

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a circular emblem. It features a central figure of a man on a horse, holding a staff, set against a background of green hills and a blue sky. Above the figure is a golden crown and a lion rampant. The seal is surrounded by a Latin inscription: "CAROLINA ACADEMIA COACTEMALENSIS INTER CETERAS OMNIBUS CONSPICUA".

**USO DE DOS COLORANTES NATURALES *Rubus ulmifolius* (MORA) Y
Beta vulgaris (REMOLACHA) EN EL TEÑIDO DE TELA CIENTO POR CIENTO
ALGODÓN**

**Jennifer Magaly Campos Ramos
Hari Abraham Quintanilla Cardenas**

QUÍMICOS FARMACÉUTICOS

Guatemala, Febrero de 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA



**USO DE DOS COLORANTES NATURALES *Rubus ulmifolius* (MORA) Y
Beta vulgaris (REMOLACHA) EN EL TEÑIDO DE TELA CIENTO POR CIENTO
ALGODÓN**

Seminario de Investigación

Presentado por

Jennifer Magaly Campos Ramos

Hari Abraham Quintanilla Cardenas

**Para optar al título de
QUÍMICOS FARMACÉUTICOS**

Guatemala, Febrero de 2017

JUNTA DIRECTIVA

Dr. Rubén Dariel Velásquez Miranda	Decano
M.A. Elsa Julieta Salazar Meléndez de Ariza	Secretaria
MSc. Miriam Carolina Guzmán Quilo	Vocal I
Dr. Juan Francisco Pérez Sabino	Vocal II
Lic. Carlos Manuel Maldonado Aguilera	Vocal III
Br. Andreina Delia Irene López Hernández	Vocal IV
Br. Carol Andrea Betancourt Herrera	Vocal V

AGRADECIMIENTOS

A DIOS

Por ser nuestra luz y camino por darnos la vida y permitirnos culminar nuestra carrera.

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Por formarnos como profesionales íntegros personas con principios y valores con visión para ayudar a la mejora social de nuestro país.

A LA FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA

Por brindarnos las herramientas para adquirir los conocimientos de nuestra carrera.

A NUESTRO ASESOR LIC. JULIO GERARDO CHINCHILLA VETTORAZZI

Por todo su apoyo en la realización de este seminario por ser nuestro mejor guía.

A NUESTRA REVISORA LICDA. MARÍA NEREIDA MARROQUÍN TINTÌ

Por su apoyo, paciencia y por siempre exigirnos para dar lo mejor de nosotros.

A INDUSTRIA LIZTEX S.A.

Por brindarnos el apoyo en la realización de la fase experimental y abrirnos las puertas del laboratorio de tintorería para realizarla.

DEDICATORIAS

JENNIFFER MAGALY CAMPOS RAMOS

A DIOS

Por darme vida, salud, por ser la luz que guía mi camino, por su amor incondicional y Bendiciones hacia mí y permitirme alcanzar este logro.

A MIS PADRES MARIO CAMPOS Y GEORGINA RAMOS

Por su amor incondicional, por darme la oportunidad de culminar mis estudios, por su apoyo en todo momento y por todos los sacrificios realizados para verme cumplir este sueño, por ser mi ejemplo a seguir. Los amo.

A MIS HERMANAS

Analy y Teresita gracias por apoyarme, esperarme y aguantarme. Analy gracias por todo tu apoyo en la etapa final de la carrera. Las amo.

A MIS ABUELAS

Mama Tere lo logré se que esta muy feliz en el cielo, a mi abuelita María por darme una madre tan valiosa y por su amor incondicional para mi.

A MI FAMILIA

Por su apoyo y ayuda cuando lo necesité.

A LA FAMILIA QUINTANILLA CARDENAS

Por abrirme las puertas de su hogar y hacerme sentir como en mi propia casa, por el apoyo que siempre recibí de ustedes.

A MIS COMPAÑEROS

A todos los que conocí en este camino gracias por dejar en mí un aprendizaje de vida.

A MI NOVIO

Por ser mi mejor amigo y compañero, por recorrer estos caminos juntos y crecer juntos en este sueño que hoy culminamos, por hacerme feliz cada uno de mis días, por amarme tal como soy.

Hari te amo.

DEDICATORIAS

HARI ABRAHAM QUINTANILLA CARDENAS

A DIOS

Por darme la oportunidad de emprender este camino que hoy culmino.

A MIS PADRES

Por brindarme el apoyo, darme las herramientas necesarias para poder lograr este objetivo. Por enseñarme los valores necesarios para alcanzar mis metas de forma íntegra. Pero por sobre todo por creer en mí y darme su amor incondicional en toda adversidad.

A MIS HERMANOS

Por ser parte de este logro apoyándome en todo momento y lugar.

A MIS TIOS

Por el apoyo incondicional que siempre necesité, por estar a mi lado y siempre alentarme ante los problemas.

A MI FAMILIA EN GENERAL

Por darme toda su ayuda y siempre estar pendientes de que yo alcanzara esta meta.

A MIS AMIGOS

Por siempre estar, en los buenos y malos momentos, por los consejos y regaños, gracias.

A MI NOVIA

Por ser la principal autora de este objetivo que hoy alcanzo, por ser además la persona que anima cada día de mi vida, mi mejor amiga, mi mejor compañera. La parte más linda de mi corazón y la más inteligente de mis decisiones.

INDICE

1.	ÁMBITO DE LA INVESTIGACIÓN.....	1
2.	RESUMEN.....	3
3.	ANTECEDENTES	4
	3.1 Colorante y pigmento	6
	3.1.1. Colorantes.....	6
	3.1.2. Pigmentos	6
	3.2. Clasificación de los colorantes	8
	3.2.1 Colorantes naturales:	8
	3.2.2 Colorantes Sustantivos:.....	8
	3.2.3 Colorantes Mordientes:	8
	3.2.4 Colorantes a la Tina:.....	9
	3.2.5 Colorantes Directos:.....	9
	3.3. Lista de mordientes utilizados en Centroamérica y Sudamérica	9
	3.4 Uso como colorantes textiles de antocianinas y betalainas	10
	3.5 Teñido industrial de hilo y tela.....	18
4.	JUSTIFICACIÓN.....	19
5.	OBJETIVOS	20
	5.1 Objetivo General.....	20
	5.2 Objetivos Específicos.....	20
6.	HIPÓTESIS	21
7.	MATERIALES Y MÉTODOS	22
	7.1 Materiales.....	22
	7.1.1 Universo.....	22
	7.1.2 Muestra:	22
	7.1.3 Recursos:.....	22
	7.2 Método.....	23
	7.2.3 Control de calidad de textiles teñidos	25
	7.3 Análisis Estadístico	28

8	RESULTADOS.....	29
9	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	33
10	CONCLUSIONES.....	39
11	RECOMENDACIONES.....	40
12	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	41
13	ANEXOS.....	44
	ANEXO NO. 1 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DE LAS PLANTAS A TRABAJAR	44
	44
	Rubus ulmifolius (Mora)	44
	<i>Beta vulgaris</i> (Remolacha).....	45
	ANEXO 2. PROCESO.....	47
	ANEXO No. 3 PRUEBAS DE CONTROL.....	50
	ANEXO No. 4 GRAFICAS ESPECTROFOTOMÉTRICAS.....	51
	ANEXOS NO.5 EVALUACIÓN DE COLORANTES NATURALES POR MÉTODO CEILAB.....	54
	ANEXO NO. 6 CLASIFICACIÓN DE COLORANTES NATURALES SEGÚN COMPOSICIÓN QUÍMICA.....	55
	ANEXO No.7 MAQUINARIA.....	56
	ANEXO NO. 8 TEORÍA DEL COLOR.....	60

1. ÁMBITO DE LA INVESTIGACIÓN

Guatemala cuenta con una gran variedad de especies vegetales que se emplean en diferentes campos como alimentos, medicamentos, ornamentales, cosméticos y en otros fines industriales, las plantas de utilidad industrial son las que facilitan la materia prima para la industria, se dividen en 3 clases: oleaginosas, azucareras y textiles. Las de utilidad textil son fuente de fibras para la elaboración de tejidos, además en la actualidad se encuentran las especies vegetales que son fuente de colorantes naturales para el teñido de diferentes tejidos o materiales.

En la actualidad los productos obtenidos de la naturaleza, que sean amigables con el ambiente han cobrado auge en diferentes campos, como la belleza, medicina y alimentos, por lo que este tipo de productos enfocado a la industria textil puede traer grandes beneficios y crear una atracción extra hacia los textiles coloreados. Los colorantes naturales son utilizados en procesos de teñido en muchas superficies y materiales, un colorante natural es una opción para el teñido de telas. El teñido de telas con colorantes naturales es bastante común en el país. Sin embargo, el proceso de teñido es artesanal y es necesario evaluar la utilidad de estos colorantes en procesos industriales. Los procesos industriales de teñido de telas se basan generalmente en dos métodos distintos, el proceso de teñido continuo y el proceso de teñido por agotamiento, cada uno de estos métodos utiliza cierta cantidad de químicos que ayudan a la fijación de los colorantes (Lockuán, 2012).

En el sistema por agotamiento el colorante se disuelve o dispersa en el baño de teñido, el material se sumerge en el líquido de teñido y se retira solamente cuando el colorante se ha transferido mayoritariamente en el material a teñir, distribuido homogéneamente, penetrando en la fibra y fijado. Este proceso se puede utilizar para fibras, hilos y tejidos de punto (Lockuán, 2012).

El proceso continuo se lleva a cabo utilizando medios mecánicos (humectación por impregnado y exprimido). El baño de teñido se distribuye homogéneamente sobre la tela (es decir, también el colorante se distribuye homogéneamente). En una segunda etapa, el colorante penetra en el tejido y se fija a continuación. Al final del proceso, el material se lava (Lockuán, 2012).

Los colorantes a tomar en cuenta en esta investigación son los obtenidos del bulbo de *Beta vulgaris* (remolacha) y del fruto de *Rubus ulmifolius* (mora), siendo estos elegidos por la gran concentración de colorante que presentan.

La tela 100% algodón teñida con los colorantes naturales utilizados en la investigación deberán de ser sometidos a las pruebas de calidad que requiere la industria textil, por lo cual estas se someterán a cinco pruebas específicas, las cuales evaluarán la permanencia del color en la tela teñida. Estas pruebas serán; la evaluación visual del color en caja de luz, Evaluación por espectrofotómetro, Evaluación de la solidez del color (húmedo y seco); Cambio de color al lavado.

La importancia de esta investigación radica en la obtención de nuevas opciones de colorantes que puedan hacer más seguros y menos costosos en los procesos de teñido en tela 100% algodón, ya que estos serían una alternativa de uso, menos contaminante y efectiva en el teñido de telas cumpliendo de una manera satisfactoria la calidad requerida por la industria textil actual.

2. RESUMEN

La importancia de promover el uso de colorantes naturales radica en contribuir a la disminución del uso de colorantes sintéticos, ya que la mayoría de sus desechos son contaminantes de mantos acuíferos y medio ambiente, ya que los efluentes de la industria textil se caracterizan por fluctuaciones extremas en parámetros, tales como: la demanda química de oxígeno (DQO), la demanda bioquímica de oxígeno (DBO), pH, color y salinidad. Algunas causas de la toxicidad acuática son las sales como NaCl y Na₂SO₄ (provenientes del teñido), agentes surfactantes como fenoles, metales pesados que están presentes en los colorantes, y aniones tóxicos como el sulfuro (presente en algunos colorantes). Los efluentes textiles pueden reducir la germinación de las semillas y el crecimiento temprano de algunos vegetales (Zhou, 2001 y Rehman *et al.*, 2008).

El objetivo principal de esta investigación fue el comprobar que los colorantes contenidos en el extracto de la mora y el extracto de remolacha, cumplen con los requerimientos industriales para el teñido de tela 100% algodón, como alternativa al uso de colorantes sintéticos.

Los tubérculos de remolacha y frutos de mora fueron adquiridos en un mercado local, se procedió a obtener el extracto de los colorantes por medio de un extractor de jugos en crudo, el cuál utiliza procesos de masticación y prensado. Los extractos obtenidos fueron evaluados en dos concentraciones diferentes (30/100 y 80/100) en tela 100% algodón, en los dos sistemas habituales de teñido en la industria textil, por agotamiento y sistema continuo.

A la tela obtenida del teñido con los extractos naturales se le aplicaron las pruebas de control de calidad habituales para las telas teñidas con colorantes sintéticos (Inspección en caja de luz, solidez al frote húmedo y seco, cambio de color al lavado, evaluación espectrofotométrica) las cuales determinaron si el colorante natural puede ser utilizado como alternativa a los colorantes sintéticos en la industria textil.

Según los datos obtenidos en la investigación los colorantes naturales evaluados cumplen con los requerimientos de la industria textil para el teñido de tela 100% algodón por medio de los sistemas por agotamiento y continuo.

3. ANTECEDENTES

Arriaga, en el año 2007, realizó una investigación en la que se caracterizó, extrajo y evaluó la estabilidad de los colorantes naturales presentes en el cáliz de *Hibiscus sabdariffa* L. (Rosa de Jamaica) como alternativa de consumo del colorante artificial Rojo No.40. La investigación presentaba dos objetivos fundamentales los cuales eran identificar por medio de cromatografía de capa fina los pigmentos antociánicos característicos de la rosa de jamaica; y realizar un estudio de estabilidad acelerada comparando el comportamiento de la rosa de jamaica contra el colorante artificial Rojo No.40, sometidos a ciertas condiciones de temperatura (30°C y 50°C) y pH (4, 5 y 6), con la finalidad de analizar si los colorantes naturales en estudio eran capaces de sustituir al colorante artificial en productos farmacéuticos, cosméticos o alimenticios.

Fuentes, en el año 2005, realizó una investigación en la que se extrajo, cuantifico y estudio la estabilidad de colorantes naturales presentes en los frutos de *Prunus capuli* Cav. (Cereza), *Rubus urticaefolius* Poir (Mora) y *Sambucus canadensis* L. (Saúco) como alternativas naturales de consumo de los colorantes artificiales Rojo No.40, Rojo No.3 y Rojo No.2, en bebidas en el rango de pH 3, 4 y 5. Para ello se llevó a cabo la extracción de los pigmentos antociánicos presentes y se cuantificaron por medio de espectrofotometría ultravioleta-visible; finalmente se evaluó la estabilidad de los pigmentos sometiéndolos a diferentes valores de temperatura (30 y 50°C) y pH (4 y 5) con el fin de determinar a qué temperatura y pH son más estables los pigmentos extraídos.

Aceituno, en el año 2010 realizó una investigación llamada propiedades de colorantes secados con técnicas alternativas a nivel laboratorio como alternativa la FD&C rojo No. 40 en alimentos, con el objetivo de evaluar la diferencia de las propiedades colorantes de tres extractos vegetales secados tanto por liofilización como secada convencional al vacío.

La determinación de las propiedades se realizó por espectrofotometría y cromatografía en capa fina. Los colorantes naturales fueron obtenidos de la remolacha, rosa de Jamaica y pitaya. Investigación que se realizó en la Universidad de San Carlos de Guatemala para optar al título de ingeniería química

Prieto, Vela, Del Valle, en el año 2015 en la universidad de San Carlos de Guatemala realizaron una investigación sobre el uso de colorantes naturales extraídos de Rosa de

Jamaica, Mora y Remolacha, para el uso de estos en productos cosméticos, los productos cosmético elaborados con los extractos de estos colorantes naturales se sometieron a pruebas de estabilidad acelerada a una temperatura de 30°C y 50°C durante 90 días. Obteniendo como resultado de la investigación que la mayor estabilidad la obtuvieron los productos cosméticos realizados con el extracto de mora.

Cano y colaboradores, en el año 2007 realizaron una investigación sobre tintes naturales extraídos de la corteza de tres especies forestales cultivadas en Guatemala, Se evaluó la calidad de las fibras teñidas con los extractos tintóreos obtenidos de la corteza de las tres especies forestales guatemaltecas mediante la aplicación de pruebas fisicoquímicas de solidez. El proceso de teñido en esta investigación se realizó por sistema de agotamiento el sistema que comúnmente es utilizado en tintorería artesanal. Investigación realizada en la universidad de San Carlos de Guatemala.

Trujillo, López, realizaron en el año 2010 una investigación en la universidad del salvador en donde se investigó la obtención de colorantes naturales obtenidos de la cebolla blanca y morada y de remolacha y su aplicación en la industria textil en esta investigación al igual que en otra el objetivo principal fue comprobar el teñido con estos extractos por medio del uso de mordientes y por el sistema tradicional de tenido.

Toc, Oliva, realizaron en el año 2013 una investigación para evaluar la capacidad colorante y actividad antioxidante de los extractos obtenidos del rizoma de Zarcaparrilla, cálices de Rosa de Jamaica y corteza de Mangle, para su aplicación agroindustrial.

Las Anteriores investigaciones tienen como objetivo en común demostrar que los colorantes naturales pueden ser una alternativa al uso de colorantes sintéticos, en diferentes áreas de la industria, dentro de las cuales se encuentra el área de la industria textil, las investigaciones realizadas en esta área se limitan a la aplicación de colorantes naturales por medio de procedimiento artesanales, lo que origino realizar la investigación con aplicación de colorantes naturales por medio de procesos de teñidos establecidos a nivel mundial para la industria textil, como alternativa al uso de colorantes sintéticos y disminuir así la contaminación y efectos en el ambiente y en la salud que provocan sus desechos.

3.1 Colorante y pigmento

3.1.1. Colorantes

Se da ese nombre a las sustancias coloreadas las cuales son capaces de teñir las fibras vegetales y animales. Para que un colorante sea útil, debe ser capaz de unirse fuertemente a las fibras, y por el lavado no debe perder su color. Debe ser relativamente estable químicamente y soportar bien la acción de la luz (Robayo, 2000).

3.1.2. Pigmentos

Un pigmento es un material que cambia el color de la luz que refleja, como resultado de la absorción selectiva del color, este proceso físico es diferente a la fluorescencia, la fosforescencia y otras formas de luminiscencia, en las cuales el propio material emite luz. Muchos materiales selectivamente absorben ciertas ondas de luz, dependiendo de su longitud de onda. Los materiales que los seres humanos han elegido y producido para ser utilizados como pigmentos por lo general tienen propiedades especiales que los vuelven ideales para colorear otros materiales (Robayo, 2000).

Un pigmento debe tener una alta fuerza teñidora relativa a los materiales que colorea, además debe ser estable en forma sólida a temperatura ambiente. Los pigmentos son utilizados para teñir pintura, tinta, plásticos, textiles, cosméticos, alimentos y otros productos (Robayo, 2000).

La mayoría de los pigmentos utilizados en la manufactura y en las artes visuales son colorantes secos, usualmente en forma de polvo fino. Este polvo es añadido a un vehículo o matriz, un material relativamente neutro o incoloro que actúa como adhesivo. Para aplicaciones industriales, así como artísticas, la permanencia y la estabilidad son propiedades deseadas. Los pigmentos que no son permanentes son llamados fugitivos, se desvanecen con el tiempo o con la exposición a la luz, mientras que otros terminan por ennegrecer (Robayo, 2000).

Generalmente se hace distinción entre un pigmento, el cual es insoluble en el vehículo, (formando una suspensión) y un tinte, el cual o es un líquido o es soluble en el vehículo (resultando en una solución) un colorante puede ser un pigmento o un tinte dependiendo del vehículo en el cual se usa (Robayo, 2000).

En algunos casos, un pigmento puede ser fabricado a partir de un tinte precipitando un tinte soluble en una sal metálica. Los pigmentos han sido utilizados desde tiempos prehistóricos y han sido fundamentales en las artes visuales a lo largo de la historia. Los principales pigmentos utilizados son los de origen mineral o biológico. La necesidad de conseguir pigmentos menos costosos dada la escasez de algunos colores, como el azul, propició la aparición de los pigmentos sintéticos (Robayo, 2000).

Los colorantes pueden ser clasificados de distintos modos y formas, o bien conforme a su estructura química o según el método de aplicación. Según el método de clasificación química, los colorantes se agrupan de acuerdo con ciertas características estructurales químicas comunes.

Los tintes y pigmentos orgánicos más importantes, en orden aproximadamente decrecientes de importancia, pertenecen a las familias químicas azo (- N=N-), carbonilo (C=O) (incluyendo las antraquinonas), ftalocianina, ion arilcarbonio (Incluyendo los trifenilmetinos), sulfuros, polimetino y nitro (Robayo, 2000).

Para el tintorero textil, cuya labor es aplicar el color a una fibra textil dada, la clasificación de los tintes según el método de aplicación es, probablemente, de mayor interés que la clasificación química. Las moléculas de los tintes y pigmentos son cuidadosamente diseñadas para asegurar que presenten un conjunto de propiedades adecuadas para una aplicación concreta. Los requisitos obvios para ambos tipos de colorantes son que deben poseer los colores deseados, en términos de matiz, intensidad y brillo, y un conjunto apropiado de propiedades de solidez. Las capacidades de solidez se refieren a la capacidad de un tinte o pigmento para resistir el cambio de color cuando sea expuesto a ciertas condiciones tales como la luz, la intemperie, el calor, el lavado y los disolventes, o a los agentes químicos tales como los ácidos y los álcalis. Para la aplicación textil, las moléculas de tinte están diseñadas de tal manera que sean atraídas fuertemente por las moléculas de fibras sobre las que hayan de ser aplicadas (Robayo, 2000).

La naturaleza física y química de los diferentes tipos de fibras textiles, tanto naturales como sintéticas, requiere que los tintes empleados presenten, en cada caso, un conjunto adecuado de características químicas que promuevan su afinidad por la fibra en cuestión. Quizá la contribución más temprana y destacada a la ciencia del color y la constitución se

deba a Witt quien, en 1876, propuso que los tintes contienen dos tipos de grupos que son responsables de su color. El primero de estos, denominado el *cromoforo*, es definido como un grupo de átomos principales responsables del color del tinte (Robayo, 2000).

En segundo lugar están los *auxocromos*, de los que propuso que eran grupos de átomos formadores de sales.

3.2. Clasificación de los colorantes

3.2.1 Colorantes naturales: un colorante en general se puede definir como: “Cualquiera de los productos químicos pertenecientes a un extenso grupo de sustancias, empleados para colorear tejidos, 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 Sing, 1997).

Los colorantes naturales los podemos definir como “aquellos que se obtienen de la materia animal y vegetal sin proceso químico. Estos son principalmente colorantes mordientes, aunque se conocen unos de la tina de disolventes, de pigmentos, directos y de los tipos ácidos. No se conocen colorantes naturales del tipo sulfurados, dispersos, azoicos o en rama” (Lock Sing, 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 tenido de fibras se hacía con plantas conteniendo colorantes naturales, llamadas especies tintóreas (Lock Sing. 1997).

3.2.2 Colorantes Sustantivos: Son colorantes que pueden teñir directamente las fibras de algodón.

3.2.3 Colorantes Mordientes: El mordiente es un producto que se adiciona y fija al colorante a la fibra y es absorbido por ella, pudiendo consecutivamente atraer el colorante. Este término se usa principalmente para los colorantes que se adicionan usando óxidos metálicos como mordientes.

Especialmente se emplean como mordientes los óxidos de aluminio, hierro, plomo y cromo; ácidos el ácido tánico, usado para fijar colores básicos), sustancias orgánicas (caseína, gluten, albúmina), etcétera, que sirven para fijar los colores de estampados en los textiles. Haciendo una revisión de varios trabajos realizados en diversas partes de América, sea Ecuador, Perú, México, Guatemala, El Salvador en base a experiencias e investigaciones, encontramos una serie de mordientes comunes utilizados en el teñido con tintes naturales, y la opinión generalizada que la mayoría de los tintes naturales precisa la ayuda de un mordiente para fijar el color y ayudar a que el color sea más perdurable.

3.2.4 Colorantes a la Tina: Son sustancias insolubles que se pueden reducir a materiales alqui-solubles. El colorante se aplica en su forma reducida y se reoxida en presencia de la fibra.

3.2.5 Colorantes Directos: Se absorben directamente por las fibras en solución acuosa, hay colorantes básicos y ácidos de este tipo. Estos colorantes se emplean especialmente en el teñido de lanas y poliamidas sintéticas.

3.3. Lista de mordientes utilizados en Centroamérica y Sudamérica

Mordiente: El mordiente es una sustancia empleada en tintorería que sirve para fijar los colores en los productos textiles. La función del mordiente es favorecer la fijación del colorante en las fibras.

Elementos usados como mordientes o fijadores, que en algunos casos sirven además como “entonadores” Muchos de estos han sido utilizados desde la época precolombina en varias regiones de la tintorería tradicional de Centroamérica y Sudamérica.

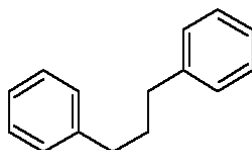
- Caparrosa verde (Sulfato de Hierro) (venenoso): se utiliza después del teñido. Generalmente oscurece el color y vuelve las fibras más ásperas.
- Caparrosa azul (Sulfato de Cobre): polvo cristalino de color verde pálido. Se usa al final del teñido. Tiene buena resistencia a la luz y al agua.
- Bicromato o dicromato de potasio polvo de color anaranjado. Se utiliza del mismo modo que el alumbre antes de teñir, pero puede aplicarse también después del teñido. Tiende a cambiar el color de los tintes de las maderas.
- Ceniza o lejía. Se utiliza con frecuencia las cenizas de banano y cenizas de eucalipto o de diferentes clases de maderas. La ceniza de molle tiene un fuerte efecto sobre el color. PH (ceniza) 8.5

- Sal de mesa (Cloruro de Sodio): la sal puede utilizarse en la solución del tinte en el momento del teñido.
- Barro negro: el barro es utilizado todavía en varias regiones de Bolivia y América.
- La fibra teñida generalmente con aserrín de diferentes maderas es enterrada posteriormente en el barro por uno o varios días.
- Limón (contiene Ácido Acético): el jugo de limón tiende a intensificar y a aclarar los colores. pH limón Amoníaco (Clorhidrato de Amoníaco) (Sales de amoniaco) Orín fermentado (contiene Amoníaco).
- Se utiliza la orina fresca o añeja: en algunos casos se menciona la orina de niños varones como la mejor para mordentar. La orina fermentada ha sido empleada como mordiente desde la antigüedad y es mencionada en numerosas investigaciones. (Robayo, 2000).

3.4 Uso como colorantes textiles de antocianinas y betalainas

3.4.1 Flavonoides: es el término genérico con que se identifica a una serie de metabolitos secundarios de las plantas. Son sintetizados a partir de una molécula de fenilalanina y 3 de malonil-CoA, a través de lo que se conoce como vía biosintética de los flavonoides. Los flavonoides tienen una estructura química muy definida como se muestra en la figura No.1 Puede observarse que de manera general son moléculas que tienen dos anillos bencénicos unidos a través de una cadena de tres átomos de carbono, puesto que cada anillo bencénico tiene 6 átomos de carbono, los autores los denominan simplemente como compuestos $C_6C_3C_6$ (Martínez, 2005).

Figura No. 1: Estructura básica de los Flavonoides

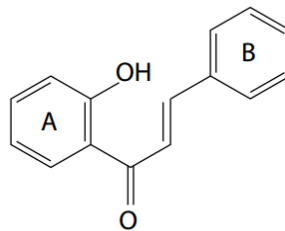


Fuente: Martínez 2005

3.4.1.1 Clasificación: para su estudio sistemático los flavonoides naturales se han clasificado en varias clases de acuerdo con las variantes estructurales que presenta la cadena central C_3 . De acuerdo con esto los flavonoides se clasifican en varios grupos: Chalconas, flavonas, flavonoles, flavanonas antocianinas, catequinas, epicatequinas, auronas, isoflavonoides. (Martínez, 2005).

- Chalconas: Son aquellas que contienen el anillo A hidroxilado en C-2 Y C-4, estas son responsables de la coloración amarilla de sus flores o frutos. Algunas chalconas presentan grupos alquílicos: metilo, isoprenilo, tanto en cadenas abiertas como formando ciclos piranicos o furanicos. Las hidrochalconas son aún más escasas y se presentan también como derivados O- y C- prenilados y O-glicosidos en el anillo A (Marcano, 2002).

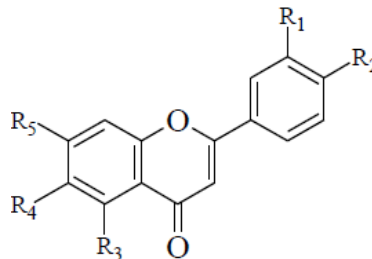
Figura No.2: Estructura General de las Chalconas



Fuente: Marcano 2002

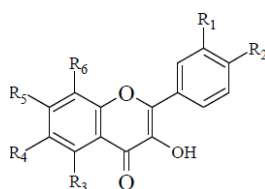
- Flavonas: Las flavonas están presentes en forma de glucósidos, la estructura más frecuente es el 7-glucósido. Las flavonas son compuestos derivados de la benzo-y-pirona. Presentan una coloración predominante blanco-crema (López, 2002).

Figura No. 3: Estructura General de las flavonas



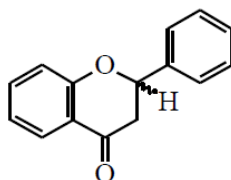
Fuente: López 2002

- Flavonoles: Son una clase de flavonoides que utilizan la estructura 3-hidroxi-flavona, su diversidad radica en las diferentes posiciones que acomodan los grupos -OH fenólicos. Los flavonoles presentan un color predominante amarillo-blanco (López, 2002).

Figura No. 4: Estructura General de los flavonoles

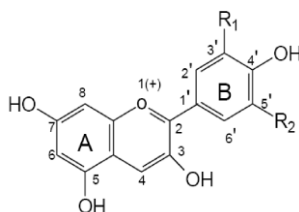
Fuente: López 2002

- Flavononas: Las flavononas son precursores de otros flavonoides más complejos, pero se encuentran como tales en altas concentraciones en los cítricos. Las más importantes son naringenina, liquirtigenina, eriodictiol (López, 2002).

Figura No. 5: Estructura General de las flavanonas

Fuente: López 2002

- Antocianinas: Las antocianinas son el grupo más importante de pigmentos solubles al agua visibles para el ojo humano. Son glicósidos de polihidroxiavililios en los cuales la unión glicosídica está principalmente en el C-3. Los colores rosa, rojo, azul, malva y violeta de las flores, frutas y verduras se deben principalmente a la presencia de estos pigmentos (Garzón, 2008).

Figura No. 6: Estructura General de las antocianinas

Fuente: Garzon 2008

3.4.2. Antocianinas: las antocianinas son un grupo de pigmentos rojizos solubles en agua, ampliamente difundidos en el reino vegetal, numerosas frutas, vegetales y flores deben sus atractivos colores a este grupo de compuestos (Garzón, 2008).

Los pigmentos de antocianina se componen de aglicona (antocianidina) esterificada con uno más azúcares, las agliconas libres raramente existen en los alimentos excepto posiblemente como compuestos traza de las reacciones de la degradación.

Las antocianinas se pueden dividir en grupos que dependen del número de moléculas de azúcar, los monosidos tienen un residuo de azúcar, casi siempre en la posición 3 los bíosidos contienen dos azúcares ambos en la posición 3 o uno en la posición 3 y otro en la posición 5 o más raramente en las posiciones 3 y 7 los tríosidos contienen tres azúcares ordinariamente dos en la posición 3 y uno en la posición 5 a menudo tienen una estructura ramificada o lineal en la posición 3 o más raramente dos en la posición 3 y uno en la posición 7. No se han descrito antocianinas con cuatro restos de azúcar pero hay evidencia de su existencia (Garzón, 2008).

3.4.2.1 Estructura: Todas las antocianinas son derivados del catión flavilio. La molécula antocianina consta de un aglicón (una antocianidina) con una cantidad variable de residuos de azúcar adheridos al grupo hidroxilo, generalmente en la posición 3.

Únicamente se han descubierto dos antocianinas en la mora, las cuales tienen predominancia de la forma monosacárida, cianidina 3 glucósido un rastro de un diglucósido, cianidin 3 ramnosido en el cual se presenta un azúcar ramnosa adicional. El azúcar presente en la molécula de antocianina le confiere una alta solubilidad y estabilidad.

Existen seis antocianidinas (agliconas de las antocianinas) comunes en las flores y frutas: la cianidina (E163a, rojo), delphinidina (E163b, azul), malvidina (E163c, púrpura), pelargonidina (E163d, anaranjado), peonidina (E163e, rojomarrón) y la petunidina (E163f, rojo oscuro) La cianidina es la más común y es responsable del color magenta. La hidroxilación tiende a incrementar el color azul y la metilación el color rojo (Garzón, 2008).

Figura No. 7 Antocianinas más comunes

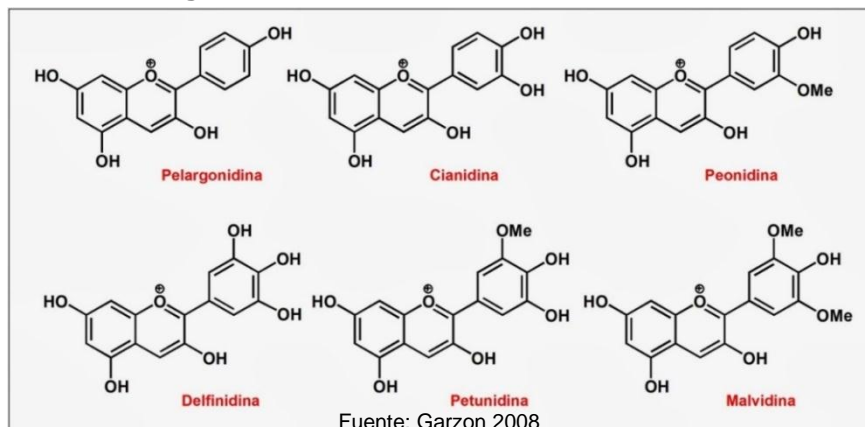
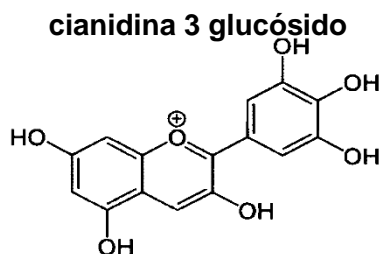


Figura No. 8 Antocianina más común en la mora



Fuente: Garzon 2008

3.4.2.2 Extracción: las antocianinas son solubles en agua y son fácilmente extraíbles en soluciones levemente ácidas. Esta fácil extracción es responsable de su amplio uso inicial como tintes y colorantes. Sin embargo, tanto las antocianidinas como las antocianinas son sensibles al pH. Esto reduce su uso en ciertas aplicaciones, por ejemplo en alimentos (Gonzales, 2004).

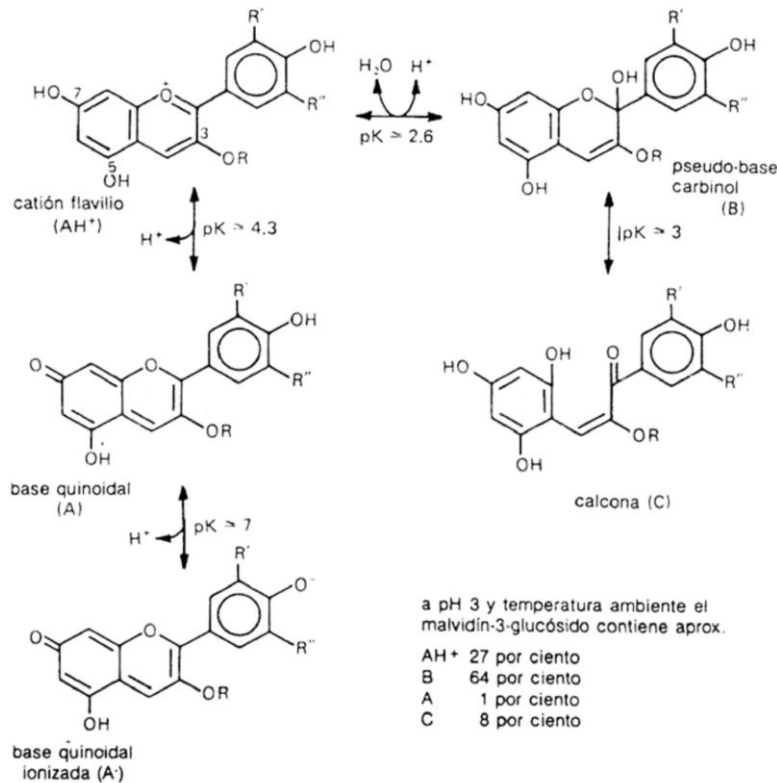
3.4.2.3 Estabilidad: las antocianinas son pigmentos naturales inocuos por lo que tienen potencial en la industria alimentaria para usarse como colorantes. Sin embargo, las antocianinas son inestables por lo que debe tenerse muchas precauciones durante su procesamiento. Los factores que influyen en la estabilidad de las antocianinas son: el pH, la temperatura, la presencia de oxígeno, la interacción con otros componentes en los alimentos como el ácido ascórbico, iones metálicos, azúcares y copigmentos (Lock, 1997).

El incremento del grado de metoxilación favorece la estabilidad de las antocianinas. Sin embargo, el aumento de la hidroxilación disminuye la estabilidad de las antocianinas.

La glicosidación les confiere más estabilidad y solubilidad en agua que las antocianidinas. Las antocianinas diglicosidadas son más estables que las monoglicosidadas. No sólo la cantidad de carbohidratos presentes aumenta la estabilidad sino también la naturaleza del carbohidrato. Por ejemplo, la antocianina que forma enlace glicosídico con la galactosa es más estable que la que está glicosidada con arabinosa. Las antocianinas son más estables cuando están presentes en concentraciones altas de azúcar (mayor que el 20 %) (Gonzales, 2004).

3.4.2.4pH: las antocianinas son sensibles a las variaciones de pH. Estos pigmentos son estables en medio ácido. A pH 3 el pigmento está presente como sales de flavilio de color rojo, a pH 8 es de color violeta y a pH 11 de color azul (Gonzales, 2004).

Figura 9. Estructuras de las antocianinas a diferentes valores de pH



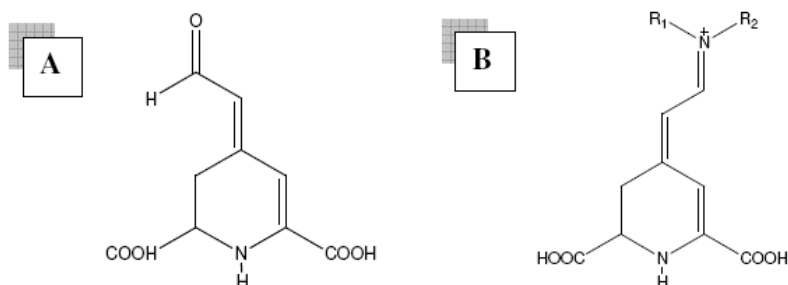
Fuente: Gonzales 2004

3.4.2.5Temperatura: las antocianinas se degradan durante su almacenamiento. El grado de degradación aumenta con la temperatura. En estudios realizados, varios autores han informado que las antocianinas diglucosidadas son más estables a la decoloración por efecto de la luz y el calor que las monoglucosidadas. La máxima estabilidad térmica en presencia de oxígeno de las antocianidina-3-glicosidadas es a pH entre 1.8 y 2.0. Para las antocianidina-3,5-diglucosidadas es a pH entre 4.0 y 5.0 (Gonzales, 2004).

3.4.3 Betalaínas

Las betalaínas son un grupo de aproximadamente 70 pigmentos glicosidados hidrosolubles derivados de la 1,7-diazoheptametina. Las betalaínas se dividen en dos clases: betacianinas (longitud de onda máxima de absorción: 540 nm), y betaxantinas (longitud de onda máxima de absorción: 480 nm) (Gonzales, 2004).

Figura No. 10 Estructura del ácido betalámico (A) y general de betalaína (B)



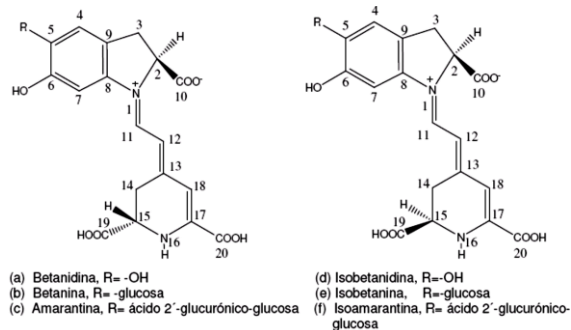
Fuente: Gonzales 2004

El color de las betalaínas se atribuye a las estructuras de resonancia. Si R o R' no extienden resonancia, el compuesto es amarillo y se denomina betaxantina. Si R o R' extienden la conjugación con un anillo aromático sustituido, el compuesto es rojo y se denomina betacianina (Gonzales, 2004).

3.4.3.1 Betacianinas

Las betacianinas extienden la conjugación de R o R' con un anillo aromático sustituido, dando la coloración roja. La betacianina de mayor ocurrencia es la betanina. La betanina está constituida por la aglucona betanidina a la que se enlaza una molécula de β-Dglucosa en el hidroxilo 5. Los únicos carbohidratos que forman glicósidos son la glucosa y el ácido glucurónico.

Figura 11. Estructura de las betacianinas



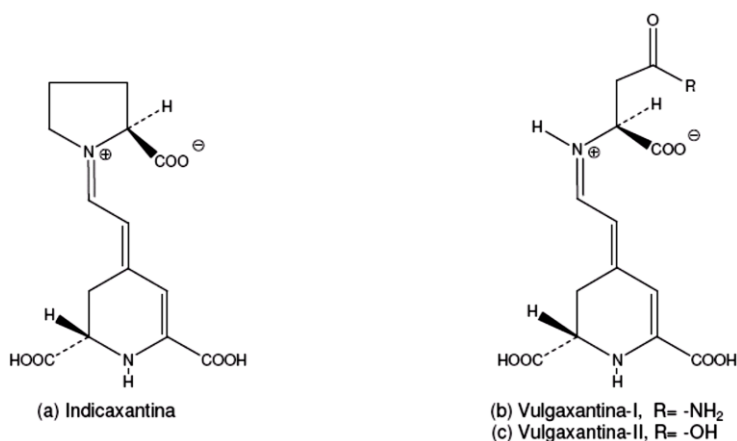
Fuente: Gonzales 2004

3.4.3.2 Betaxantinas

La primera betaxantina aislada y caracterizada fue la indicaxantina. Estructuralmente, estos compuestos son muy parecidos a las betacianinas. Las betaxantinas difieren de las

betacianinas en que el grupo indol es sustituido por un aminoácido. En el caso de la indicaxantina el aminoácido es la prolina. De la remolacha roja (*Beta vulgaris*) se han extraído dos betaxantinas: la vulgaxantina I y la vulgaxantina II. La betaxantina principal de la remolacha roja es la vulgaxantina.

Figura 12. Estructura de las betaxantinas



Fuente: Gonzales 2004

3.4.3.2.1 Extracción: para la extracción de estos pigmentos, la fruta o planta cruda, generalmente, se lixivia o se muele en agua fría o a temperatura ambiente. En la mayoría de los casos, es necesario el uso de soluciones acuometanólicas o acuoetanólicas (del 20 al 50 % v/v) para alcanzar la extracción completa. Algunas veces, es necesario realizar una fermentación aerobia del jugo (usando *Saccharomyces cerevisiae* y *Aspergillus niger*) para reducir los azúcares libres y aumentar el contenido de la betacianina.

Con cualquiera de los microorganismos usados, la inactivación de las enzimas que degradan el pigmento se realiza por un tratamiento térmico a 70 °C durante 2 minutos.

Sin embargo, este calentamiento destruye algunos pigmentos. Por tal razón, es necesario trabajar a bajas temperaturas y proteger el extracto de la luz (Sánchez, 2006).

Las betacianinas se pueden precipitar con una ligera acidificación con ácido clorhídrico o con etanol acidificado (0.4 a 1 % de HCl). Para la separación de betaxantinas se puede adicionar una solución acuosa de etanol al 95 % (Sánchez, 2006).

3.4.3.2.2 Estabilidad: la estabilidad de las betalainas es influenciada por el pH, la temperatura, la luz, la actividad de agua y la presencia de oxígeno (Sánchez, 2006)

3.4.3.2.3 pH: el color de las betalaínas es estable a pH entre 3.0 a 7 (Gonzales, 2004). Para la estabilidad máxima de la betanina en presencia de oxígeno está entre 5.5 y 5.8.

3.4.3.2.4 Temperatura: la temperatura es determinante para la estabilidad de las betalaínas. Al calentar soluciones de betanina se produce una reducción gradual del color rojo de este pigmento y aparece un color marrón.

3.5 Teñido industrial de hilo y tela

El teñido Es la etapa más compleja dentro de las operaciones de procesamiento húmedo; involucra una gran variedad de colores y agentes auxiliares de teñido. La calidad de la tintura depende del equipamiento empleado, la fórmula específica, los tintes y los auxiliares de tintes que proveen el medio químico para la difusión y fijación sobre la fibra. Existen tres formas o métodos de cómo los colorantes pueden ser retenidos por las fibras, donde las dos primeras formas han sido empleadas desde tiempos inmemorables.

- **Adsorción física:** con las mismas fuerzas con las cuales se atraen los colorantes a la fibra, inicialmente son suficientemente fuertes para retener las moléculas y resisten los tratamientos posteriores de lavado.
- **Adsorción mecánica:** esta consiste en la formación de materiales y pigmentos insolubles libres de la solubilidad química con que fueron difundidos en la fibra.
- **Reacción en fibra:** aquí las moléculas o iones de colorantes no pierden todos sus grupos funcionales solubles después de ser difundidos dentro de las fibras, pero en las condiciones correctas reaccionan y se enganchan por enlaces covalentes a las moléculas largas de la fibra formando nuevas derivaciones de color en las fibras (Lockuán, 2012).

4. JUSTIFICACIÓN

La fabricación de los diferentes productos en la industria textil se lleva a cabo a partir de procesos químicos y/o físicos, los cuales generan un gran número de sustancias contaminantes en sus aguas residuales. Dentro de estos contaminantes sobresale el color debido a su difícil destrucción (generalmente sólo es removido por adsorción). La mayoría de desechos que se obtienen luego de los procesos textiles poseen un pH alcalino o ácido, lo que provoca alteraciones en los lugares donde se depositan. Por lo que se ve necesario buscar alternativas al uso de estos colorantes químicos (Grund, 1995).

Los colorantes naturales necesitan una menor cantidad de químicos auxiliares en comparación a los colorantes químicos; además los compuestos formados luego de la tinción poseen un pH cercano a lo neutral y de fácil degradación en el ambiente, lo que los convierte en una opción viable para sustituir productos contaminantes.

La tendencia actual se inclina al uso de productos provenientes de la naturaleza, amigables con el ambiente y de beneficios adicionales a los productos químicos. Esta tendencia nos impulsa a la búsqueda de alternativas naturales que puedan ser aplicables en los procesos utilizados en la industria textil nacional.

Teniendo en cuenta los aspectos antes descritos, se busca establecer que: si los extractos naturales cumplen con los requisitos necesarios para ser utilizados como teñido, estos pueden beneficiar a las empresas textiles y así convertirse en una alternativa viable en la industria textil. Por lo que al final de la investigación se podrá determinar la utilidad de los colorantes naturales en procesos de teñido de tela (algodón) y sus ventajas sobre el uso de colorantes químicos.

5. OBJETIVOS

5.1 Objetivo General:

Comprobar que el extracto de la mora y el de remolacha, cumplen con los requerimientos industriales para el teñido de tela 100% algodón.

5.2 Objetivos Específicos:

5.2.1 Determinar la variedad de colores que puede obtenerse de estos dos colorantes por medio de los métodos de teñido utilizados en industria.

5.2.2 Evaluar si los colorantes son efectivos en los métodos de teñido de sistema continuo y por agotamiento.

5.2.3 Comprobar que la tela 100% algodón es capaz de ser teñida con colorantes naturales por medio de procesos industriales de tintorería.

5.2.4 Demostrar que la tela 100% algodón teñida con los extractos de mora y remolacha cumple con la prueba de calidad de evaluación visual en caja de luz.

5.2.5 Evidenciar que la tela 100% algodón teñida con los extractos de mora y remolacha cumple con la prueba de calidad de evaluación visual en espectrofotómetro.

5.2.6 Probar que la tela 100% algodón teñida con los extractos de mora y remolacha cumple con la prueba de calidad de solidez del color.

5.2.7 Demostrar que la tela 100% algodón teñida con los extractos de mora y remolacha cumple con la prueba de calidad de lavado.

6. HIPÓTESIS

Por lo menos uno de los extractos naturales (mora y remolacha) cumple con las pruebas de calidad establecidas por la industria textil para el teñido de tela 100% algodón

7. MATERIALES Y MÉTODOS

7.1 Materiales

7.1.1 Universo:

Extractos de:

1. *Rubus ulmifolius* (Mora)
2. *Beta vulgaris* (Remolacha)

7.1.2 Muestra:

Tela 100% algodón previamente tratada para procesos de teñido (Descrudada, blanqueada y mercerizada) utilizando el extracto como colorante natural.

7.1.3 Recursos:

7.1.3.1 Recursos Humanos:

Investigadores: Mtr. Jenniffer Magaly Campos Ramos
Br. Hari Abraham Quintanilla Cardenas
Asesor: Licenciado Julio Gerardo Chinchilla Vettorazzi

7.1.3.2 Recursos Institucionales

Biblioteca Central de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Biblioteca de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Laboratorio de tintorería de empresa Liztex, S.A

7.1.4 Equipo, instrumentos y reactivos

- Balanza analítica
- Potenciómetro
- Termómetro
- Estufa eléctrica
- Espectrofotómetro de refractancia

- Foulard de impregnación
- Rama de agujas
- Teñidos de madejas y muestras pequeñas de tela
- Extractor de jugos
- Beaker de 50, 100, 250 y 500 ml
- Balón aforado de 100 y 500 ml
- Embudos de vidrio
- Espátulas
- Papel Filtro
- Pipeta volumétrica
- Probeta de 10ml y de 100ml
- varillas de agitación
- Ácido acético al 99%
- Fijador catiónico y aniónico uno para cada sistema de teñido
- Ligante (derivados de poliuretanos)
- Antimigrante (polímeros de alta retención y dispersión)
- Dispersante e igualador (natanil sulfonato)
- Cloruro de sodio en polvo
- álcali en polvo (carbonato de sodio)
- Computadora.
- Impresora.

7.2 Método

7.2.1 Obtención del extracto natural:

7.2.1.1 Selección: se realizó una investigación previa para seleccionar las plantas cuya estabilidad del extracto ha sido comprobada. Además de ser plantas fáciles de encontrar en cualquier época del año.

7.2.1.2 Adquisición: los frutos y tubérculo se adquirieron en el mercado municipal de Amatitlán. Se seleccionaron frutos y tubérculos frescos, de apariencia aceptable y libre de contaminación visible.

7.2.1.3 Preparación de Muestras: los tubérculos y frutos sólo fueron lavados. En el caso de los tubérculos de remolacha, se retiró la cascara previo a procesarlos.

7.2.1.4 Obtención del extracto natural: los extractos se obtuvieron por medio de un extractor de jugos en crudo. El extracto se colectó en frascos de vidrio, los cuales fueron transportados a las instalaciones del laboratorio de tintorería de empresa Liztex donde se llevó a cabo la fase experimental. Para la investigación fueron necesarios 3.00 kg de tubérculo de remolacha (equivalentes a 2000 ml de extracto) y 2.00 kg de fruto de mora (equivalentes a 1650 ml de extracto), en ambos casos no fue necesaria la adición de agua para la obtención del extracto.

7.2.2 Teñido de tela 100% algodón sistema continuo con colorantes naturales

7.2.2.1 Baño de impregnación

Colorante y auxiliares de teñido	Concentración 80/100	Concentración 30/100
Pigmento	80 ml	30 ml
Fijador (polímero catiónico)	5 ml	10 ml
Ligante (Derivado de poliuretano)	5 ml	10 ml
Ácido acético	1 ml	1 ml
Agua	9 ml	49 ml

- Los 5 y 10 ml de fijador se diluyeron en agua a temperatura ambiente y se añadió el pigmento (extracto).
- se agitó manualmente (no es recomendable utilizar agitador más rápido) se incorporó el resto de los productos se complementó con agua hasta 100 ml.
- Una vez preparado el baño se filtró
- Se impregnó la muestra de tela con un arrastre de 65-70% con baño de color.
- La muestra impregnada se secó en equipo de secado (rama tensora de agujas) a temperatura de 80 a 100°C, a 40 revoluciones por minuto.

7.2.2.2 Fijación: una vez la tela estuvo impregnada y seca, se fijó, en una rama de agujas el tiempo y la temperatura dependió del tipo de tela. Debido a que el algodón es una fibra natural no puede ser sometida a altas temperaturas de fijación, puesto a que se quema a temperaturas mayores de 180 °C La relación de tiempo temperatura fue la siguiente:

MINUTOS	TEMPERATURA
1	180°C

Tiempo y temperatura utilizados en el teñido

7.2.2.3 Teñido de tela 100% algodón sistema por agotamiento con colorantes naturales

- se colocaron 5 gramos de tela 100% algodón dentro del tubo teñidor.
- se calentó a 85°C.
- transcurridos 15 minutos se añadió 1ml de ácido acético.
- se mantuvo a 85°C durante 20-30 minutos.
- Se lavó en frío.
-

7.2.2.4 Fijado: Una vez tintado se trató con 5% de ligante (derivados de poliuretano), a temperatura de 30-40°C durante 20 minutos.

La muestra se escurrió y secó, en secador con aire caliente durante media hora.

7.2.3 Control de calidad de textiles teñidos

7.2.3.1 Evaluación visual del color en caja de luz: La evaluación visual del color se realizó en caja de luz que contiene los iluminantes estándares.

- Se seleccionó el iluminante D65 luz de medio día.
- Se colocó la muestra de tela en la base y en el centro de la caja de luz.
- Se mantuvo despejada la caja de luz de otras muestras que pudieran alterar la percepción del color.
- Se evaluaron primero las muestras de mora y remolacha por agotamiento por ser de tono claros luego las de mora por proceso continuo para finalizar con las muestras de remolacha por proceso continuo.
- Durante la inspección visual se estableció el estándar de especificación del pantone para cada uno de los tonos obtenidos.

Figura No. 13 caja de Luz veriVide inspección visual



Fuente: Giraldo. M. John. F. 2002

7.2.3.2 Evaluación por espectrofotómetro

- Se inició el programa DataColor para la lectura espectrofotométrica.
- Se calibró el espectrofotómetro con placa de color blanco y verde.
- Se seleccionó el iluminante D65.
- Se colocó el estándar seleccionado en la inspección visual del pantone, para cada color en la apertura del espectrofotómetro luego procedió a iluminar el estándar, generando una lectura.
- Se colocó la muestra de tela teñida con mora y remolacha independientemente en lectura de muestra para obtener las diferencias entre el estándar y la muestra.
- Se obtuvieron los datos gráficos.

Figura No. 14 Espectrofotómetro data color 600



Fuente: Giraldo. M. John. F. 2002

7.2.3.3Crocking. se determina por medio del test aatcc 8-2013 solidez del color al frote húmedo y seco

Desarrollado en 1936 por el Comité AATCC (revisado 2013)

- Se cortó una muestra de 14 cm de largo por 6.5 cm de ancho.
- Se colocó en el crockímetro a lo largo de forma perpendicular.
- Se colocó un cuadro de tela blanca seco en la parte superior del crockímetro y se ajusta con una argolla de metal.
- Se frotó la tela teñida con los colorantes naturales 20 veces.
- El cuadro de tela blanco se comparó con una escala de grises para la tinción asignando un grado numérico que indicó el cumplimiento o no al frote seco y húmedo respectivamente.
- El frote húmedo es el mismo procedimiento con la diferencia que el cuadro de tela blanca se humedece con agua destilada antes de proceder a frotar la tela teñida

7.2.3.4Color change: aatcc test method 61-2013 cambio de color a al lavado: acelerado

Desarrollado en 1950 por el Comité de AATCC (revisado 2013)

Esta prueba de lavado acelerado se realizó para evaluar la solidez de color al lavado.

- Se cortó un trozo de tela teñida con colorantes naturales de 14 cm de largo por 5 cm de ancho.
- Se colocó la tela teñida con una tira multifibra compuesta por (acetato, algodón, nylon, poliéster, acrílico, lana) en un tubo de lavadómetro con 50 balines y una solución detergente comercial.
- Se procedió al lavado acelerado durante 45 minutos.
- Se evaluó el cambio de color de la muestra lavada con la no lavada en caja de luz dando un valor numérico comparado con una escala de gris.
- Se evaluó la tira multifibra para ver la transferencia de color a otras fibras por medio de una escala de grises dando un valor numérico.

7.3 Análisis Estadístico

En cada proceso el extracto fue sometido a pruebas por medio de 5 muestras, las cuales se trabajaron en distintos volúmenes dentro del medio de tinción (80 y 30 ml), Para obtener datos estadísticos confiables. Esto se realizó en cada uno de los sistemas, siendo en total 40 muestras. Cada procedimiento realizado con los extractos se evaluó por medio de una prueba de hipótesis binomial.

La totalidad de las muestras fueron sometidas a pruebas, las cuales todas deben cumplir con los parámetros establecidos de cada una (Evaluación visual en caja de luz, evaluación visual en espectrofotómetro, solidez del color al frote húmedo y seco cambio al lavado y transferencia de color a otras fibras), para poder concluir que los colorantes naturales utilizados son una opción viable en el teñido de tela 100% algodón.

Las hipótesis planteadas en la prueba binomial son:

H_0 : $p = 0.5$ No cumple la aceptabilidad

H_a : $p > 0.5$ Si cumple la aceptabilidad

H_0 se acepta cuando una de las pruebas realizadas falla.

8 RESULTADOS









Tabla de Resultados No. 1
Rendimiento de los Extractos utilizados

	Materia Vegetal (kg)	Extracto (kg)	% Rendimiento	Procedencia
REMOLACHA	3.00	2.00	66.66	Mercado municipal de Amatitlán
MORA	2.00	1.65	82.50	Mercado municipal de Amatitlán

*Datos experimentales.

Tabla de Resultados No. 2

Colores obtenidos en tela teñida por dos procesos de teñido industrial, evaluada por inspección visual (caja de luz)

EXTRACTO	COMPONENTES PRINCIPALES DEL EXTRACTO (Garzòn, 2008)	COLOR DE LA TELA			
		SISTEMA CONTINUO		SISTEMA POR AGOTAMIENTO	
		30/100	80/100	30/100	80/100
REMOLACHA	Betacianinas				
	Betaxantinas	Strowberry cream	Peach Bud	Color 15-1217	Color 15-1217
	Betalainas	13-2005	14-1324	Beige	Beige
	Carotenos				
MORA	Antocianinas	Evening Haze	Lavander Frost	Color 15-4003	Color 15-4003
	Carotenoides	14-3904	15-3507	Gris	Gris
	Flavonoides				

Fuente: Datos experimentales. En la tabla No. 2 se muestran los nombres de los colores estándar (COLORES ESTANDAR OBTENIDOS DEL PANTONE POR INSPECCION VISUAL) es en base al Pantone 2014 de industrias Liztex S.A.

Tabla de Resultados No.3

Prueba de Solidez y cambio de color al lavado en sistema continuo y por agotamiento del colorante del extracto de Remolacha y Mora en proporciones 30/100 y 80/100

REMOLACHA	Repetición	SISTEMA CONTINUO						SISTEMA POR AGOTAMIENTO													
		Prueba: Crocking (Solidez)		Método: AATCC 8-1995		Prueba: Cambio de color al lavado		Método: AATCC61-2001-2A		Prueba: Crocking (Solidez)		Método: AATCC 8-1995		Prueba: Cambio de color al lavado		Método: AATCC61-2001-2A					
		HÚMEDO		SECO		Parámetro ≥ 4		HÚMEDO		SECO		Parámetro ≥ 4		HÚMEDO		SECO					
		≥2.5		≥3.5				≥2.5		≥3.5				≥2.5		≥3.5					
		30/100	80/100	30/100	80/100	30/100	80/100	30/100	80/100	30/100	80/100	30/100	80/100	30/100	80/100	30/100	80/100				
		1	4.5	4.5	4.75	4.75	4-5	4-5	3.25	4	4.75	4.75	4-5	4	4.5	4.5	4.75	4.75	4-5	4-5	4-5
2	4.5	4.5	4.75	4.75	4-5	4-5	3.25	4	4.75	4.75	4-5	4	4.5	4.5	4.75	4.75	4-5	4-5	4-5	4	
3	4.5	4.5	4.75	4.75	4-5	4-5	3.25	4	4.75	4.75	4-5	4	4.5	4.5	4.75	4.75	4-5	4-5	4-5	4	
4	4.5	4.5	4.75	4.75	4-5	4-5	3.25	4	4.75	4.75	4-5	4	4.5	4.5	4.75	4.75	4-5	4-5	4-5	4	
5	4.5	4.5	4.75	4.75	4-5	4-5	3.25	4	4.75	4.75	4-5	4	4.5	4.5	4.75	4.75	4-5	4-5	4-5	4	
MORA	1	4.25	4.25	4.75	4.75	4-5	4-5	4.25	4.25	4.75	4.75	4	4	4.25	4.25	4.75	4.75	4	4	4	4
	2	4.25	4.25	4.75	4.75	4-5	4-5	4.25	4.25	4.75	4.75	4	4	4.25	4.25	4.75	4.75	4	4	4	4
	3	4.25	4.25	4.75	4.75	4-5	4-5	4.25	4.25	4.75	4.75	4	4	4.25	4.25	4.75	4.75	4	4	4	4
	4	4.25	4.25	4.75	4.75	4-5	4-5	4.25	4.25	4.75	4.75	4	4	4.25	4.25	4.75	4.75	4	4	4	4
	5	4.25	4.25	4.75	4.75	4-5	4-5	4.25	4.25	4.75	4.75	4	4	4.25	4.25	4.75	4.75	4	4	4	4
	Prueba multifibra aatcc 61-2001-2a												Cumplen ambos extractos en ambos sistemas y proporciones								

Fuente: Datos Experimentales

*Método AATCC= American Association of Textile Chemist and Colorists

Tabla de Resultados No.4
Prueba espectrofotométrica Mora 30 en 100 y 80 en 100

	30/100	Sistema Continuo			80/100	Sistema Continuo			30/100	Sistema por agotamiento			80/100	Sistema por agotamiento		
		Rep.	DE	CMC		Rep.	DE	CMC		Rep.	DE	CMC		Rep.	DE	CMC
			CMC	P/F/A			CMC	P/F/A			CMC	P/F/A			CMC	P/F/A
REMOLACHA	ESTÁNDAR: STROWBERRY CREAM 13-2005	1	1.05	F	ESTÁNDAR: PEACH BUD 14-1324	1	0.59	P	ESTÁNDAR: COLOR 15-1217 BEIGE	1	0.87	A	ESTÁNDAR: COLOR 15-1217 BEIGE	1	0.92	A
		2	0.60	P		2	0.50	P		2	0.87	A		2	0.83	A
		3	1.10	F		3	1.47	F		3	1.35	F		3	1.09	F
		4	0.78	A		4	0.95	A		4	1.08	F		4	1.03	F
		5	1.40	F		5	1.22	F		5	0.84	A		5	0.79	A
		PROMEDIO		0,986±						0,946±					1,00±	
		0.308				0.411				0.217				0.128		
MORA	ESTÁNDAR: EVENING HAZE 14-3904	1	0.82	A	ESTÁNDAR: LAVANDER FROST 15-1307	1	1.29	F	ESTÁNDAR: COLOR 15-4003 GRIS	1	1.75	F	ESTÁNDAR: COLOR 15-4003 GRIS	1	2.23	F
		2	0.99	A		2	1.34	F		2	0.96	A		2	2.84	F
		3	1.07	F		3	2.18	F		3	1.91	F		3	2.07	F
		4	1.00	A		4	0.84	A		4	1.93	F		4	0.92	A
		5	1.18	F		5	1.77	F		5	2.20	F		5	0.77	A
		PROMEDIO		1,012±						1,484±					1,750±	
		0.131				0.510				0.470				0.890		

Fuente: Datos experimentales. DE CMC= diferencial total.

0-0.6 pasa. 0.6-0.99 acceptable. ≥1 falla.

P= pasa

F= falla

A= Aceptable

9 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La investigación sobre los colorantes naturales está fundamentada en la creencia que tales colorantes son alternativas amenas a la protección del medio ambiente, incluyendo la remoción del color del agua residual, en comparación con los colorantes sintéticos, debido a que son biodegradables, son renovables, y son percibidos como no tóxicos, especialmente puesto que algunos de ellos son usados en productos alimenticios, en medicinas y cosméticos (FD&C), en donde son sometidos a normas estrictas y estándares toxicológicos. La mayoría de estos colorante se obtienen de plantas más que de fuentes animales.

En la actualidad, la aplicación de colorantes naturales a los textiles involucra al algodón como el principal sustrato. Teniendo en cuenta que la naturaleza no desarrollo sus colores para fines textiles, estos no poseen la sustantividad inherente para las fibras textiles por lo tanto es necesario el uso de auxiliares de tintura para lograr el objetivo deseado (Dr. Freeman, 2015).

En la presente investigación se utilizaron los colorantes presentes en el tubérculo de remolacha y en el fruto de mora, debido a que tienen una capacidad colorante evidente ya que contienen sustancias activas del tipo colorante como flavonoides, xantonas, quinonas, carotenoides, etc. lo cual supondría que la utilización de estos sea aprovechada en la industria textil. (ver tabla de resultados No. 2) las especies vegetales, se seleccionaron y adquirieron en el mercado municipal de Amatlán, Se procedió a lavar y desinfectar los vegetales para evitar la contaminación de los extractos. Para obtener los extractos se utilizó un extractor de jugos, el cual funciona con el proceso de masticación y prensado, obteniendo así los extractos puros, la ausencia de calor y adición de un disolvente en el proceso permite conservar al máximo todas las propiedades de los extractos, ya que la estabilidad de los pigmentos naturales se ve influenciada por la temperatura, el pH, la luz, la actividad del agua y del oxígeno (Sánchez, 2006). Posterior a la extracción los extractos fueron tamizados para eliminar partículas de pulpa o semillas que pudieran interferir en el proceso de teñido.

El extracto de mora presentó una coloración rojo azulada, debido a la presencia en su mayoría de antocianinas, las antocianinas se encuentran en muchas frutas oscuras (como la frambuesa azul y negra, zarzamora, cereza, ciruela, mora y otorgan el color rojo, púrpura o azul a las hojas, flores y frutos (González, 2011). como se reporta en la (ver tabla de resultados No. 1) el porcentaje de rendimiento del extracto acuoso de la mora fue de 82.50% un porcentaje de rendimiento alto para considerar trabajar mayores cantidades de teñido. Se tiño con este extracto tela 100% algodón por medio de los dos sistemas agotamiento y continuo, obteniendo en la tela teñida por agotamiento color gris independientemente de la proporción en el baño de color del extracto, se produjo en ambas proporciones el mismo color gris, el color gris por su neutralidad es difícil obtenerlo por tricromía con colorantes sintéticos en la industria textil, por lo que es de valorar la fácil obtención de la coloración gris con el extracto de mora. En la tela teñida por el sistema continuo con el extracto de mora se obtuvieron colores que se encuentran entre la gama de los rosados, grises y morados, esto por la combinación de colorantes que se encuentran en el extracto ya que hay presencia de colorantes rojos y azules, también debido a la proporción en la que se trabajó en los baños de color utilizando 80/100 y 30/100 (Ver tabla de resultados No. 2)

El extracto de remolacha con un porcentaje de rendimiento considerablemente menor al de la mora de (66.66%) (ver tabla de resultados No.1), presentó una coloración roja intensa debido a los pigmentos naturales pertenecientes al grupo de las betalainas, Las betalaínas se encuentran en raíces, frutos y flores y la mayor fuente comercial es la remolacha, de donde se saca un pigmento rojo violáceo que contiene mayoritariamente dos pigmentos hidrosolubles: la betanina (roja), vulgaxantina (amarilla) (González, 2011). Dando como resultado en la tela teñida por medio de sistema continuo colores en la gama de los naranjas y rosados, dependiente de la proporción de extracto en el baño de color a mayor proporción 80/100 se obtuvo color naranja en la proporción 30/100 se obtuvo un color rosado, a diferencia de color beige en la tela teñida por el sistema de agotamiento, el mismo color independientemente de la proporción del extracto en el baño. (Ver tabla de resultados No. 2)

La diferencia de colores entre los dos distintos sistemas es atribuido a que en el sistema por agotamiento la tela y el baño de color se mantienen en constante contacto durante 1 hora a temperatura controlada de 80°C las betalainas que en su mayoría le dan la coloración al extracto de remolacha son inestables a la temperatura por lo que al calentar

el extracto durante mucho tiempo se produjo una reducción gradual del color rojo a marrón lo que dio esa tonalidad beige a la tela (Aceituno, 2010). Las diferencias de colores también fueron evidentes con el extracto de mora dependiendo del sistema. Las diferencias de colores entre los dos sistemas de teñido tanto con el extracto de mora como de remolacha también se debe al mismo principio de impregnación del color en la tela, en el sistema continuo el colorante es impregnado en la tela por presión de dos rodillos y su fijación posterior por calor, el sistema por agotamiento en cambio como su nombre lo indica el baño de color está en contacto con la tela durante una cantidad tiempo hasta que la fibra agote el color que puede absorber (Ver tabla de resultados No. 2) (Lockuán, 2012).

Las dos distintas proporciones trabajadas, se realizaron para garantizar la reproducibilidad y la repetitividad de la investigación para futuras pruebas.

Al producto terminado se le practicaron las pruebas de control de calidad normales (Inspección en caja de luz, solidez al frote húmedo y seco, cambio de color al lavado, evaluación espectrofotométrica) para una tela teñida con colorante sintético, pruebas estandarizadas en la industria textil. Una de las pruebas de calidad del producto terminado más importantes en la industria textil es la de solidez, que describe la firmeza del color en una fibra textil, se realizó la prueba de solidez, tanto solidez al frote húmedo como solidez al frote en seco, existen varios factores que afectan esta solidez, factores como la selección de colorantes, el ennoblecimiento de la tela, las practicas del consumidor, etc. (Lockuán. 2012). Para comprobar que los colorantes naturales presentes en los extractos cumplieran con esta prueba, se realizaron pruebas de solidez al frote que consistieron en frotar una pieza de tela blanca en condiciones controladas tanto con la pieza seca como humedecida con agua, el color transferido por el frote se comparó con una escala de grises para la tinción y se le asignó un grado que indicó el cumplimiento o no de la prueba, los colorantes contenidos en el extracto de mora utilizado en el sistema continuo y el sistema por agotamiento de teñido cumple con los parámetros aceptados en la industria textil, ambas proporciones o concentraciones del extracto presentaron datos satisfactorios, como se muestra en las (ver tabla de resultados No. 3). Esto demuestra que dichos colorantes, poseen la misma firmeza en la fibra de algodón no importando el sistema de teñido, estos datos se consideran satisfactorios ya que dan un valor por encima del mínimo aceptado comparado con la escala de grises, que verifica la solidez

del color en la fibra. En esta misma prueba, los colorantes contenidos en el extracto de remolacha reflejaron resultados satisfactorios en ambas proporciones y sistemas, como se muestra en las (ver tabla de resultados No. 3) respectivamente, lo que demostró que los colorantes contenidos en ambos extractos cumplen con los estándares establecidos por la industria textil para esta prueba.

La prueba de lavado acelerado, evalúa la solidez del color al lavado de textiles que se esperan resistan al lavado frecuente, esta prueba equivale a cinco lavadas típicas del hogar ya sea a mano o en lavadora. En el sistema continuo y sistema por agotamiento, las telas teñidas con los extracto de mora y remolacha en ambas proporciones cumplieron con los estándares establecidos por la industria para esta prueba obteniéndose datos por encima del límite inferior, se observó el cambio de color en una caja de luz. Estos datos indicaron que las telas teñidas con ambos colorantes por medio del ambos sistemas son capaces de fijar el color y su vez de mantenerse cómo mínimo en las cinco lavadas en el hogar que garantiza la industria textil como se muestra en las (Ver tabla de resultados No. 3)

La prueba de multifibra, determina que durante el lavado acelerado no habrá transferencia del colorante hacia otras fibras dentro del baño. Esto para garantizar que en un lavado típico de hogar, ya sea a mano o en lavadora, no habrá problema de transferencia de color entre prendas de distinta o igual fibra, si se lavan en conjunto (American Association of Textile Chemists and Colorists AATCC, 2013). Tanto en el sistema continuo como en el sistema por agotamiento, las telas teñidas con los extractos de mora y remolacha en ambas proporciones, dieron resultados satisfactorios, demostrando que los colorantes contenidos en ambos extractos, son capaces de mantener el color de la fibra sin transferirse hacia otras fibras, independientemente del proceso de teñido al que fue sometido (Cano, T. et al, 2007). Realizó una investigación sobre tintes naturales extraídos de la corteza de tres especies forestales cultivadas en Guatemala para teñir fibras naturales que cumplieran las especificaciones de calidad exigidas por el mercado, en dicha investigación se describen las pruebas de calidad a las cuales fueron sometidos los teñidos las cuales también están incluidas en la presente investigación.

La medición del color es un factor fundamental en los sistemas de teñido tanto para igualación de colores como para comparar colores nuevos, existen espacios de color que

se encargan de determinada medición con ayuda de software especializados. En la presente investigación para el teñido con colorantes naturales se emplearon dos sistemas de color, el sistema pantone en el cual se buscaron los colores más parecidos a los resultantes para utilizarlos como referencia o estándar y así poder medir el DE CMC (Color Measurement Committee) de los colores resultantes tanto por sistema continuo como por sistema de agotamiento con extracto de mora y remolacha. Para las mediciones de color se utilizó espectrofotómetro y el software Datacolor en el sistema de tolerancia CMC (Color Measurement Committee).

Se utilizó el pantone fashion home cotton planner 2013, para las pruebas espectrofotométricas se realizaron con iluminante D65 luz de medio día, las muestras fallan o pasan de conformidad con la diferencia de color total o dato del CMC lo ideal es que los colores comparados con el estándar queden en 0 lo que indica que el color es exactamente igual al de referencia si el CMC va de 0 a 0.6 los colores pasan, si el CMC va de 0.6 a 0.99 el color es aceptable o se puede mejorar y mayor o igual a 1 el color falla en comparación con el estándar lo que significa que esta significativamente diferente. Cómo se observa en la (Ver tabla de resultados No. 4) con relación al diferencial de color (CMC) el promedio obtenido del CMC en tela teñida con extracto de remolacha en el sistema continuo y en ambas proporciones el color es aceptable comparado con el estándar, por el contrario en sistema por agotamiento en la concentración o relación 30/100 el color obtenido falla ya que es diferente al estándar establecido ya que tiene un valor promedio mayor o igual a 1. En cuanto a los valores promedios de CMC obtenidos con el extracto de mora, ambos sistemas en las dos relaciones trabajadas se obtiene un valor promedio por encima de 1, por lo que el color obtenido falla al compararlo con el estándar establecido. El diferencial del color CMC muestra que se pueden obtener gamas variadas de color del mismo extracto ya que los colorantes naturales por su variabilidad y por la gran presencia de múltiples colorantes en un solo extracto dan colores únicos, incomparables e irrepetibles lo que le da auge y plusvalía en la industria de la moda. Dentro de las observaciones realizadas durante la investigación, se pudo comprobar que las dos concentraciones utilizadas cumplen con las pruebas físicas de control de calidad a la que fueron sometidas las telas teñidas con extractos de mora y remolacha, pudiéndose utilizar para los procesos de teñido la menor cantidad de extracto posible (30/100).

Los colorantes naturales contenidos en los extractos de mora y remolacha, a pesar de

cumplir con cada una de las pruebas físicas del control de calidad, estos no cumplieron con los parámetros espectrofotométricos es por eso que para fines de esta investigación los colorantes contenidos en los extractos de mora y remolacha, no cumplen con la hipótesis planteada para dicho estudio, ya que el planteamiento inicial definió que al no cumplir una sola de las pruebas, esta se rechazaría.

Además de las ventajas que ofrecen por su naturaleza vegetal, los extractos utilizados obtiene ventaja por el factor rentabilidad, ya que la obtención de un extracto activo para el teñido de tela 100% algodón es muy rentable de acuerdo con la cantidad de materia vegetal que se debe adquirir, sin embargo cabe resaltar que aunque ambos presentan datos de rentabilidad aceptables, la mora tiene un porcentaje de rendimiento considerablemente superior al de la remolacha. Además como cualquier otro extracto o producto natural se debe de tener las consideraciones necesarias en cuanto a su preparación/extracción, manipulación y almacenamiento ya que al no controlar dichos factores se puede ver afectado el resultado deseado dentro de la investigación, debido a variaciones en su naturaleza física o química.

10 CONCLUSIONES

- 10.1** Se puede extraer el colorante de la mora y remolacha por medios mecánicos dando un color estable, sin uso de preservantes ni químicos con alto porcentaje de rendimiento de 82.50% para la mora y de 66.66% para la remolacha.
- 10.2** El sistema de teñido continuo fue el más eficiente tanto para el teñido con extracto de mora como en remolacha obteniendo colores diferentes dependiendo de la proporción.
- 10.3** El teñido de tela 100% algodón con extracto de mora y remolacha en los sistemas continuo y por agotamiento pasan las pruebas de solidez seca-húmeda y la prueba de lavado acelerado o cambio de color al lavado.
- 10.4** Los colores obtenidos en el teñido de tela 100% algodón fueron variados para un mismo extracto dependiendo de la proporción y el sistema de teñido, siendo el extracto de remolacha el que cumple con todas las pruebas de calidad requeridas en ambos sistemas de teñido.
- 10.5** Los colorantes presentes en el extracto de mora y remolacha se adhieren perfectamente a la fibra de algodón y son intransferibles a otras fibras durante el lavado en conjunto.
- 10.6** Los valores de CMC (Color Measurement Committee) indican que los colores obtenidos con los extractos de mora y remolacha son significativamente similares a los establecidos como estándar.
- 10.7** Ambos colorantes obtenidos de los extractos utilizados en esta investigación cumplieron con el objetivo de este estudio ya que ambos tiñen tela 100% algodón utilizando procedimientos industriales.

11 RECOMENDACIONES

- 11.1 Liofilizar los extractos para preservar las propiedades colorantes de los colorantes contenidos en ellos.
- 11.2 Realizar el mismo estudio con extractos de otras plantas para observar su comportamiento y su poder de teñido.
- 11.3 Llevar a cabo el teñido de mayor cantidad de tela para observar el comportamiento de los colorantes en mayor cantidad.
- 11.4 Realizar pruebas de teñido en distintas mezclas de fibras para poder generalizar resultados en cuanto al tipo de fibra teñida.
- 11.5 Llevar a cabo pruebas de teñido de hilo, para poder abarcar todo el proceso industrial de teñido.
- 11.6 Ya que se logra comprobar la utilidad de estos colorantes, se recomienda realizar un estudio de rentabilidad en la utilización de colorantes naturales en industria textil.

12 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aceituno, V. (2010). "Propiedades de colorantes naturales secados con técnicas alternativas a nivel laboratorios como alternativa al FD&C rojo No. 40 en alimentos". Tesis para aptara al título de ingeniería química. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
- Arriaga, L. (2007) Caracterización, extracción y estabilidad de los colorantes naturales presentes en el cáliz de hibiscus sabdariffa l. (rosa de Jamaica) como alternativa de consumo del colorante artificial rojo no. 40. Tesis para optar al título de licenciatura de Química Farmacéutica. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
- American Association of Textile Chemists and Colorists AATCC. Manual técnico. Revisado 2013.
- Annual Book of Standard. American Society for Testing and Materials 2005 section 7 Textiles. Volume 07.01.
- Boscarol, Mauro El espacio de color CIELAB. 2007. consultado 15 de julio 2015. De <http://www.gusgsm.com/book/export/html/454>.
- Botero S. Luis. B. (1996) Manual técnico textil para el pretratamiento de fibras textiles. 36 paginas
- Cáceres, A. (2009). Vademécum Nacional de Plantas Medicinales. (1° Reimpresión). Guatemala. Editorial Universitaria USAC.
- Cano, T. (2007). Estudio tecnológico sobre los tintes naturales extraídos de la corteza de tres especies forestales cultivadas en Guatemala, para teñir fibras naturales que cumplan con especificaciones de calidad exigidas con el mercado. Informe final de proyecto. Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
- Colorante y pigmento. (s.f.). Consultado en 10 julio 2015 de http://www.quiminet.com.mx/ar8/ar_%25B3%25B2%25977%25E0%258Fz%255C.htm
- Dr. Harold S. Freeman. (2015). Desarrollos en Química textil. Textiles Panamericanos, 75, 60.
- Fuentes, W. (2005). "Extracción, cuantificación y estabilidad de colorantes naturales presentes en los frutos de *prunus capuli cav.* (cereza), *rubus urticaefolius poir* (mora) y *sambucus canadensis* l. (saúco) como alternativas naturales de consumo

- de los colorantes artificiales rojo no.40, rojo no.3 y rojo no.2, en bebidas en el rango de ph: 3, 4 y 5". Tesis para optar al título de 94 licenciatura de Química. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala
- Garzón. Gloria. (2008) "Las antocianinas como colorantes naturales y compuestos bioactivos" Revisión acta biológica. Colombia.
- Giraldo. M. John. F. (2002) "Manual técnico textil". Segunda edición, Colombia. 56 paginas.
- González. (2004) "Estudio nacional del mercado de tintes, colorantes y pigmentos naturales, parte 2. Aspectos técnicos. Santiago de Cali. Instituto Von Humboldt Colombia.
- González-Flores D, Velardo B, Garrido M, González-Gómez D, Lozano M, Ayuso M.C, Barriga C, Paredes S.D, Rodríguez A.B. (2011). "Ingestion of Japanese plums (*Prunus salicina* Lindl. cv. Crimson Globe) increases the urinary 6-sulfatoxymelatonin and total antioxidant capacity levels in young, middle-aged and elderly humans: Nutritional and functional characterization of their content". *Journal of Food and Nutrition Research* 50(4): 229-236.
- Grund, N. 1995. Environmental considerations for textile printing products. *Journal of the Society of Dyers and Colourists* 111 (1/2):7–10.
- Henriette, M. Azeredo, C. (2008) Betalains: properties, sources, applications, and stability – a review. *International Journal of Food Science and Technology*.
- Kwon J.H., Lee H.K., Kwon J., Kim K., Park E., Kang M.H. y Kim Y.H., 2008. Mutagenic activity of river water from a river near textile industrial complex in Korea. *Environ. Monit. Assess.*, 142, 289–296.
- Lock, Olga. (1997) "Colorantes naturales". Pontificia Universidad Católica del Perú, Fondo editorial, Perú.
- Lockuán. L. Fidel. E. (2012) "La industria textil y su control de calidad" unidad V (tintorería).
- López, T. (2002). Flavonoides. *Fitoterapia*. España: OFFARM.21 (4)108-113
- Marcano, D. Hasegawa, M. (2002). *Fitoquímica Orgánica*. (Segunda Edición). Venezuela: Editorial Torino.
- Martínez, A. (2005). Flavonoides. (1 edición). Medellín: Editorial Universitaria de Antioquia.
- Moreno, M. Betancourt, M. (2007). "Evaluación de la estabilidad de bebidas cítricas acondicionadas con dos Fuentes naturales de betalainas" tuna y remolacha.

- Revista Mourelle, L. (2012). *Cosmetología para Estética y belleza*. (1era Edición). España: Editorial Mc Graw-Hill. *Bioagro.Venezuela*. 19(3)149-157
- Moreno. Álvarez et al. "Un nuevo método para el aislamiento de betalainas por HPTLC". *Scielo Venezuela (Revista de la Facultad de Agronomía)*, (21): 2004. Obtenido de. (http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S037-78182004000200005&script=sci_arttext)
- Olga Lock Sing. *Colorantes naturales*.1997: Fondo Editorial, Pontificia Universidad Católica de Perú, Perú.
- O.R. Fennema.(1985) *Introducción a la ciencia de los alimentos*. Vol. 4. Editorial acribia Zaragosa. España.
- Robayo. M. (2000)" Estudio de evaluación de extracción de colorantes en polvo de mora de castilla *Rubus Glaucus*" Universidad Nacional de Colombia. Facultad de ciencias y administración. Colombia.
- Sánchez, Noé. (2006) *Extracción y caracterización de los principales pigmentos del Opuntia joconoste c.v. (xoconostle)*. Trabajo de graduación. Maestro en tecnología avanzada. Centro Politécnico Superior México.
- Unidad de asistencia para la pequeña y mediana empresa ACERCAR. *Unidad de textiles*. Versión en revisión.
- Zhou Q., 2001. Chemical pollution and transport of organic dyes in water–soil–crop systems of the chinese coast. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 66, 784–793.

13 ANEXOS

ANEXO N0. 1 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DE LAS PLANTAS A TRABAJAR

Rubus ulmifolius (Mora)

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Rosaceae

Género: *Rubus*

Especie: *Rubus ulmifolius*



- **Nombre Común:** Mora, Zarzamora, Zarza o Murra
- **Descripción Botánica:** Planta arbustiva, espinosa, con tallos de hasta 3m de longitud. Hojas pecioladas, imparipinnadas. Las flores se encuentran dispuestas en racimos de forma oblonga o piramidal, con cáliz de 5 sépalos blanquecinos-tomentosos, una corola con 5 pétalos ovados blancos o rosados y el androceo con estambres largos como los estilos. El fruto es la mora que se compone de una agrupación de pequeñas drupas (polidrupa) rojas que se transforman en negro brillante en la madurez (Cáceres, 2009).
- **Hábitat:** Es una planta muy invasiva que puede colonizar extensas zonas de bosque, monte bajo, laderas o formar grandes setos en un tiempo relativamente corto. Su distribución original abarca toda Europa, el norte de África y el sur de Asia. También ha sido introducida en América y Oceanía.
- **Composición Química:** Su principal constituyente activo es el tanino que se encuentra presente en toda la planta, especialmente en los brotes nuevos. También se han encontrado diversos azúcares y ácidos orgánicos como el ácido láctico, succínico, oxálico y salicílico. Sus frutos son comestibles poseen alrededor de un 80% de agua y el resto contiene hasta un 7% de azúcares, vitaminas (A, B y C), hierro, calcio, ácidos orgánicos formando sales (succínico, oxálico, málico,

cítrico, láctico y salicílico) y pigmentos como las antocianinas, posiblemente crisantemina. Posee pectina, inositol e hidroquinonas como la arbutina; así como indicios de aceites esenciales en las hojas.

- **Usos y Propiedades Medicinales:** Sus frutos son ricos en vitamina C por lo que posee propiedades medicinales como astringente, odontálgico, diurético, antidiabético y hemostático. Sus propiedades astringentes derivan de los taninos por lo que se utiliza para el tratamiento de la diarrea, heridas superficiales de la boca y encías. Produce una disminución de los niveles de azúcar en la sangre por lo que se utiliza para tratar a los pacientes diabéticos. En infusión, combate las afecciones del sistema digestivo y alivia los catarros intestinales; también se utiliza contra la gripe, resfríos y tos. Los lavados y compresas se utilizan para curar heridas y hemorroides. Sus frutos se utilizan para la preparación de mermeladas, jarabes, laxantes, zumos de un sabor muy agradable que sirve para curar la ronquera y tras su fermentación para obtener alcohol, el cual da lugar a un licor conocido como licor de mora (Cáceres, 2009).

***Beta vulgaris* (Remolacha)**

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Caryophyllales

Género: *Beta*

Especie: *Beta vulgaris*



- **Nombre Común:** Remolacha de mesa, Remolacha roja, Betabel.
- **Descripción Botánica:** Hierba anual, bienal o perenne; con tallos de hasta 1.25m de altura. Hojas sencillas, pecioladas, ovadas u oblongas que se convierten en brácteas lineales en la fluorescencia. Posee flores pequeñas, numerosas, verdes, agrupadas en una panícula terminal grande y difusa; ausente de corola; con cáliz persistente; ovario locular y fruto en utrículo. Semilla horizontal, circular o en forma de frijol (Cáceres, 2009).

- **Hábitat:** Nativa del continente asiático. Como cultivo forrajero se ha extendido a regiones de clima templado-frío de Europa y Asia. En España se cultivan pocas superficies, concentradas en Galicia, y en menor medida, Castilla-León, ciudad de Vasco y Andalucía en Guatemala se cultiva en clima frío.
- **Composición Química:** Las hojas de la remolacha constituyen una fuente excelente de vitamina A, beta-carotenos, calcio y hierro. En la raíz contiene ácido oxálico, ácido fólico, betacianinas, folatos, vitamina B1 (tiamina), vitamina B2 (riboflavina), vitaminas B3 y B6; contiene además vitamina C, yodo, potasio, sodio, hierro, magnesio, calcio, fósforo, azufre, fibra y carotenos. Además contiene antocianinas y flavonoides, principalmente por el pigmento rojo de betanina y otras sustancias.
- **Usos y Propiedades Medicinales:** Emoliente, refrescante, digestiva, diurética, diaforética y nutritiva. Se emplea con éxito la decocción de las hojas en las inflamaciones de la vejiga y contra el estreñimiento. Igualmente presta valiosos servicios en las hemorroides y en las enfermedades de la piel. El jugo de tubérculos frescos posee propiedades como antitumoral, pectoral, diurética, insecticida y emenagoga. Es un potente anticancerígeno, gracias a que es rico en flavonoides, principalmente el pigmento rojo betanina. Constituye un muy buen mineralizante del organismo; por su contenido en hierro ayuda a las mujeres durante el embarazo y la menstruación; además de que su ingestión es esencial para la formación de hemoglobina, ya sea para tratar la anemia, leucemia o transfusiones. Posee propiedades rejuvenecedoras y resulta ideal para prevenir enfermedades del corazón (Cáceres, 2009).

ANEXO 2. PROCESO

Figura No. 15. Obtención de extractos por medio de extractor de jugos



Figura No. 16 Extractos obtenidos



Figura No. 17 Foulard de impregnación



Figura No. 18 Impregnación del color en la tela



Figura No. 19 Tela Teñida



Figura No. 20 Tonalidades obtenidas en tela teñida



ANEXO No. 3 PRUEBAS DE CONTROL

Figura No. 21 Prueba de Lavado



Figura No. 22 Prueba de Solidez

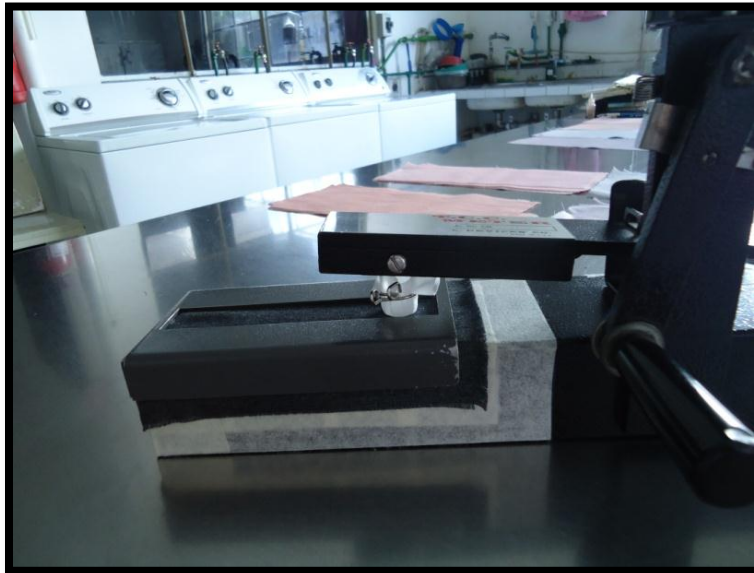
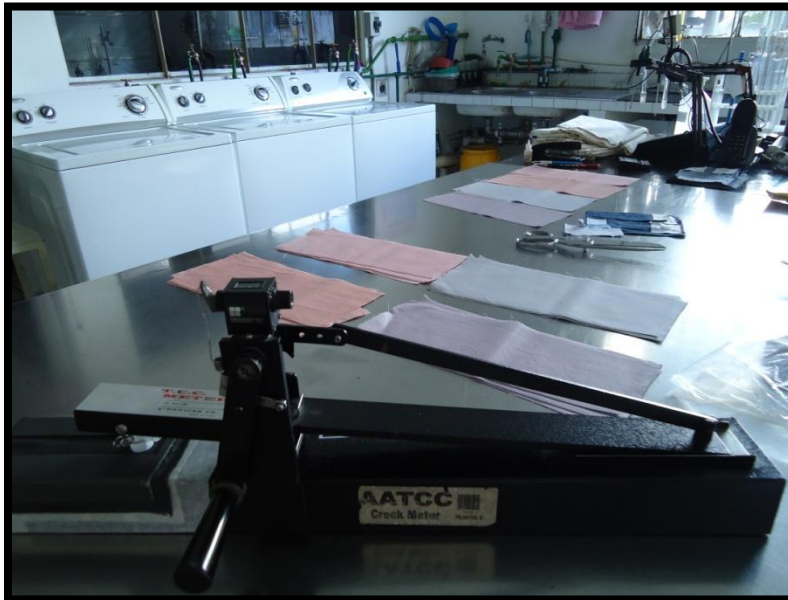


Figura No. 23 Prueba de Solidez



ANEXO No. 4 GRAFICAS ESPECTROFOTOMÉTRICAS

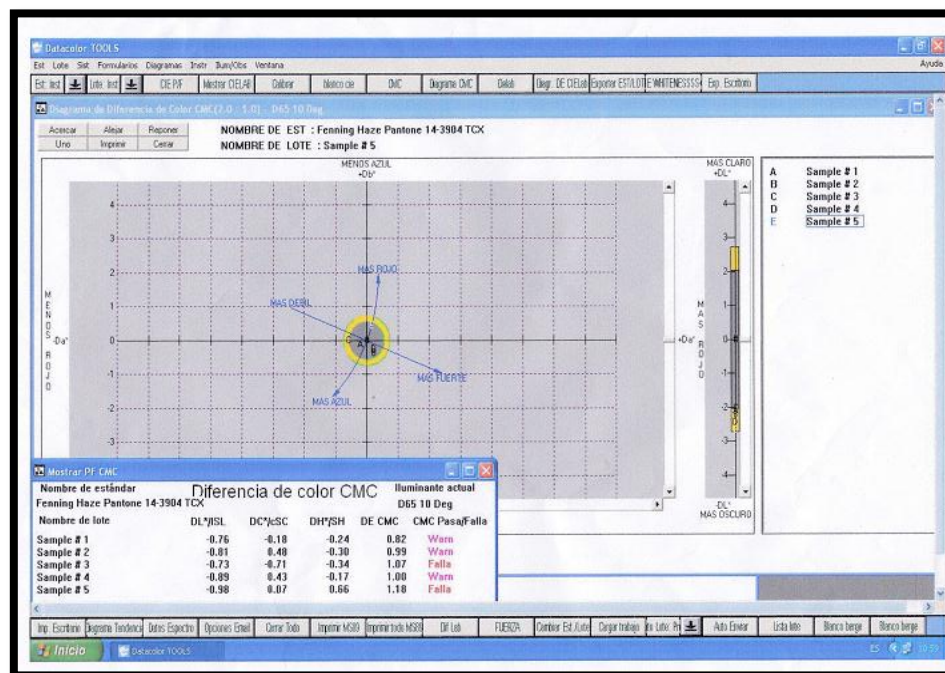
Figura No. 24 Grafica espectrofotométrica de la Mora En Sistema continuo
proporción 30/100

Figura No. 25 Grafica espectrofotométrica de la Mora En Sistema continuo
proporción 30/100

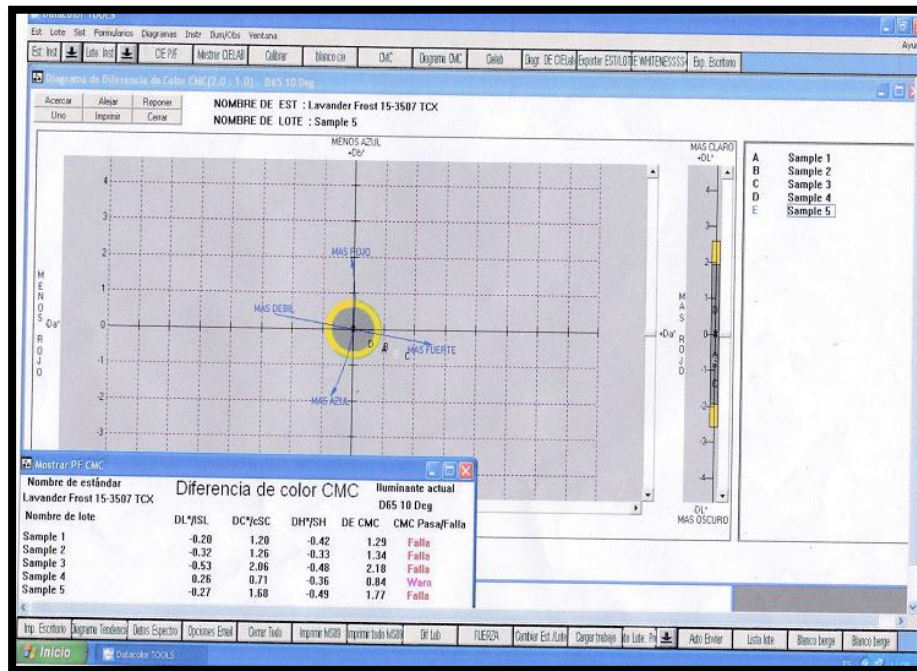


Figura No. 26 Grafica espectrofotométrica de la Remolacha En Sistema continuo
proporción 80/100

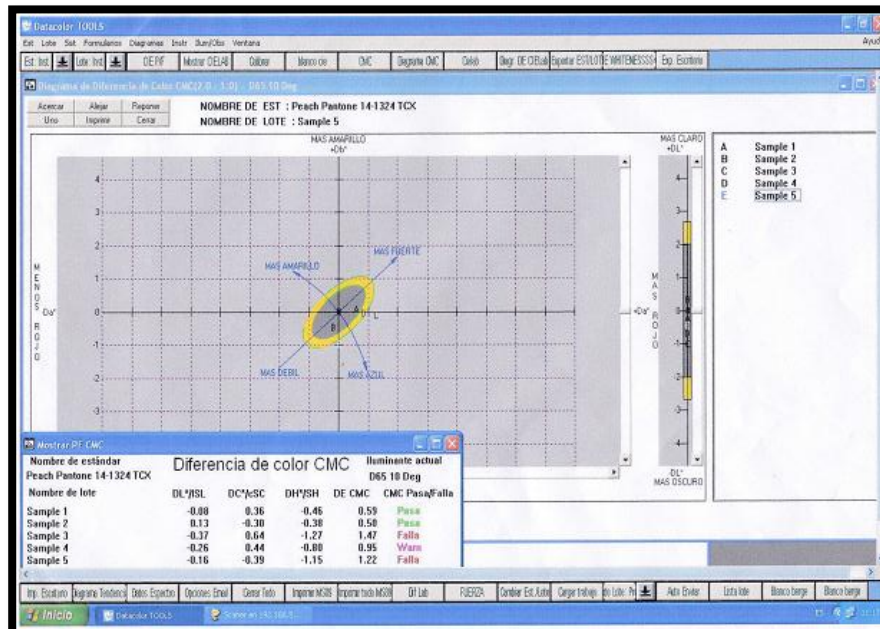


Figura No. 27 Grafica espectrofotométrica de la Remolacha En Sistema continuo
proporción 30/100

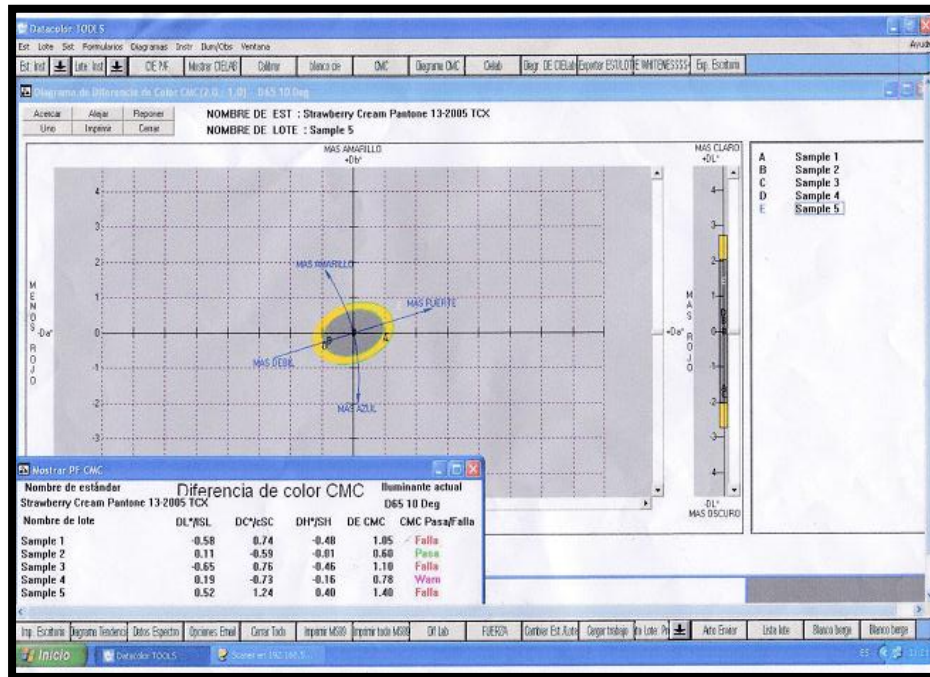


Figura No. 28 Grafica espectrofotométrica de la Mora En Sistema por agotamiento
ambas proporciones

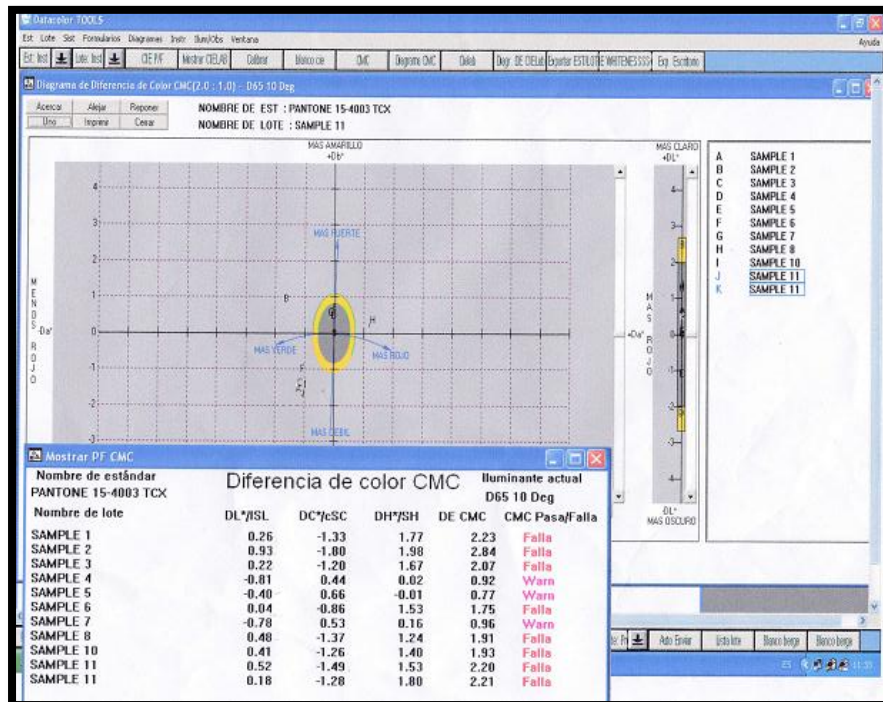
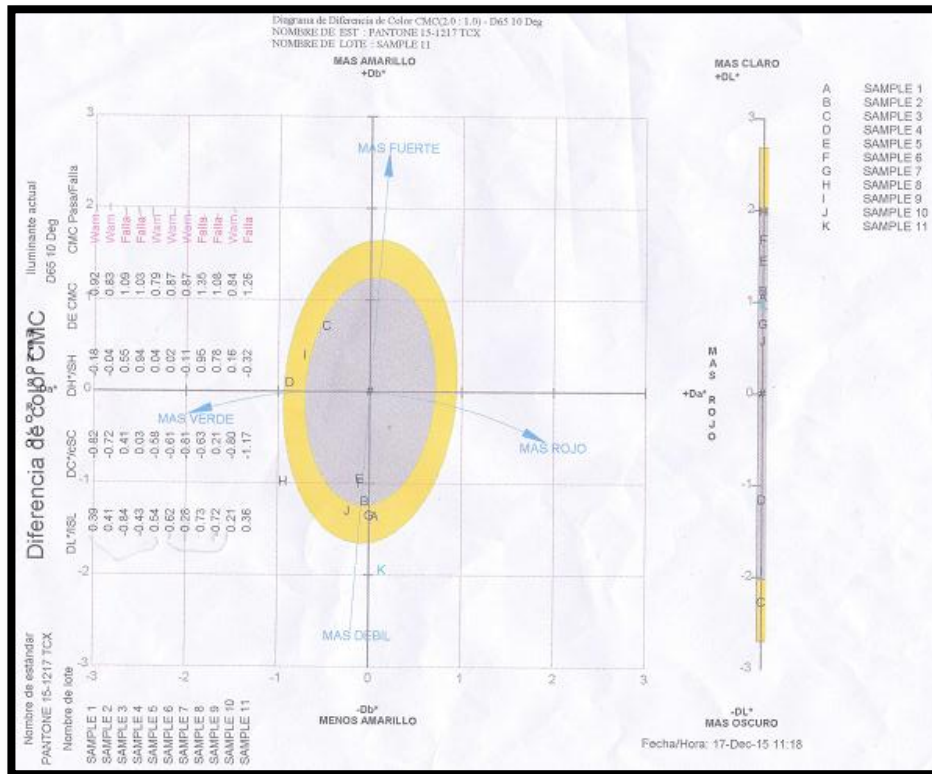


Figura No. 29 Grafica espectrofotométrica de la Remolacha En Sistema por agotamiento ambas proporciones



ANEXOS NO.5 EVALUACIÓN DE COLORANTES NATURALES POR MÉTODO CEILAB ESPECTROFOTÓMETRO

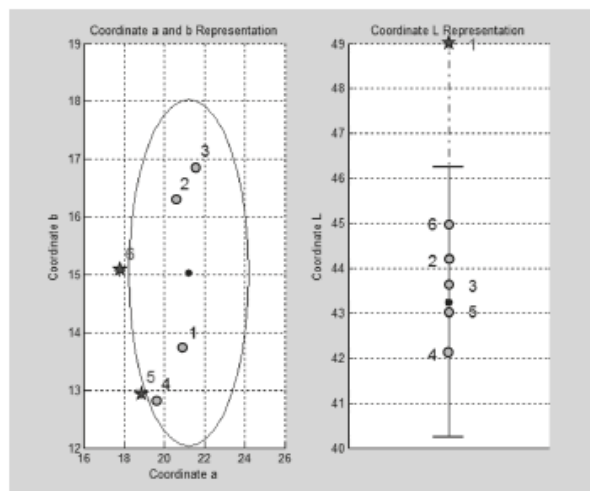


Figura 4. Ejemplo de comparación de colores 2D clásica, que enfrenta los parámetros a* y b*, junto con la representación del eje vertical o parámetro L*.

**ANEXO NO. 6 CLASIFICACIÓN DE COLORANTES NATURALES SEGÚN
COMPOSICIÓN QUÍMICA**

NATURALEZA QUÍMICA	EJEMPLO	COLOR PREDOMINANTE
Tetrapirroleo	Ficobilinas Clorofila	Azul-verde Verde
Carotenoides	Carotenoides	Amarillo-naranja
Flavonoides	Flavonas Flavonoides Chalconas Auronas Antocianinas	Blanco-crema Amarillo-Blanco Amarillo Amarillo Rojo-Azul
Xantonas	Xantonas	Amarillo
Quinonas	Naftoquinonas	Rojo-Azul-Verde
Derivados indigoides o índoles	Indigo Betalainas	Azul-Rosado Amarillo-Rojo
Pirimidinas sustituidas	Pterinas Flavinas Fenoxanizinas Fenazinas	Blanco-Amarillo Amarillo Amarillo-Rojo Amarillo-purpura

ANEXO No.7 MAQUINARIA

Las maquinarias utilizadas para el teñido se pueden clasificar de acuerdo a:

El sustrato a procesar

Máquinas para la tintura de fibras, cintas e hilos (en madejas, bobinas o plegadores)

Máquinas para la tintura de tejidos (de punto) en cuerda (no extiende el ancho)

Máquinas de teñido para tejido abierto (la tele se abre a lo ancho y se aplana)

Máquinas para teñir prendas confeccionadas.

El método de procesamiento

- La elección del método a aplicar depende de la cantidad de material que debe trabajarse y el tipo de proceso de acabado.
- Sistemas discontinuos (bach)
- Sistemas semicontinuos
- Sistemas continuos

El principio de funcionamiento

- El sistema que se elige depende del tipo de sustrato, así como del tratamiento a realizar
- Sistema de circulación del baño
- Sistema de material de movimiento
- Sistema donde tanto el material como el baño estén en movimiento

Las condiciones de proceso

- La elección depende del tipo de material (sustrato y el proceso a llevarse a cabo).
- Sistemas que pueden trabajar a presión con elevadas temperaturas
- Sistemas abiertos, o sistemas que se realizan en una temperatura máxima de 100

MAQUINARIA DE LABORATORIO POR SISTEMA DISCONTINUO

Agotamiento

Máquina teñidora de hilo en madejas

Se compone de una cuba en forma de paralelepípedo dividida en compartimientos perpendiculares. Las madejas se disponen en soportes especiales, que pueden ser aseguradas en ranuras especiales dentro de la máquina; el baño circula en ambas direcciones y la masa de hilo hace solo una resistencia moderada, ya que no es muy apretada.

La máquina funciona con relaciones de baño reducido y el líquido se mantiene circulando por medio de bombas. La inversión de flujo de la solución se obtiene invirtiendo la dirección de la rotación del motor, el baño se calienta generalmente por medio de activo serpentines montados dentro de la máquina o por medio de intercambiadores de calor.

El aspecto negativo es la necesidad de carga y descargar la máquina cada vez que se utiliza (Lockuán, 2012).

Figura No. 30 Máquina teñidora de madejas y tela Ti-Color



Fig. 31 tubos de la maquina teñidora de madejas Ti Color



MAQUINARIA DE LABORATORIO POR SISTEMA CONTINUÓ

Teñidos con impregnación en Foulard (PAD)

Este proceso de teñido se puede aplicar en tejidos de ancho abierto, que son particularmente sensibles a los pliegues y las marcas de dobleces, se diferencian del teñido por agotamiento en la aplicación del baño de tintura y en los procesos de fijación. Son necesarias las cantidades reducidas de agua, lo que resulta en menor consumo energético.

La tela es conducida con tensiones para impedir la formación de arrugas, ingresa en cubas que contienen el baño del colorante y pasa a través de pesados rodillos que exprimen el exceso de líquido. La velocidad de alimentación del tejido debe ser constante. Es importante añadir al baño de tintura un agente de humectación para permitir la impregnación eficiente de la tela en un corto periodo de tiempo.

Es necesario utilizar la más alta temperatura posible, para facilitar la penetración del baño en el tejido, de acuerdo con la afinidad para los colorantes y con la estabilidad del baño.

La tina de impregnación debe tener una forma que permita al tejido un tiempo de contacto adecuado para absorber el baño de tintura.

Los rodillos de exprimido generalmente tienen un recubrimiento de caucho más o menos flexible sobre un núcleo rígido, las altas velocidades de funcionamiento, el uso de productos agresivos de acabado con presencia de disolventes orgánicos las altas temperaturas y presiones requieren que los materiales de recubrimiento de los rodillos sean adecuados según las diferentes condiciones de trabajo (Lockuán. 2012).

Un factor crucial que debe ser tenido en cuenta durante el proceso de Foulardado, es la presión ejercida sobre los cilindros, que se aplica sobre las clavijas laterales. El momento de flexión que actúa sobre el cilindro y en su núcleo rígido produce una presión en su centro: mayor es la flexión si el cilindro es más largo y su diámetro pequeño.

Por lo tanto, el centro de la tela será exprimido con menos fuerza; este problema se puede evitar por medio de un cilindro combado es decir, cuyo diámetro en su zona central sea mayor que en sus bordes (Lockuán. 2012).

Figura No. 32 foulard ATAC para teñido continuo



Figura No. 33 Rama MINITENTER



Horno: el horno es utilizado en el sistema de teñido continuo, la tela plana que es cien por ciento algodón se tiñe solo con colorantes reactivos en cold Pad Batch (proceso en frío) una etapa en el proceso de teñido de la tela 100% algodón es la fase de reposo que le permite al colorante seguir reaccionando hasta alcanzar el equilibrio, en el laboratorio se realiza esta fase en el horno con una temperatura de 90°C durante 20 minutos para replicar la fase de reposo que se le da en planta durante 20 a 24 horas dependiendo del color y del tejido.

Rama: La Rama se utiliza en el proceso por teñido continuo para secar la tela teñida y para el proceso de polimerizado del teñido.

Balanzas: Las balanzas analíticas son indispensables en el laboratorio de tintorería pues de su buen funcionamiento y calibración depende la certeza y seguridad de las recetas para que su reproducibilidad en planta sea la adecuada, debido a que si el peso lleva menos error más segura es la muestra.

Termómetro: equipo necesario para medir la temperatura cuando en el proceso.

Potenciómetro: la medición del pH en el proceso de tintorería es esencial del pH y del manejo correcto de este depende mucho el teñido en cuanto a la fijación de colorante se refiere y la estabilidad de estos a diferentes potenciales de hidrogeno.

ANEXO NO. 8 TEORÍA DEL COLOR

La concepción moderna del color nació con el descubrimiento de la naturaleza espectral de la luz que hizo Isaac Newton. Sus experimentos con prismas de cristal demostraron que la luz se podía fraccionar en varios colores individuales, es más luego a la conclusión de que las luces de distintos colores tenía diferentes grados de refracción, los experimentos de Newton demostraron que la luz blanca estaba formada por energía de distintas longitudes de onda. Esta descomposición pone de manifiesto que la luz blanca es el resultado de la asociación de un gran número de radiaciones coloreadas (Lockuán, 2012).

Figura No. 34 Prisma de Newton



Cualquier radiación de energía como lo es la luz visible se puede concebir en forma de onda. La energía se mueve hacia adelante como una ola y la distancia entre cada una de sus crestas es lo que se llama longitud de onda representada por la letra griega (λ) lambda.

La unidad que se utiliza para medir e identificar las longitudes de onda de las radiaciones luminosas es el nanómetro ($1 \text{ nanómetro} = 10^{-9} \text{ m}$).

El espectro visible contiene radiaciones electromagnéticas de longitudes de onda comprendidas entre los 400 y 700 nanómetros (Lockuán, 2012).

Colores y sus longitudes de onda

COLOR	LONGITUD DE ONDA (NANÓMETRO)
Violeta	400-450
Azul	450-490
Verde	490-560
Amarillo	560-590
Naranja	590-630
Rojo	630-700

El color es la sensación producida por los rayos luminosos que impresionan los órganos visuales y que dependen de la longitud de onda.

La antigua academia francesa de pintura consideraba como colores primarios el rojo el amarillo y el azul, en realidad existen dos sistemas de colores primarios, colores primarios luz y colores primarios pigmento.

El blanco y el negro son considerados colores acromáticos ya que los percibimos como no colores.

Figura No. 35 Circulo cromático



Colores primarios luz

Tiene como colores primarios el rojo, el verde y el azul (RGB) con estos tres colores se pueden conseguir todos los demás colores incluidos el blanco, las mezclas parciales dan origen a la mayoría de los colores del espectro visible.

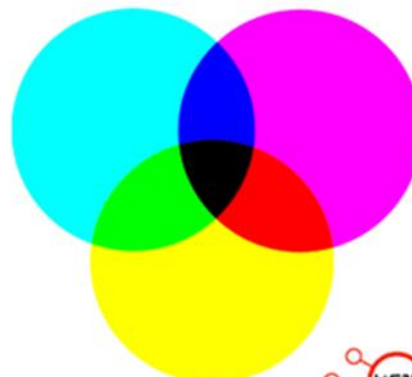
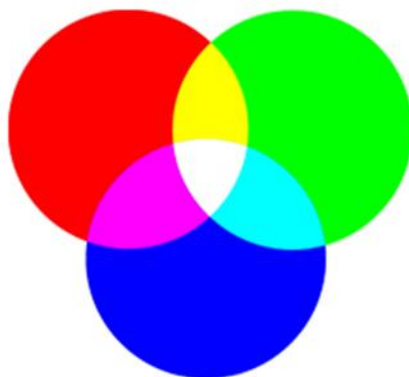
Colores primarios pigmento

Partiendo de la luz blanca podemos obtener la sensación de todos los colores si a esta mezcla le sustraemos una parte y se hace pasar por un filtro se dejan pasar determinadas radiaciones obteniendo así determinado color. Los primarios suelen ser magenta, Cyan, amarillo (Lockuán, 2012).

Figura No. 36 Colores primarios

Colores luz o aditivos (RGB)

Colores pigmento o sustractivos (CMYK)



Elementos del color

El color como se dijo anteriormente es una percepción de luz por un observador, que ha sido modificada por un objeto, por lo tanto los tres componentes del color son:

- Fuente de luz
- Objeto
- Observador

Fuente de luz

Es el elemento que emite el haz de luz sobre el objeto

Fuente de luz no es lo mismo que iluminante

Una fuente de luz es un objeto físico capaz de producir luz, mientras que un iluminante es un conjunto de numerosos estándares los cuales pueden o no representar exactamente una fuente de luz física. Cuando en una fuente de luz predomina el rojo se dice que es una luz cálida si predomina el azul se dice que es una luz fría.

Debido a que existen una gran variedad de fuentes de iluminación se ha hecho necesaria su estandarización y recomendación para uso internacional, para este efecto la CIE (comisión internacional de iluminación) ha adoptado los siguientes patrones de fuentes de iluminación (Lockuán, 2012).

- **A** (incandescente) representa la luz irradiada por un filamento de tungsteno operado a una temperatura de 2856 K.
- **C** (Daylight no UV) temperatura de 6774 k representa la luz de día en el hemisferio norte del planeta.
- **D50** (Daylight in UV) temperatura de color 5000 k también conocida como luz Horizon representa la luz del amanecer y del atardecer.
- **D65** (Daylight in UV) representa la luz del medio día, tiene una temperatura de color de 6504 K.
- **D75** representa la luz de un día nublado.
- **F2 CWF** luz blanca y fría se utiliza en ambientes de oficina.
- **F7** (Daulight white fluorescent) similar a la D65 representa la luz emitida por una lámpara fluorescente.
- **F11** representa la luz fluorescente de una lámpara de tres bandas, se utiliza en almacenes de grandes iluminaciones.
- **F12** ultralume 3000

Temperatura del color: la temperatura del color de una luz depende de la distribución de la luz emitida en la visible del espectro. Desde el punto de vista científico representa la temperatura a la que se debe calentar un cuerpo negro para que emita el mismo color que la fuente de luz estudiada. Se mide en Kelvin (Lockuán, 2012).

Inconsistencia del color (FLare)

Es el cambio de color de un objeto al ser observado bajo diferentes luces.

Metamerismo

Está presente cuando dos objetos lucen iguales bajo una condición de iluminación y diferentes al cambiar la condición de iluminación.

Objeto

El objeto es el elemento sobre el cual incide el haz de luz y lo refleja hacia el observador.

Transmisión

Los objetos que solo transmiten luz no cambian las características espectrales, puede ser regular o difusa.

Absorción

Los objetos que absorben energía lumínica usualmente re-emiten esa energía a longitud de onda.

Reflexión

Los objetos que reflejan luz no cambian las características espectrales de la luz.

Dispersión

Los objetos que dispersan la luz reflejan energía lumínica a muchos ángulos diferentes.

Observador

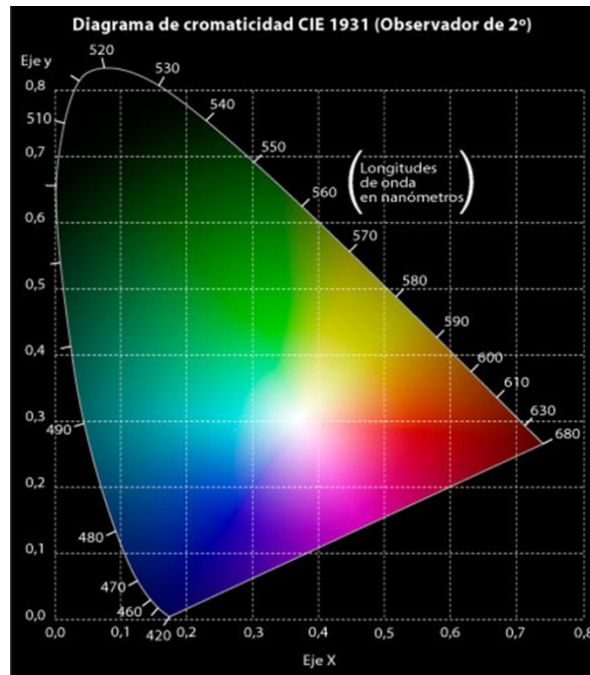
Es el elemento que recibe la luz reflejada por el objeto y en última instancia, quien percibe el color.

DIAGRAMAS DE CROMATICIDAD CIE

Fue desarrollado por la comisión internacional de iluminación por lo que es abreviado CIE. Se caracteriza los colores por un parámetro de luminancia Y, y dos coordenadas de color X, y Z las cuales especifican un punto sobre el diagrama de cromaticidad. Este sistema ofrece más precisión en la medida del color que otros sistemas.

Los parámetros están basados en la distribución de energía espectral de la luz emitida por el objeto coloreado y esta factorizado por las curvas de sensibilidad, las cuales han sido medidas por el ojo humano (Lockuán. 2012).

Figura No. 37 Diagrama de cromaticidad CIE



Sistema CIELAB

Es el modelo cromático usado normalmente para describir todos los colores que puede percibir el ojo humano.

Cada letra representa

L* la luminosidad (0 para negro puro y 100 para el blanco)

a* la posición entre rojo y verde (valores negativos indican verde mientras valores positivos indican rojo)

b* la posición entre amarillo y azul (valores negativos indican azul y valores positivos indican amarillo)

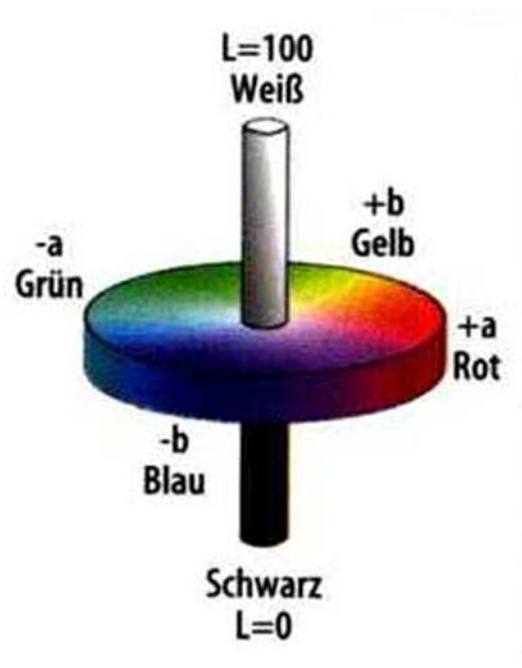
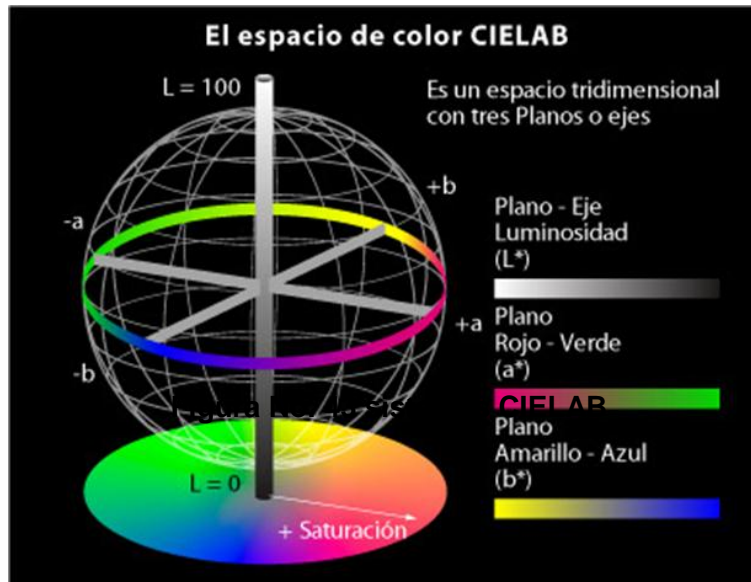
Otros modelos de color a destacar son:

El modelo CMYK (basado en los colores cyan, magenta, amarillo y negro)

El modelo RGB (basado en los primarios luz rojo, verde y azul)

El sistema de color pantone, para definir colores en impreso con tintas o en materiales textiles teñidos, este sistema es muy empleado pues es una referencia unívoca y evita errores debidos a la distorsión por pantalla, impresora sustrato etc.

Figura No. 38 Sistema CIELAB



ATRIBUTOS DEL COLOR

Los tres atributos que determinan el color son el tono, el brillo y la saturación.

Tono o matiz

Es el atributo de un estímulo de color, el color en sí mismo e indica su cualidad cromática. Está relacionado con la longitud de onda de su radiación. Según su tonalidad se puede decir que un color es rojo, amarillo, verde, azul.

BRILLO O LUMINOSIDAD

Es el atributo que expresa la cantidad de luz reflejada por una superficie en comparación con la reflejada por una superficie blanca en iguales condiciones de iluminación.

Es la luminosidad de un color (la capacidad de reflejar el blanco) es decir, el brillo, alude a la claridad u oscuridad de un tono es una condición variable añadiendo negro, o blanco al tono.

SATURACION O INTENSIDAD

Es el grado de partida de un color a partir del color neutro (gris) de la misma luminosidad los colores de baja intensidad son llamados débiles y los de máxima intensidad se denominan saturados o fuertes.

La variación desde un punto neutro (llamado color débil) hasta su máxima expresión (color fuerte intenso) cuando más saturado está un color, más puro es y menos mezcla de gris.

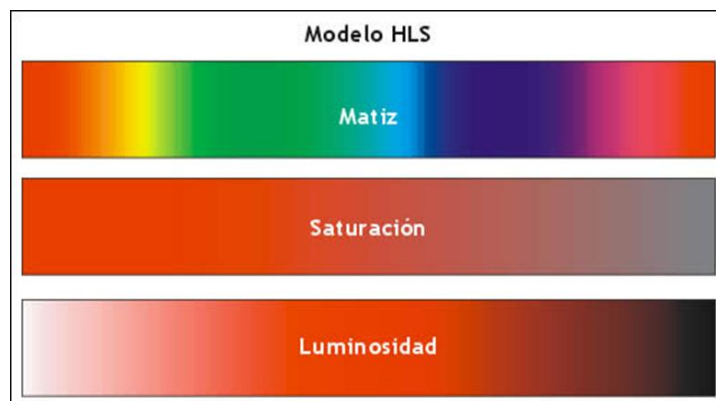
MODIFICACIÓN DE LOS ATRIBUTOS DEL COLOR MEDIANTE RECETA DE TEÑIDO

El objetivo en un laboratorio de tintorería es alcanzar el color de acuerdo al requerimiento del cliente para esto se hace uso de colorantes.

Mediante la mezcla de dos, tres, cuatro colorantes se tratan de alcanzar los atributos de color requeridos, estas mezclas se llaman bicromías, tricromías, cuatricromías.

La proporción adecuada de un colorante provee, bajo un iluminante determinado el color final (Lockuán, 2012).

Fig. 39 Atributos del color





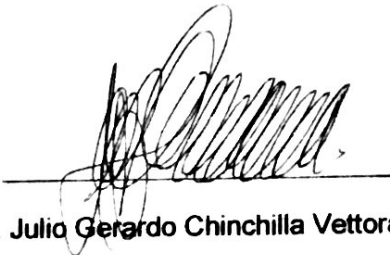
Jennifer Magaly Campos Ramos

Autora



Hari Abraham Quintanilla Cardenas

Autor



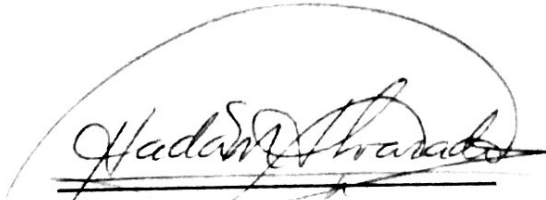
Lic. Julio Gerardo Chinchilla Vettorazzi

Asesor



Licda. María Nereida Marroquín Tinti

Revisora



MA Hada Marieta Alvarado Beteta

Directora



Dr. Rubén Daniel Velásquez Miranda

Decano