de extracción finalizó por ende la concentración se mantiene constante, alcanzando una concentración máxima de 240min de colli considerando el tiempo para la optimización del proceso de 120min. La extracción de colorante incrementa de acuerdo el tiempo de extracción.

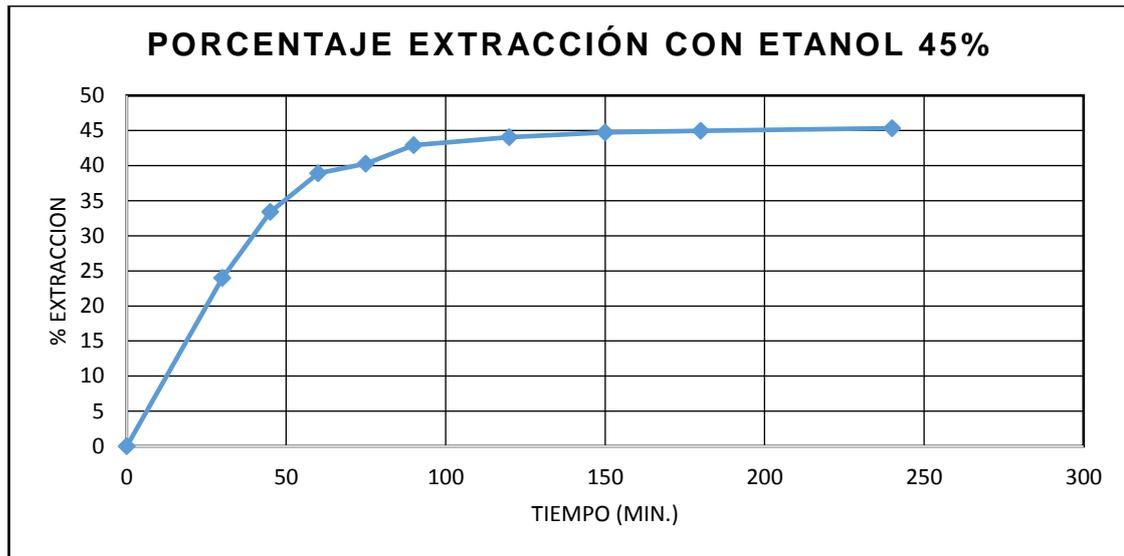


Figura 16: Porcentaje de extracción de colorante a diferentes tiempos con etanol a 45%

En la figura 18 se puede observar la obtención de colorante (inflorescencia de Colli) el porcentaje de extracción de colorante es menor al utilizar etanol 45%, la intensidad del color en el teñido es menor, el tiempo de extracción sólido-líquido de inflorescencia de colli da inicio a los 30 min conforme transcurre el tiempo y porcentaje de extracción va incrementando hasta 120min, el porcentaje de extracción máxima de 45.34% a un tiempo de 240min.

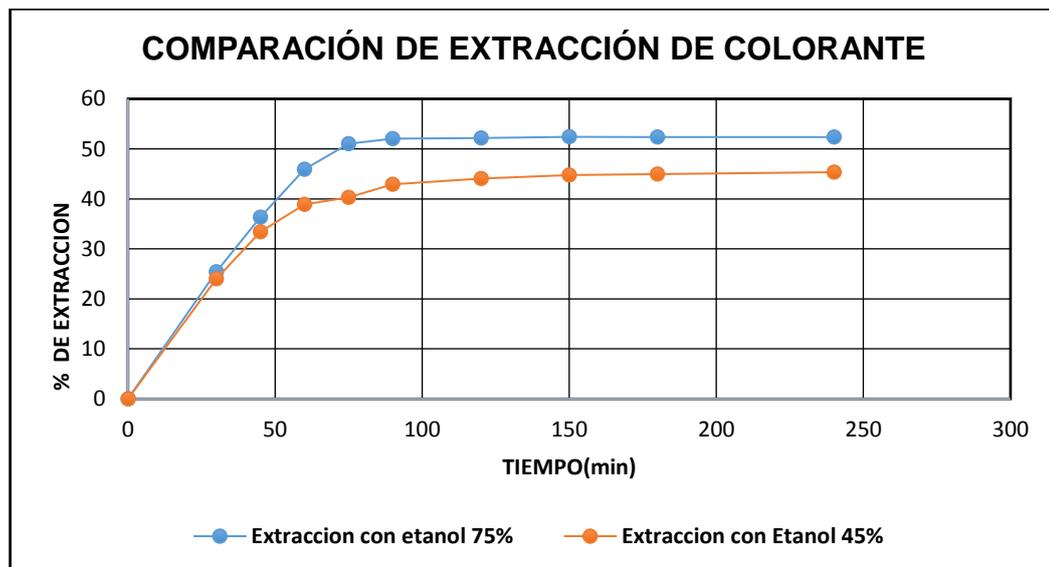


Figura 17: Comparación de extracción de colorante de 75% de etanol y 45% de etanol

Fuente: Elaboración Propia.

Según figura 19, la comparación de porcentaje de extracción es de 3g de inflorescencia de Colli para ambas concentraciones, la extracción de colorante de etanol 75% el color obtenido del teñido con inflorescencia de Colli (*Buddleja coriacea*) es un color café que tiende intenso observándose diferencias de intensidad de color de la misma entre el porcentaje de extracto del colorante que se ha utilizado, así como también existe una gran diferencia entre el tipo de solvente utilizado donde se observa que los colorantes obtenidos con menor porcentaje de concentración de etanol al 45% tiene una menor intensidad frente a los teñidos que se ha podido realizar con extracto obtenido con etanol al 75% son más intensos.

Estos resultados se pueden corroborar por:

Malaga J.L y Gomes L.R, (2011) donde evaluaron del equipo extractor - teñidor tipo autoclave presurizada, con colorantes naturales donde concluye las pruebas de extracción a diferentes concentraciones del extracto tintóreo con los dos tipos de extractor obtenido con solventes de etanol 45% y 70% tiempo optimo del proceso de extracción es de 120min. A una temperatura de 70°C.

Por otro lado, Limachi S. (2009). "obtención de colorante natural a partir del amor seco para su aplicación en la industria textil" uso etanol de 96% y agua en la que la extracción fue eficiente con etanol de 96%, donde se encontró el tiempo óptimo de extracción es de 90min.

Realizando una comparación de ambos estudios la diferencia de tiempo de extracción es en gran proporción esto ocurre por el tipo de solvente que emplearon en el proceso de extracción.

4.2. GRUPOS FUNCIONALES ACTIVOS EN LA BIOMASA LIGNOCELULOSICA (BE)

La técnica analítica por espectroscopia de infrarroja (IR) se aplica para determinar la identidad y estados de protonación de grupos funcionales orgánicos (Yee, 2004), cada tipo de grupo funcional tiene un único modo de

vibración molecular correspondiente a frecuencias específicas de luz infrarroja. La estructura de los grupos funcionales se determina analizando su posición, ancho e intensidad de adsorción. En la figura 20, se presentan los espectros de Infrarrojo (IR) por transformada de Fourier (FTIR) de la biomasa lignocelulósica (BE), en esta se observan gran cantidad de picos de absorción, que demuestra la compleja naturaleza de la biomasa (BE), en la zona para números de onda entre $4\ 000\ \text{cm}^{-1}$ a $400\ \text{cm}^{-1}$, y transmitancia (T%) de 84% a 98%, con picos e intensidad de vibración, de los grupos funcionales y enlaces moleculares existentes.

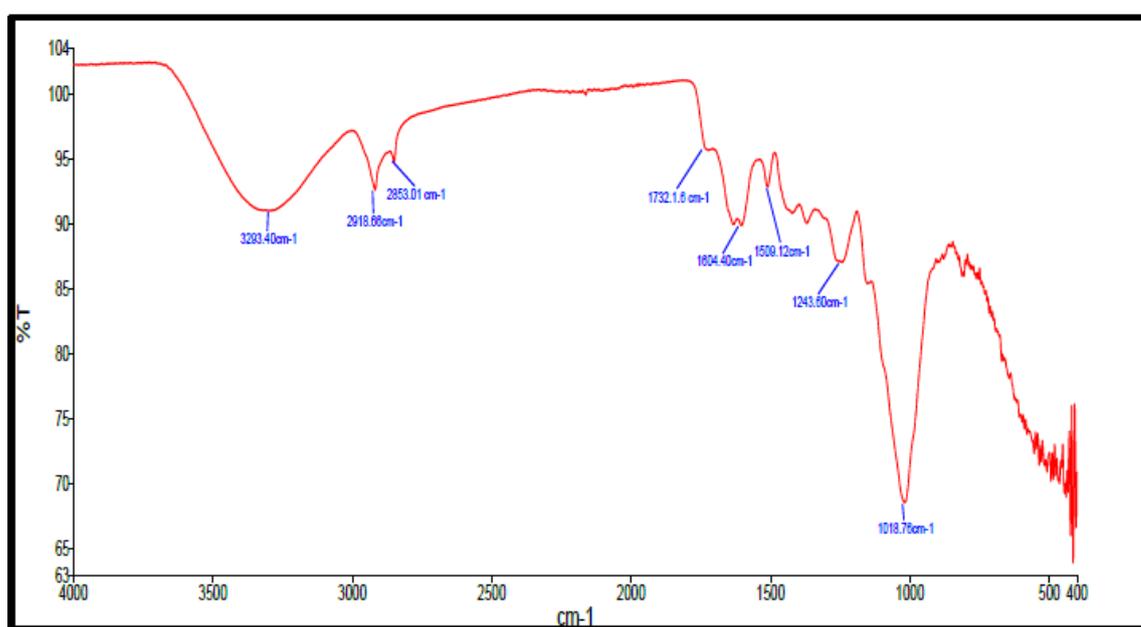


Figura 18: Espectro infrarrojo de la muestra de inflorescencia de Colli

Fuente: Laboratorio LABISER – Facultad de ciencias, UNI.

La región del espectro situada entre 4000 y $1400\ \text{cm}^{-1}$, es de gran utilidad para la identificación de la mayoría de los grupos funcionales presentes en las moléculas orgánicas. Las absorciones que aparecen en esta zona, provienen fundamentalmente de las vibraciones de estiramiento. La zona situada entre 1400 y $600\ \text{cm}^{-1}$, es por lo general, compleja, debido a que en ella aparecen una combinación de vibraciones de alargamiento, así como de flexión. Cada compuesto tiene una absorción característica en esta región.

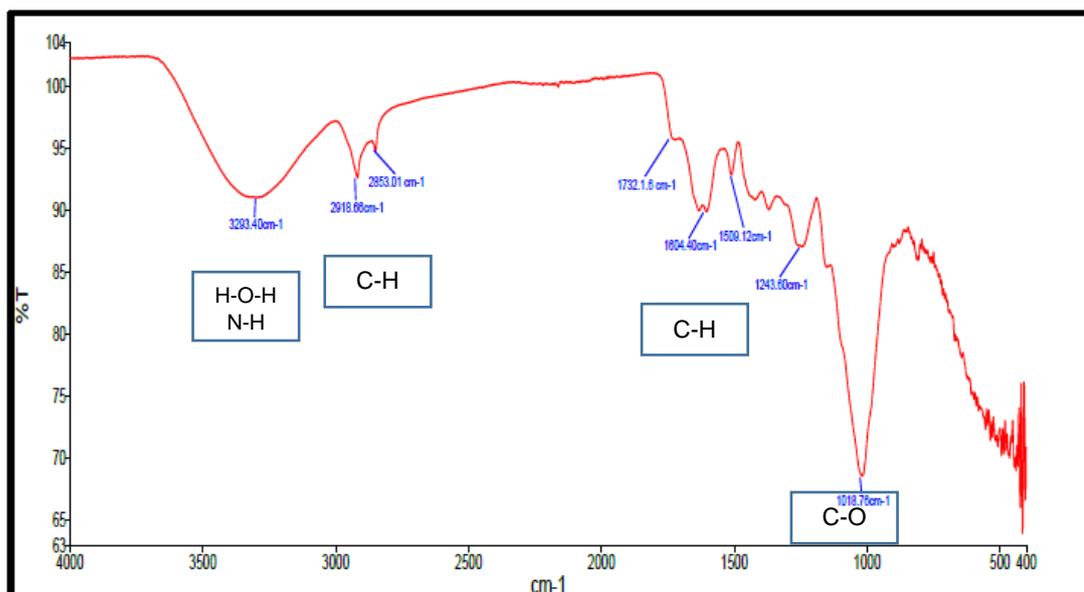


Figura 19: Identificación de los Grupos funcionales del espectro Infrarrojo de la Inflorescencia de Colli

Fuente: Laboratorio LABISER – Facultad de ciencias, UNI.

El espectro de infrarrojo de la inflorescencia de colli presenta en forma muy clara ocho bandas de absorción, 3300 – 3600 cm⁻¹, asigna al enlace H-O-H y N-H alcohol, fenol, amina y 2923,78 cm⁻¹ asigna enlace C-H, estiramiento metilo, metileno y grupo metoxi, 1748,15 cm⁻¹, estiramiento carbonilo, 1636,17, estiramiento C=C, éteres (1444.43 asigna enlace C-H, C-O, estiramientos alifáticos y aromáticos), 1333.24-1022 presenta C-O de alcoholes y ácidos carboxílicos

Tabla 20: Datos del espectro infrarrojo de la inflorescencia de Colli

LONGITUD DE ONDA (cm ⁻¹)	GRUPO FUNCIONAL	RANGO DE LONGITUD DE ONDA (cm ⁻¹)
3293.40	Vibraciones de estiramiento de H -O-H y estiramiento de N-H	3300 – 3600
2918.66	Vibraciones C-H de estiramiento metilo, metileno y grupos metoxi	2923.78
2853.01	Vibraciones C-H de estiramiento metilo, metileno y grupos metoxi	2923.78
1732.16	Estiramiento carbonilo	1748.15
1604.40	Estiramiento C=C	1636.17
1509.12	C-H alifático y aromáticos	1444.43
1018.76	C-O de alcoholes y ácidos carboxílicos	1333.24 – 1022

Fuente: Laboratorio LABISER – Facultad de ciencias, UNI.

4.3 ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL COLORANTE NATURAL

Las características como es el color y olor se ven el resultado en diferentes concentraciones de etanol

Etanol 75%: Café

Etanol 45%: Amarillo - Naranja

Tabla 21: Resultados de las características del colorante

ANALISIS	RESULTADOS
OLOR	Característico a semilla molida
TEXTURA	Suave
FLAVONOIDES	Leve presencia de grupos funcionales
HIDROXILO FENOLICO	Presencia de grupos funcionales
ANTOCIANINAS	Leve presencia de grupos funcionales
AROMATICOS	Presencia de grupos funcionales
pH	4

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla 21, se puede observar que la inflorescencia de colli tiene presencia de los grupos funcionales hidroxilo fenólico, antocianinas, aromáticos, flavonoides esto se puede observar en la Figura 20. En donde los picos de los estiramientos se pueden identificar los grupos funcionales es decir que el colorante obtenido está en los límites permisibles.

ANÁLISIS DE PARÁMETROS DE OPERACIÓN DEL TEÑIDO

Tabla 22: Resultados del pH del teñido con ácido cítrico

Colorante	Temperatura de fijación (°C)	Tiempo de fijación (min)	pH del baño
Extraído con solvente a 45% de etanol	84	120	4.5 Constante
Extraído con solvente a 75% de etanol	84	120	(4.5 – 3) Varia

Fuente: Elaboración Propia.

Según la Tabla 22, podemos observar que el tiempo y temperatura de fijación son idéntico para ambas concentraciones de colorante hasta el pH es constante, en la concentración de colorante extraído con solvente a 75% de etanol se varió el pH 3 - 4.5

Tabla 23: Valores del pre-tratamiento de la fibra de alpaca

Numero	Tiempo(min)	Temperatura(°C)
1	0	20
2	15	60
3	25	60
4	35	60
Primer Lavado		
1	40	50
2	50	50
Segundo Lavado		
1	60	50
2	70	50

Fuente: Elaboración propia.

El tiempo de lavado se dio por un espacio de 60 minutos con Hostapal con el fin de eliminar las grasa, suciedad e impurezas de la fibra posteriormente se enjuago 2 veces para su mejor teñido.

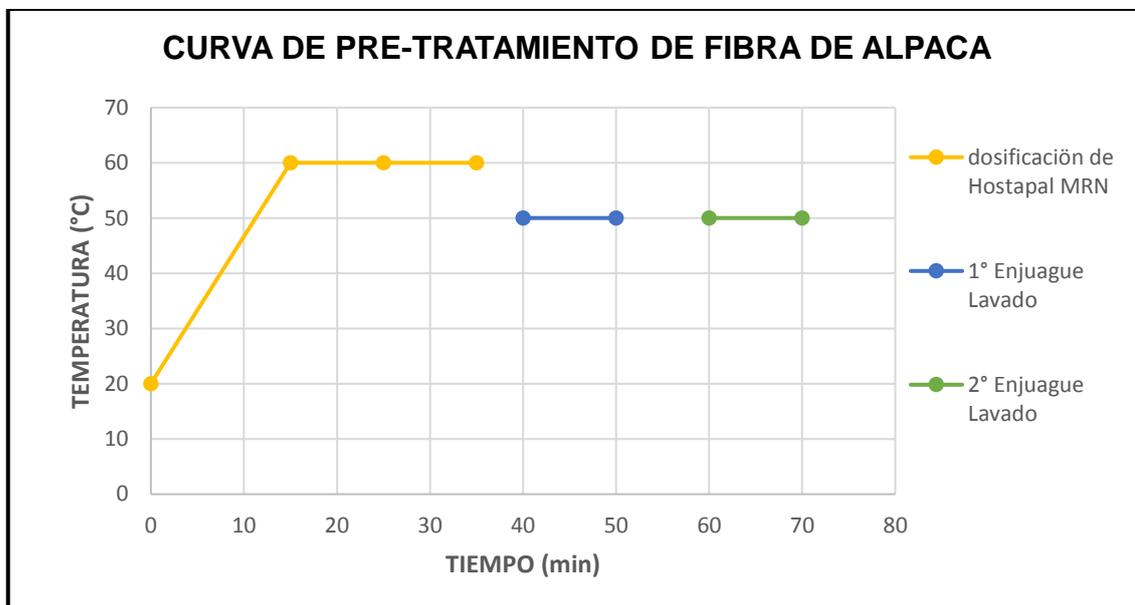


Figura 20: Curva de pre-tratamiento de fibra de alpaca.

Fuente: Elaboración propia.

Se observa en la Figura 22, que la temperatura máxima de dosificación será de 60°C por un tiempo de 60 minutos, también se puede observar que el primer y segundo lavado es a temperatura 50°C por un tiempo de 10min.

Tabla 24: Valores del teñido de acuerdo a los parámetros obtenidos

TIEMPO (min)	TEMPERATURA (°C)
0	40
20	40
30	60
50	60
60	84
120	84
160	60

Fuente: Elaboración Propia.

De acuerdo a los parámetros obtenidos para el teñido tenemos el siguiente gráfico.

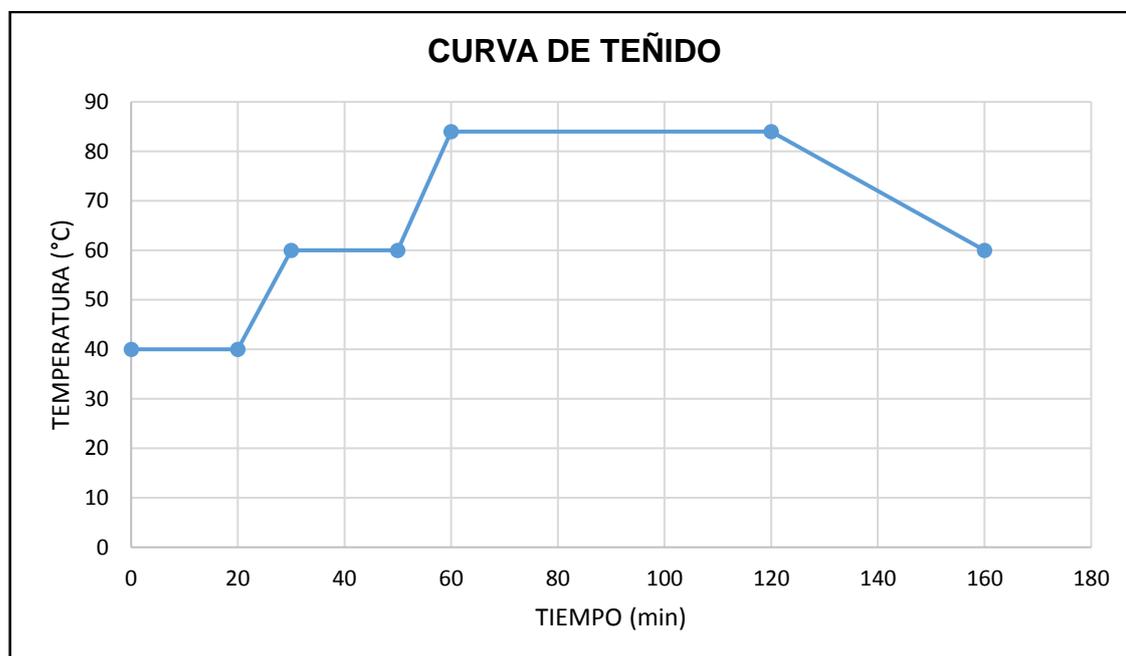


Figura 21: Curva de teñido según parámetros

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 25: Valores de enjuagues finales del teñido de fibra de Alpaca

Numero	Tiempo(min)	Temperatura(°C)
1	120	60
2	130	60
Enjuague		
1	140	60
2	150	60

Fuente: Elaboración Propia.

El tiempo de lavado se dio por un espacio de 10 minutos con el fin de eliminar el colorante que no se agotó a una temperatura de 60°C, se enjuago 2 veces.

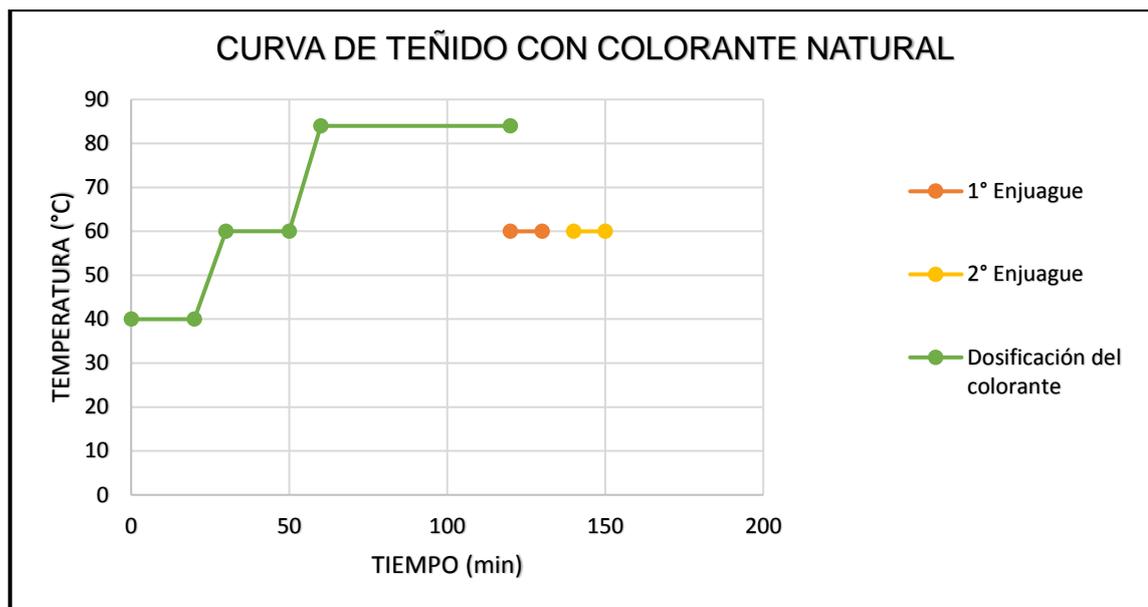


Figura 22: Curva de enjuagues finales del teñido

Fuente: Elaboración propia.

Según la figura 24, se puede observar que la temperatura de enjuague es 60°C por un tiempo 10min

Teniendo en cuenta de los colorantes extraídos con concentraciones de solvente (45 -75%) se observa la figura 23, de curva de teñido de fibra de alpaca la temperatura máxima de teñido agotamiento será de 84°C por un tiempo 120min, con un pH de 4.5 sin tener ninguna variación en el resultado que la solidez del teñido.

Según Obando, (2013). El pH neutro la velocidad de tintura es prácticamente nula, Los colorantes de mediana igualación, colorantes que tiñen a pH débilmente ácido, en los que a pH = 4.5-5, la velocidad de tintura es la adecuada, pues a pH 3, la absorción es excesivamente rápida, se trabajó con pH 3 - 4.5 en donde el teñido optimo es de pH 4.5.

Las escalas valorativas de 1 a 5 significa de 1 es al más bajo y 5 es una buena adherencia

Tabla 26: Resultados del colorante frente a diferentes factores después del proceso de teñido

Nº	Temperatura de teñido(°C)	Tiempo de teñido(min)	% fricción De la fibra	% solidez al inducir al lavado	Inducción hacia la luz
1	40	20	2	4	4
2	40	20	3	4	4
3	40	20	3	5	4
4	60	60	4	5	4
5	60	60	3	5	4
6	60	60	4	4	2
1	40	20	2	4	3
2	40	20	2	5	3
3	40	20	4	5	3
4	84	60	4	5	4
5	84	60	3	5	4
6	84	60	3	5	4

Fuente: Elaboración Propia

El colorante frente a diferentes factores después del proceso de teñido para determinar la solidez a la luz fue a temperatura alta de 120°C, con tiempos de 40 y 60 minutos y con una relación de baño de 1/20 y 1/40 respectivamente corroborando con la tesis de **Paudillo I., Tairo H. (2015)**, donde obtuvo buenos resultados de solidez a la luz, al utilizar una combinación óptima con temperatura 98°C, tiempo de 60 min y una relación de baño de 1/50. **Obando, (2003)**. Obtuvo una resistencia a la luz excelente dentro de la valoración de solidez, con un valor de 5 en comparación a nuestros resultados obtenidos de la prueba de solidez a la luz se tiene un valor de 5. Como también comparando con la tesis de **Ojeda, (2012)**. Que obtuvo una mejor solidez a la luz utilizando 50% de baño de colorante, 10% de mordiente y 6% de asistente en relación al peso en seco de la fibra.

V. CONCLUSIONES

- Realizando la extracción del colorante y la caracterización de la planta *Buddleja coriácea* de acuerdo al análisis obtenido, es una planta que posee alcaloides, taninos, y flavonoides, por lo que posee un color café a amarillo intenso bastante fuerte, se ha realizado por análisis de IR se han identificado grupos funcionales en la (BE) y en él (BSE) con cambios de intensidad de transmitancia (%T) en espectros de vibración de átomos de hidrogeno, carbono y en enlaces de grupos.
- La *Buddleja coriácea*, en este tipo de planta el proceso de obtención de colorante y los parámetros que se ha obtenido la concentración del solvente, tiempo y temperatura donde el solvente que se ha utilizado es el alcohol al 75% y su tiempo de extracción de colorante optimo es de un promedio de 2 horas.
- Los parámetros de teñido que se han podido encontrar durante el trabajo la investigación para su buena adherencia hacia la fibra de alpaca así como resistencia a la luz y su solidez al lavado es de temperatura agotamiento es 84 °C y tiempo de teñido de 60 min a un pH óptimo de 4.5.

VI. RECOMENDACIONES

- Realizar más investigación a partir de nuestro tema, para obtener más combinación de colorantes naturales.
- Informar a las personas valiéndose de trípticos, publicaciones, etc., para desaparecer principalmente el desconocimiento sobre los graves problemas que puede causar los colorantes artificiales en la salud humana y el medio ambiente
- Con respecto a lo presentado, se sugiere que conforme se vayan descubriendo nuevos tintes, estos sean analizados para saber las ventajas y desventajas que nos puedan ofrecer, de esta manera se sabrá que tintes son los adecuados para usar sin temor a dañar nuestra salud y medio ambiente.
- Para evitar dificultades en la comprensión o dudas con respecto al concepto de algunos términos, se sugiere leer cada uno de los conceptos presentados
- Según las soluciones presentadas, se recomienda seguir investigando desarrollando nuevos sistemas que hagan uso de compuestos naturales, para poder eliminar la toxicidad de las aguas residuales producto de los teñidos, lavados y demás, de la industria textil.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abril Diaz, N. F. (2017). Obtenido de Espectrofotometría: *Espectros de absorción y cuantificación colorimétrica de biomoléculas*. Universidad de Córdoba.
- Amparo, M. J. (2007). *Evaluación de colorantes de Origen Vegetal y su aplicación en el tinturado de fibras naturales*. Popayan, Colombia: Universidad del Cauca.
- B., M. (1993). *Colors from Nature: Growing collecting and Using Natural Dyes. EEUU*. Storey Publishing United States.
- Castillo Membreño, R. G. (2006). *Ensayo preliminar para la obtención de colorantes naturales a partir de especies vegetales comestibles*. Universidad del Salvador.
- Carvallo, M. (2000). *Colorante naturales derivados de la cochinilla(Dactilopius coccus Costa)y su comercio mundial)*Tesis para optar al Título de Ingeniero Agronomo. Santiago, Chile: Facultad de ciencias Agrarias y Forestales.
- Cisneros, H. J. (1988). *"Textiles y tintes"*. Ecuador: CIDAP.
- Dimas, M. O. (2004). *Teñido de Lana de Ovino y Fibra de Alpaca con Colorantes Naturales*. Lima, Perú: Ministerio de Comercio Exterior y Turismo MINCETUR.
- Diego F. S. (2002). *"Diseño de un proceso de extracción industrial del colorante del Aguacate"*. Medellín: Trabajo de grado de Ingeniería de procesos, Universidad EAFIT.
- Espinoza, J. V. (2006). *"Efectos de ftohormonas, en esquejes de K"iiswara, en épocas de recolección"*. La Paza - Bolivia: Universidad de San Andres. (Paudillo I., 2015)
- FOSSATI, J 1996. *Resumen silvicultura de 10 sp nativas* Editorial Cochabamba, Bolivia. Programa de Repoblamiento Forestal Prefectura Intercooperation- COSUDE.
- Hollen, N. (1989). *"Introducción a los textiles"*. España: Editorial Limusa.

- Kalsec. (2003). "*Extracción de colorantes de Achiote (ANNATTO)*". Recuperado de: <http://www.kalsec.com/colannat.htm> (26/03/10).
- Maran, P. (2012). *Response surface modeling and optimization of proce.*
- Martínez, B. I. (2011). "*Análisis y obtención de colorante natural a partir de la baccharis latifolia (CHILCA)*". Ecuador: Universidad Técnica del Norte.
- María, P. (1997). *Tecnología de la Confección Textil*. España: Editorial EDYM.
- Morales, T. M. (2007). *Evaluación d la capacidad de Tinción de los tintes obtenidos de dos especies forestales Guatemaltecas en el Proceso de Teñido de fibras de lana y Maguey*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Muñoz, A. (2014). *Revista Científica de la Universidad Autónoma de Coahuila*.
- Nina, A. C. (2001). "*Investigación experimental de la obtención de la clorofila a partir de la Urtica Ureas*". Perú: Universidad Nacional del Altiplano.
- Ojeda Brito, G. (2012). *teñido de fibra de abaca(textil musa) utilizando colorante extraído de la cochinilla(Dactylopius Coccus)*. Ecuador: Universidad de Loja .
- Olga, L. S. (1994). *Investigación Fitoquímica, Métodos en el Estudio de Productos Naturales*. Lima, Perú: Fondo editorial Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Paudillo I., T. H. (2015). *TEÑIDO DE FIBRA DE ALPACA SURI (Vicugna pacos) CON CARMÍN DE COCHINILLA (Dactylopius coccus)*. Cusco, Perú: para optar Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial.
- Portillo, O. (2013). *tintura alternativa en hilos de lana con colorantes naturales*. Ecuador: Universidad tecnica del Norte Ecuador.
- Pérez, O. A. (2003). "*Cinética y extracción de colorantes Naturales para Industria textil*". México: Universidad de las Américas Puebla - México.
- Pérez, O. A. (2003). "*Cinética y extracción de colorantes naturales para la industria textil*". México: Universidad de las Américas Puebla - México.

- Reynel, C. y. (1990). *Árboles y Arbustos Andinos para Agroforestería y Conservación de Suelos*. Lima, Perú: Tomo II, Proyecto FAO/Holanda.
- Roxana, T. R. (2008). *Control de Calidad del Teñido de Fibra de Alpaca con el Colorante Natural Presente en la Queñua (polylepis incana H.B.K.), en Comparación con el Colorante Químico Lanaset Brow B. Puno, Perú: Tesis de grado. Facultad de Ingeniería Química, Universidad Nacional del Altiplano Puno.*
- S.A., I. T. (2008). *Manual de Practicas de Tintorería*. Arequipa, Perú.
- Sandra, L. (2009). *Control de Calidad del Teñido de Fibra de Alpaca con el Colorante Natural Presente en la Queñua (polylepis incana H.B.K.), en Comparación con el Colorante Químico Lanaset Brow B. Puno, Perú: Tesis de grado. Facultad de Ingeniería Química, Universidad Nacional del Altiplano Puno.*
- Santiesteban, F. S. (1964). "Los obrajes en el Virreinato del Perú - Citado en artesanías de América". Ecuador: CIDAP 1984, Colores perdurables, colores efímeros - Ecuador.
- Tejada, J. L. (2011). "Evaluación del Equipo Extractor - teñidor tipo autoclave Presurizada, con colorantes Naturales en el teñido de fibra de alpaca". Perú: Universidad Nacional dl Altiplano.
- Ugas, O. L. (1997). "Colorantes Naturales". Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Ugaz, O. L. (1997). "Colorantes Naturales". Perú: Fondo Editorial Pontificia Universidad Católica del Perú".
- Velado, E. (1999). *investigacion tecnologica sobre el teñido de lana de oveja y de alpaca con carmin de cochinilla*. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustin.

ANEXOS



Figura 23: Equipo de teñido Soxhlet



Figura 24: Materia prima de Inflorescencia de Colli



Figura 25: Materia prima (Inflorescencia de Colli) triturado



Figura 26: Balanza semi analítica Scot-pro Ohaus

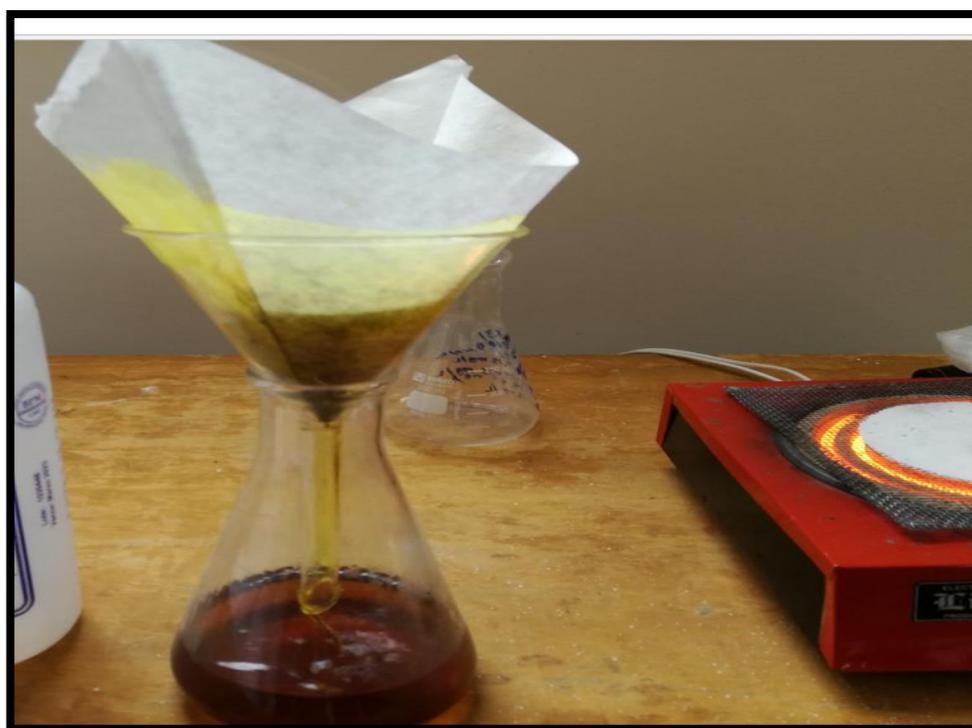


Figura 27: Matraz Erlenmeyer con colorante listo para el teñido



Figura 28: Teñido de lana de alpaca: Color Café, pH 3.5. (Extracción del colorante con 75% etanol)



Figura 29: Teñido de lana de alpaca: Color Amarillo - Naranja, pH 4.5 (Extracción del colorante de 45% etanol)

ANEXO II: CERTIFICADO DE CARACTERIZACIÓN DEL COLORANTE



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
 FACULTAD DE CIENCIAS
 LABICER (Laboratorio N° 12)
 ANÁLISIS QUÍMICO, CONSULTORÍA E INVESTIGACIÓN



INFORME TÉCNICO N° 0625 – 18 – LABICER

1. **DATOS DEL SOLICITANTE**
 - 1.1 NOMBRE DEL SOLICITANTE : YESELIA NINA AGUILAR
 - 1.2 DNI : 46903926
2. **CRONOGRAMA DE FECHAS**
 - 2.1 FECHA DE RECEPCIÓN : 30 / 04 / 2018
 - 2.2 FECHA DE ENSAYO : 03 / 05 / 2018
 - 2.3 FECHA DE EMISIÓN : 07 / 05 / 2018
3. **SERVICIO SOLICITADO** : ANÁLISIS DE INFLORESCENCIA DE COLLI POR ESPECTROSCOPIA INFRARROJA
4. **DATOS REFERENCIALES DE LA MUESTRA SEGÚN EL SOLICITANTE**
 - 4.1 IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA : 01 MUESTRA DE INFLORESCENCIA DE COLLI (BUDDLEGA CORIACEA)
5. **LUGAR DE RECEPCIÓN** : LABORATORIO LABICER - FACULTAD DE CIENCIAS
6. **CONDICIONES AMBIENTALES** : Temperatura: 22 °C, Humedad relativa: 60%
7. **EQUIPO UTILIZADO** : Espectrofotómetro Infrarrojo PERKIN-ELMER, Frontier
8. **RESULTADOS**

8.1 ESPECTRO INFRARROJO DE LA MUESTRA DE INFLORESCENCIA DE COLLI (BUDDLEGA CORIACEA)

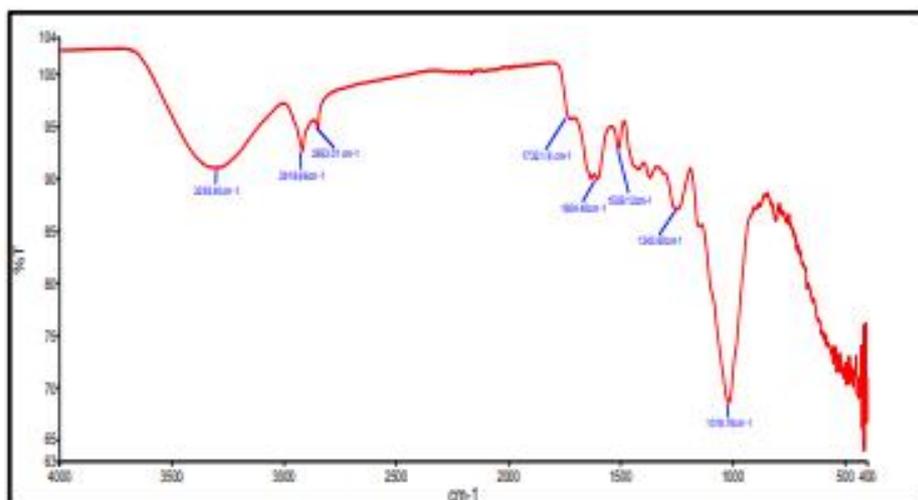


TABLA N°1: DATOS DEL ESPECTRO INFRARROJO DE LA MUESTRA DE INFLORESCENCIA DE COLLI
(BUDDLEGA CORIACEA)

LONGITUD DE ONDA (cm ⁻¹)	GRUPO FUNCIONAL	RANGO DE LONGITUD DE ONDA (cm ⁻¹)
3293,40	Vibraciones de estiramiento de H-O-H y estiramiento de N-H	3300 - 3600
2918,66	Vibraciones C-H de estiramiento metilo, metileno y grupos metoxi	2923,78
2853,01	Vibraciones C-H de estiramiento metilo, metileno y grupos metoxi	2923,78
1732,16	Estiramiento carbonilo	1748,15
1604,40	Estiramiento C=C	1636,17
1509,12	C-H alifáticos y aromáticos	1444,43
1018,76	C-O de alcoholes y ácidos carboxílicos	1333,24-1022

9. VALIDEZ DEL INFORME TÉCNICO

El Informe técnico es válido solo para la muestra y las condiciones indicadas en los items del uno (1) al cuatro (4) del presente informe técnico.

Bach. Jesús Utano Reyes
Analista Químico
LABICER - UNI

M.Sc. Otilia Acha de la Cruz
Responsable del análisis
Jefe de Laboratorio
CQP 202

(*) El Laboratorio no se responsabiliza del muestreo ni de la procedencia de la muestra.

Figura 30: Resultado del espectro infrarrojo - Inflorescencia de Colli

**ANEXO III. DENSIDADES Y PESO ESPECÍFICO DEL ETANOL A DISTINTOS
PORCENTAJES DE CONCENTRACIÓN**

Porcentaje Etanol-Agua (%)	Densidad (g/ml)	Peso específico (N/m ³)
0.5	0.9973	99730
1	0.9963	99630
2	0.9945	99450
4	0.9910	99100
8	0.9847	98470
12	0.9792	97920
16	0.9739	97390
20	0.9687	96870
26	0.9602	96020
30	0.9539	95390
36	0.9431	94310
40	0.9352	93520
46	0.9227	92270
50	0.9139	91390
56	0.9004	90040
60	0.8911	89110
66	0.8771	87710
70	0.8676	86760
76	0.8533	85330
80	0.8436	84360
86	0.8284	82840
90	0.8180	81800
96	0.8013	80130
100	0.7893	78930

Fuente: Coronel Juan, Ecuaciones de Transmisión de Calor, España 2005.

CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁCIDO CÍTRICO

Formula	$C_6H_8O_7$
Peso molecular	192.13
Apariencia	Cristales Blancos
Sabor	Sabor acido
Olor	Prácticamente sin olor
Solubilidad (gr./100 ml a 25°C)	En agua: 162 En etanol: 59 En éter: 0.75
Punto de Fusión	153 °C

Fuente: Alejandra Muñoz R. C.U.A.C. 20140