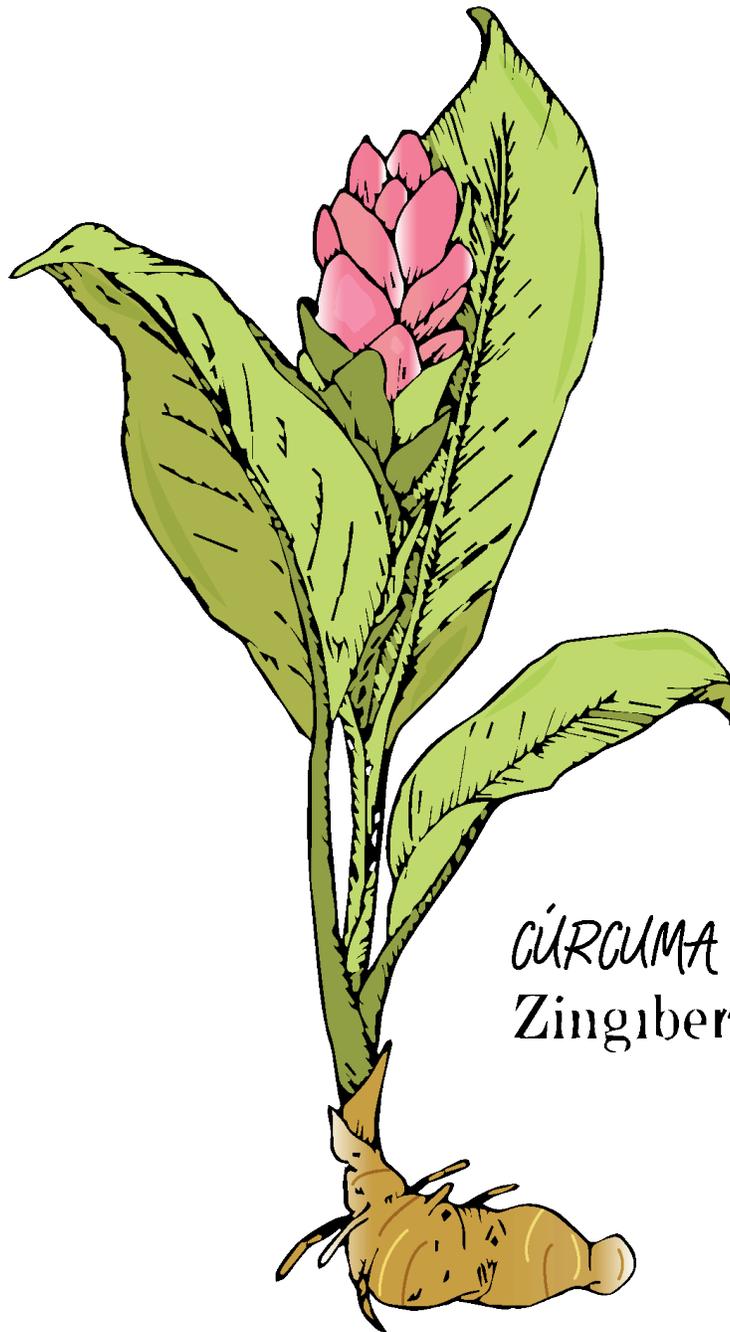


*Teñido de textiles de algodón con tinte
vegetal de cúrcuma*



CÚRCUMA
Zingiberaceae family

Teñido de textiles de algodón con tinte vegetal de cúrcuma
Natalia Carolina Mellizo Salinas
Universidad Pontificia Bolivariana
Escuela De Arquitectura y Diseño
Facultad De Diseño De Vestuario
Medellín-Antioquia.
2018

Teñido de textiles de algodón con tinte vegetal de cúrcuma

Natalia Carolina Mellizo Salinas

Trabajo de grado para optar por el título de Diseñador de Vestuario

Asesor/Director

Fausto Zuleta

Docente investigador Diseño de Vestuario & GIDVT, PHD Bioingeniería

Coasesor

Adriana Restrepo Osorio

Docente investigador Facultad de Ingeniería Textil, PHD Ingeniería.

Universidad Pontificia Bolivariana

Escuela De Arquitectura y Diseño

Facultad De Diseño De Vestuario

Medellín-Antioquia.

2018

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

Hoy 19 de noviembre del 2018, Natalia Carolina Mellizo Salinas, declarado que este trabajo de grado no ha sido presentado para optar a un título, ya sea en igual forma o con variaciones, en esta o cualquier otra universidad.

Natalia Carolina Mellizo S.
ID 000254110 y CC 1026288905

Fausto A. Zuleta M.
Director Trabajo de Grado

Mauricio Velásquez
Director Facultad Diseño de Vestuario

AGRADECIMIENTOS

Fausto Zuleta

Docente investigador Diseño de Vestuario & GIDVT, PHD Bioingeniería.

Adriana Restrepo Osorio

Docente investigador Facultad de Ingeniería Textil, PHD Ingeniería.

María clara Restrepo

Diseñadora Industria, Magister Diseño de Producto con Textiles.

María Camila Amaya

Ingeniera Textil, Magister en Diseño y gestión de procesos industriales

DEDICATORIA

Este proyecto es dedicado especialmente a mi madre Natividad Mellizo, por su apoyo y fuerza durante todo mi proceso de crecimiento profesional, gracias por su amor y paciencia incondicional, a todas las personas especiales que en la distancia siempre confiaron en mí, a la universidad y docentes por los conocimientos brindados y las lindas experiencias. Este logro es gracias aquellos que encontré en mi camino que aportaron a mi conocimiento y formación integral.

RESUMEN

Es bien sabido que la mayoría de las prendas llevan procesos de teñido, los cuales son muy contaminantes debido al uso de colorantes sintéticos y auxiliares compuestos de químicos tóxicos.

El teñido ha sido desarrollado en diversos campos. Los colorantes naturales fueron utilizados en la antigüedad por nuestros ancestros con resultados exitosos; no obstante, este método ha sido abandonado para dar paso a los procesos industriales más productivos y económicos, pero más dañinos.

Los tintes naturales, son una alternativa para enfrentar el problema de la contaminación, sin embargo, no han sido explorados para ser aplicados de una manera industrial que reduzca el impacto al medio ambiente y cumpla con estándares de calidad.

Para introducir el teñido natural se puede empezar con procesos semi industriales, que implementen metodologías de sostenibilidad, utilizando los recursos naturales necesarios sin afectar el ecosistema y la salud de los usuarios finales.

Con base en la información previamente mencionada, se dio pie para investigar los procesos de teñido y comprender qué han hecho que funcionen y sean efectivos. Para ello, se tuvo en cuenta: los recursos que utilizan, las variables en tiempo, la temperatura, la cantidad de agua, entre otros, para después de un riguroso análisis, encontrar el común denominador de los mejores resultados en cada proceso.

Posteriormente, se construyeron distintos procedimientos para pasar a las experimentaciones, con medidas y pesos exactos. Se hizo la evaluación de solidez al lavado y a la luz según las normas AATCC, para luego estudiar cual es el método que mejor producto obtuvo y cuáles fueron las variables a modificar.

PALABRAS CLAVES

Teñido, Tintes naturales, proceso semi-industrial, sostenibilidad.

ABSTARCT

It is well known that most garments carry dyeing processes, which are very polluting due to the use of synthetic and auxiliary dyes composed of toxic chemicals.

Dyeing has been developed in various fields. Natural dyes were used in antiquity by our ancestors with successful results; however, this method has been abandoned to give way to more productive and economical, but more damaging industrial processes.

Natural dyes are an alternative to face the problem of pollution; nevertheless, they have not been explored to be applied in an industrial way that reduces the impact on the environment and meets quality standards.

The introduction of natural dyeing can be started with semi-industrial processes that implement sustainability methodologies, using the necessary natural resources without affecting the ecosystem and the health of end users.

Based on the aforementioned, it was decided to investigate the dyeing processes and understand what has made them work and be effective. To do this, it was considered: the resources they use, the variables in time, the temperature, the amount of water, among others, to after a rigorous analysis, find the common denominator of the best results in each process.

Subsequently, different procedures were constructed to move on to experimentation, with exact measurements and weights. The evaluation of solidity to washing and in the light of the AATCC rules was made, in order to later study which is the method that best product obtained and which were the variables to modify.

KEYWORDS

Dyeing, Natural dyes, Semi-industrial process, sustainability.

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	11
2.SITUACIÓN REFERENCIAL	11
3.PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
4.OBJETIVOS	14
4.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
5.JUSTIFICACIÓN	14
5.1PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	14
5.2HIPÓTESIS	14
6. MARCO TEÓRICO	15
6.1 TEÑIDO	15
6.1.1 PROCESOS DE TEÑIDO	15
6.1.1.1 PROCESOS INDUSTRIALES	16
6.1.2 TINTES	17
6.1.2.1 TINTES NATURALES	17
6.1.2.1.1 CÚRCUMA	19
6.1.3 MATERIALES TEXTILES	20
6.1.3.1 MATERIALES TEXTILES NATURALES	20
6.1.3.1.1 ALGODÓN	21
6.1.3.1.2 HISTORIA DEL ALGODÓN	21
6.2 SOSTENIBILIDAD	22
6.2.1 RAMAS DE LA SOSTENIBILIDAD	23
6.2.1.1 SOSTENIBILIDAD DEL SISTEMA ECOLÓGICO PRINCIPALMENTE	23
6.2.1.2 SOSTENIBILIDAD DEL SISTEMA HUMANO ÚNICAMENTE	23
6.2.1.3 SOSTENIBILIDAD DEL SISTEMA SOCIECOLÓGICO TOTAL	23
6.2.2 DISEÑO TEXTIL SOSTENIBLE	23
7. MARCO METODOLÓGICO	26
8. RESULTADOS Y CONCLUSIONES	35
BIBLIOGRAFÍA	46

Figura 1. Experimentación previa con arrayán.
 Figura 2. Experiencia en práctica académica.
 Figura 3. Contaminación de río por procesos textiles.
 Figura 4. Muestras de teñido con colorantes naturales.
 Figura 5. Teñido con flores.
 Figura 6. Taller de teñido de marca Noon.
 Figura 7. Índigo macerado.
 Figura 8. Índigo japonés.
 Figura 9. Muestras de teñido.
 Figura 10. Kathy Hattori fundadora de Botanical Colors.
 Figura 11. Raíz de cúrcuma.
 Figura 11.1 Raíz de cúrcuma
 Figura 12. Textiles naturales.
 Figura 13. Copo de algodón.
 Figura 14. Cultivo de algodón.
 Figura 15. Campaña de la marca Indigenous Designs.
 Figura 16. Jardines sostenibles de Green Matters.
 Figura 17. Camisa teñida con tinte natural de 2Sixteen.
 Figura 18. Pantalones teñidos con tintes naturales de la marca SEED.
 Figura 19. Sweaters de marca IAIOS.
 Figura 20. Baiker en la balanza.
 Figura 21. Muestra de 10x 10 en la balanza.
 Figura 22. Peso del recipiente.
 Figura 23. Colorante.
 Figura 24. Peso del colorante.
 Figura 25. Colorante recuperando temperatura ambiente en frasco sellado.
 Figura 26. Preparación de base textil.
 Figura 27. Acondicionar la plancha.
 Figura 28. Peso de mordiente.
 Figura 29. Agua expuesta a temperatura.
 Figura 30. Preparación de mordiente.
 Figura 31. Mordiente disuelto en la solución. Imagen propia.
 Figura 32. Interior de máquina de lavado.
 Figura 33. Unión de multifibra a la mestra.
 Figura 34. Equipo para hacer lavado acelerado.
 Figura 35. Agua destilada en la plancha.
 Figura 36. Escala de gris de cambio de color.
 Figura 37. Preparación de muestras.
 Figura 38. Ubicación de muestras en la máquina.
 Figura 39. Muestras listas para evaluar en el cuarto negro.
 Figura 40. Peso de muestra de 10x 10.
 Figura 41. Peso de colorante.
 Figura 42. Solución expuesta alta temperatura.
 Figura 43. Proceso de pre-mordentado.
 Figura 44. Colorante.
 Figura 45. Agua llegando a 60°C.
 Figura 46. Proceso de teñido.
 Figura 47. Textil después del teñido.
 Figura 48. Resultado final del teñido.
 Figura 49. Teñido colorante sin disolver.
 Figura 50. Solución se evapora.
 Figura 51. Resultado final de Teñido.
 Figura 52. Colorante diluyendo.
 Figura 53. Proceso de teñido.
 Figura 54. Preparación del lavado de muestra.
 Figura 55. Resultado de teñido. Imagen propia.
 Figura 56. Colorante no se diluye por completo.
 Figura 57. Proceso de teñido.
 Figura 58. Solución se evapora.
 Figura 59. Resultado de teñido.
 Figura 60. Marcar rectángulos para pruebas.
 Figura 61. Identificar las muestras.
 Figura 62. Preparación de lavado.
 Figura 63. Multifibra preparada para evaluar.
 Figura 64. Transferencia de color evolución con escala de gris.
 Figura 65. Cambio de color después del lavado.
 Figura 66. Resultado del lavado.
 Figura 67. Muestra en el recipiente de lavado.
 Figura 68. Muestra después de lavado con cambio de color.
 Figura 69. Muestras en la máquina de solidez a la luz.
 Figura 70. Muestras listas para evaluar.
 Figura 71. Evaluación de muestras con la escala de grises.
 Figura 72. Textil teñido con cúrcuma.



FIGURAS

GRAFICAS

- Gráfica 1 Ecosistema de sensibilidad.
- Gráfica 2 Ramas de la sostenibilidad.
- Gráfica 3 Mapa metodológico.
- Gráfica 4 Primera etapa de metodología.
- Gráfica 5 Cuadro de síntesis de recopilación de información sobre artículos científicos de experimentación de tintes naturales.
- Gráfica 6 Segunda etapa de metodología.
- Gráfica 7 Esquema de experimentación.
- Gráfica 8. Opción 2A de norma AATCC para solidez al lavado.
- Gráfica 9 Planeación de experimentación
- Gráfica 10. Tercera etapa de la metodología. Imagen propia
- Gráfica 11. Cuarta etapa de marco metodológico. Imagen propia.
- Gráfica 12. Quinta etapa de la metodología.
- Gráfica 13. Tabla de muestras necesarias para cada prueba.
- Gráfica 14. Tabla para cálculo de tela.
- Gráfica 15. Se evalúa con la escala de grises de transferencia de color, donde 5 no presenta transferencia y 1 es transferencia alta.
- Gráfica 16. Las muestras fueron evaluadas con la escala de grises de cambio de color, donde 5 no presentó cambio y 1 es alto cambio. t
- Gráfica 17. Las muestras fueron evaluadas con la escala de grises de cambio de color, donde se 5 no presentó cambio y 1 es alto cambio.
- Gráfico 18. Resultados de solidez al lavado acelerado.
- Gráfico 19. Resultados de solidez a la luz.





1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, se han estado introduciendo alternativas para que los procesos productivos de la cadena textil no impacten de manera negativa los ecosistemas. A pesar de que las técnicas de teñido han sido muy exploradas y son productivas, eficientes y económicas en algunos casos, se requiere de nuevas maneras de aplicar color a los textiles. Entre las opciones para este procedimiento están los tintes naturales, como una solución ecológica, biodegradable y versátil. Sin embargo, la aplicación de manera industrial cuenta con escasas exploraciones, para desarrollar este proceso se requiere de investigación, experimentación y sistematización, por consiguiente, se busca encontrar una metodología sostenible para los procesos de teñido con tintes naturales que responda a las necesidades de la industria y estándares de calidad. En este trabajo, se explora con tinte natural de cúrcuma que es una planta con componentes tintóreos, con ella se desarrollaron métodos de teñido que respondan a las necesidades expuestas, por otro lado, la experimentación muestra resultados positivos y aspectos a mejorar.

2. SITUACIÓN REFERENCIAL

Durante mi proceso de formación profesional he tenido curiosidad por los textiles, lo cual que me ha llevado a indagar y explorar distintas formas de su uso y producción. En mi octavo semestre realicé un intercambio en la Universidad de los Andes en Bogotá, donde cursé una materia llamada “Color”, en la cual uno de sus módulos buscaba obtener color, a partir de medios naturales para ser aplicados en distintos materiales. En ese momento decidí optar por los colorantes vegetales para ser llevados a textiles, el ejercicio lo realicé con un árbol muy común en la vegetación Bogotá llamada coloquialmente arrayán (*Luma Apiculata*).



Figura 1. Experimentación previa con arrayán, imagen propia.

El procedimiento fue una experimentación empírica con el objetivo inicial de obtener distintas tonalidades, al finalizar el ejercicio me surgió curiosidad por explorar y profundizar en el tema. También se realizó un taller enfocado en etnobotánica donde se hacía alusión a la extracción de tintes vegetales para teñir fibras.

Adicionalmente, durante mi práctica empresarial en la compañía Miguel Caballero, estuve contacto con textiles de varios países y acceso a información técnica. Esta experiencia me ayudó a entender y aprender sobre los procesos textiles, sus composiciones y aplicaciones. Lo que me llevó a reflexionar sobre el uso de los petroquímicos en la industria y sus implicaciones negativas tanto en los ecosistemas como en la salud del ser humano.



Figura 2. Experiencia en práctica académica, imagen propia.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las estadísticas revelan que cerca de 30 millones de kilogramos de textiles son teñidos cada año para la demanda del mercado, y teñir un kilogramo de tela consume alrededor de 150 litros de agua (Davies, 2016). Durante el teñido de textiles se producen efluentes con colorantes en grandes cantidades puesto que el 30% de los tintes, son descargados en los efluentes lo que requiere un tratamiento de agua muy complejo en periodos cortos de tiempo. Muchos de ellos con una variedad de colorantes químicos y composiciones se pierden. (Cortázar, 2010).

Los colorantes sintéticos son culpables de teñir ríos en distintas partes del mundo como pasó con el río Kasad en Mumbai, India o el río local de Xintang, China estos son unos ejemplos de los ríos que está matando la industria acabando con el recurso más preciado.

A partir de los procesos para la elaboración “ropa desechable”, desde la extracción de la fibra hasta su distribución, la industria textil y los consumidores son indiferentes de la huella de carbono que genera cada pieza vestimentaria en la salud del ser humano y los ecosistemas. Asimismo, con la masificación de las fibras sintéticas se incrementó el uso de petroquímicos, especialmente para la fase de teñido, bien sea de la fibra o el textil para lograr solidez de color y eficiencia, que a la vez son nocivos para la salud y producen desechos tóxicos (Kurmar, 2009).

Entre los químicos más usados están: disolventes clorados son los que disuelve sustancia durante el proceso de lavado causa daño en la capa de ozono, en las personas causa afectación en el hígado, riñones y sistema nervioso central, clorobenzenos usado en la fabricación de tintes como disolventes y biocidas vinculado con afecciones al hígado, tiroides, sistema nervioso central altamente tóxico en el medio ambiente, colorantes azoico unos de los más utilizados, al degradarse liberan aminas aromáticas que al entrar en contacto directo con la piel pueden causar cáncer. (Greenpeace, 2012).

En Colombia el sector textil y confección se enfrenta una crisis seria, por competitividad y productividad debido al debilitamiento de los aranceles de importación, el descenso en la economía que enfrenta el país, el aumento de importaciones tanto en prendas como en telas (El espectador, agosto de 2017).

Con respecto a la hilatura y textiles se registró una caída de 12.4% durante el 2015, los cultivos de algodón están siendo seriamente afectados, la principal causa es la importación que cubre un 70% de la demanda del país (Superintendencia de industria y comercio, 2011). Con respecto al hilatura, tejeduría, acabados textiles en julio de 2017 cayó en 19.9%, esta cifra alertó al gremio textil y al gobierno. (El espectador, agosto de 2017).

Además, el sector es víctima de la ausencia de normativas o leyes que protejan la producción local, a partir de dicha crisis el gobierno comenzó un diálogo con empresarios para consolidar un decreto que resguarde la producción. Cabe resaltar que los decretos existentes están dirigidos a la confección. Por esta razón se están concertando herramienta que protejan al sector textil con temas aduaneros, un umbral de precios para importaciones. (El espectador, 2017).

Otro factor que encarece es el gasto energético al momento de producir un textil porque la maquinaria funciona con energía eléctrica, combustibles derivados del petróleo o gas natural. En países en vía de desarrollo la huella de carbono es generada por las empresas textiles es mayor por el uso de combustibles fósiles 68%, el impacto climático es de 10,8% kg CO₂ por cada kilogramo fabricado. (CONVENIO INTERADMINISTRATIVO UN-MADS NO. 338/2015)

Las empresas están en el deber de implementar gestión de calidad y gestión ambiental del ICONTEC, muy pocas empresas del sector cumplen con la normativa y, sin embargo, no es suficiente para mitigar la contaminación causada por los procesos. Se evidencia un potencial en desarrollo de normativas adecuadas para enfrentar los problemas de contaminación causados por los procesos de elaboración de textiles. En Colombia existe otro problema no hay ética en el cumplimiento de la norma, ni la competencia institucional para hacer veeduría a la ley. A la vez no hay mecanismos para denunciar la violación a la norma, ni medidas adecuadas de sanción al momento de quebrar la ley. Sumado a lo anterior la ausencia de cultura ciudadana y empresarial para apegarse y cumplir la norma, este comportamiento genera problemas institucionales, ambientales, económicos y sociales. (CONVENIO INTERADMINISTRATIVO UN-MADS NO. 338/2015)

Por otro lado, al año se venden 80 millones de prendas en el mundo, esto se debe al modelo de pronta moda, esta cultura de fabricación velez incremento el consumo de manera indiscriminada ahora se compra cuatro veces más prendas que en los años noventa. Un factor que ha incrementado las compras masivas es el bajo precio pero de baja calidad, para producir a este costo se necesita materia prima económicas. Dichos materiales en su mayoría son altamente contaminantes, para lograr procesos rápidos se utilizan químicos perjudiciales para el ecosistema y la salud, resaltando que las personas que elaboran estas prendas están enfrentadas a condiciones inhumanas, pago irrisorio, jornadas extensas.

Sin embargo, estos hechos pasan a segundo plano para los consumidores que tienen instaurado el chip de estrenar para estar en sincronía con lo que está en los medios. Sin importar las consecuencias irreparables que conlleva el uso de estas prendas. (Sánchez, XLSemana)

El sistema moda y su ritmo velez de producción ha posicionado los tintes sintéticos por su rentabilidad, bajo precio y variedad de colores, (Kumar,2009) por otro lado, el uso de tintes naturales es poco común, se ha dejado a artistas y artesanos la industria no los utiliza porque presentan ciertas limitantes, no existe un método exacto para producirlo a gran escala, los colores varían de acuerdo a los materiales, colorantes requieren de uso de mordiente que incrementa el costo, falta investigación técnica precisa para la extracción y teñido (Kumar, 2009)). Estos son unos de los factores que han dejado a los tintes naturales a un lado segregándolos solo a usos caseros.

RÍO



FASHION

*El lado B no tan transparente
de ropa que compras*

4.OBJETIVOS

Establecer un proceso semi-industrial para teñir textiles de algodón, a partir de tintes de *cúrcuma*, en busca de una alternativa sostenible.

4.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

-Recopilar información sobre las aplicaciones, usos de los tintes vegetales en el proceso de teñido de fibras de algodón para establecer una metodología de trabajo.

-Experimentar variables de teñido en textiles de algodón, a partir de tinte vegetal de cúrcuma en busca de un método óptimo.

-Evaluar proceso de teñido de acuerdo a la normativa de solidez a la luz, solidez al lavado. Verificando que sea sostenibles.

5.JUSTIFICACIÓN

Colombia es considerado uno de los países con mayor diversidad biológica en el mundo gracias a su posición geográfica, se conocen alrededor de 40-50 mil especies vegetales (Tobasura, 2006). Por esta razón los colorantes de origen vegetal, son recursos que no han sido aprovechados adecuadamente en el sector textil local, puesto que es una herramienta con posibilidades de reducir las consecuencias del proceso de teñido con tintes sintéticos.

Es por eso pertinente explorar los tintes vegetales como alternativa sostenible para la cadena textil, resaltando que al año en el mundo se tiñen 30 millones de kilogramos, causando un desperdicio de agua considerable (150lt por kilogramo). Por el contrario implementado teñido con tintes naturales se podría reducir, la contaminación y el consumo de agua de manera considerable, generando un proceso más amigable con el medio ambiente.

Así mismo, para el uso de colorantes artificiales se requieren reactivos petroquímicos para obtener fijación, estos producen contaminación de efluentes al desperdiciar alrededor de 30% de los colorantes utilizados, vertiendo tóxicos que afectan la fauna, flora y afectando la salud de seres humanos. Con los tintes naturales es posible utilizar reactivos de origen orgánico no tóxicos, degradables, solubles y que los tratamientos de purificación de agua sean cortos, eficientes y de bajo costo.

Los consumidores no son conscientes de que las prendas que visten están elaboradas con químicos nocivos, que son perjudiciales para la salud o que durante su proceso se generan afectaciones en el ecosistema. Las piezas vestimentarias que son teñidas con tintes vegetales no generan riesgo para las personas durante su uso y fabricación, porque sus componentes son de origen biológico.

La razón por la cual los tintes naturales son excluidos del proceso de teñido industrial, es porque presenta limitaciones para producir de manera rápida y eficiente. Por este motivo, es pertinente explorar procesos de teñido que puedan ser implementados en procesos industriales, en busca de lograr la solidez del tinte sobre la fibra.

Adicionalmente, con las importaciones de productos vestimentario de bajo costo, se ha evidenciado que para el sector textil/confección es cada día más complicado elaborar artículos diferenciadores con capacidad competitiva en el mercado. Es así que los tintes naturales se presentan como una oportunidad de generar piezas vestimentarias con propuesta de valor, y a la vez generar conciencia sobre la compra responsable.

5.1.PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿De qué manera se puede establecer un proceso semi-industrial para teñir textiles de algodón, a partir de tinte vegetal de *cúrcuma* de forma sostenible?

5.2.HIPÓTESIS

Es posible establecer un Proceso de teñido semi-industrial con tinte natural de cúrcuma utilizando mordientes orgánicos, con el fin de disminuir la contaminación del agua con químicos tóxicos.



6. MARCO TEÓRICO

En los siguientes capítulos, se abordarán los conceptos que ayudan a responder la pregunta de investigación, además de ampliar la información para el desarrollo de las experimentaciones. Este marco teórico, explica qué es el teñido y cada uno de sus procesos, qué es un tinte y sus orígenes, con una profundización sobre los tintes naturales, los tejidos de algodón, y de cómo podrían influir en la sostenibilidad.

6.1 TEÑIDO

El teñido es un proceso que se realiza bien sea en el textil o sobre las fibras, con el fin de dar una apariencia diferente a la del color original. Durante siglos ha sido una manifestación artística y técnica de la humanidad de gran importancia, donde se han desarrollaron métodos manuales e industriales.

En la Europa medieval, el teñido se consolidó como una industria provechosa, desarrollando distintas maneras, adicional a esto, los trabajadores que realizaban dicho oficio se agruparon, lastimosamente la división gremial se efectuó por la condición social. La segmentación se trataba de los negros o simples que trabajaban con telas sencillas, y los tintoreros que estaban autorizados para teñir los colores fuertes y brillantes sobre telas delicadas. Existían leyes para el uso de los tintes que protegían la calidad de los tejidos teñidos. (Wells,1998). Otro ejemplo de la importancia del teñido de los tejidos es, en la antigua Roma solo los senadores o personas con poder político podían vestir prendas teñidas de púrpura, ya que este color tenía connotación de poder social y adquisitivo.

Con lo anterior, se puede deducir la importancia que ha tenido, en la historia de la humanidad, llevar las prendas de distintos colores, es por esta razón que el teñido es uno de los procesos más relevantes de la industria textil, porque es el que se encarga de dar una apariencia distinta al tejido que sigue lineamientos, sociales, culturales y económicos con carga simbólica.

Para entender mejor el proceso, se debe tener en cuenta las características de la fibra a teñir, si son hidrófilas como el algodón, lino, la lana o seda, por ejemplo, son solubles en agua, o que por medio de reactivos se vuelven solubles, mediante la adición de activos. Las fibras Hidrófobas como el poliéster y el acetato se tiñen en dispersiones acuosas con tintes no solubles en agua. (Arteaga, 1990). El teñido con colorantes es realizado en una solución acuosa llamada licor o baño del teñido, que en la mayoría de los casos es llevado a punto de ebullición. Se considera efectivo solo si la coloración es permanente, si su solidez no se retira fácilmente con el efecto de agentes externos, con los usos diarios como el lavado, luz y el frote. Por esta razón no todos los compuestos coloreados son aptos para textiles. (Dos Santos,2008)

La impresión de color con tintes naturales sobre textiles se retoma para otorgar características ecológicas. Generalmente el teñido se utiliza mordientes que son lo que ayudan al color adherirse y penetrar las fibras, acompañados de materiales a colorear en el caso de las fibras naturales. En las sintéticas los reactivos químicos son los que ayudan a fijar el color. El proceso de dar color se puede realizar tanto en tejido o fibra, sin embargo, sobre la fibra tiene la ventaja de que si hay alguna variación del tono se puede ajustar la solución, se ha practicado de manera industrial, pero es muy costosa por la pérdida de fibras. (Saxena,2014)

6.1.1 PROCESOS DE TEÑIDO

A lo largo de la historia, el hombre con su ingenio ha generado distintas técnicas de teñido, que han variado con por el progreso tecnológico. Las técnicas de teñido son consideradas un arte, que aparece con las civilizaciones antiguas desde la edad de bronce. Dichos métodos se han utilizados para dar color al vestuario, comida y objetos de uso cotidiano con tintes naturales, por muchos años se crearon y realizaron de manera manual y artesanal. A partir de la revolución industrial se desarrollan procesos de teñido textil, que cambian la manera y el significado del teñido. (Ramona, 2014).

Las técnicas de teñido fueron descubiertas por las primeras civilizaciones, se han encontrado textiles con pigmento alrededor del mundo en distintas excavaciones arqueológicas que dan prueba de ello. Por ejemplo, en china se usan tintes desde el año 2.500 AC, en Perú y México se usan hace 3.000 años, generalmente los tintes usados en las fibras son compuestos orgánicos solubles en solventes. (Bechtold, 2009).

El proceso general de teñido se divide en etapas, comenzando desde la extracción del tinte, la preparación del textil, la utilización de los auxiliares que fijan el tinte, etc. Los componentes principales requeridos para el teñido son el colorante, el sustrato, agua y energía. El colorante se disuelve en el agua para llegar a la fibra, adicionalmente se utilizan diferentes químicos mordientes, auxiliares y detergentes, estos se necesitan dependiendo de las propiedades de interacción entre el colorante y el sustrato. En seguida los colorantes pasan de fases líquida a sólida en el exterior de la fibra, por último, el colorante ingresa dentro de la fibra creando enlaces que se fijan en ella. (Bechtold, 2009).

Existen varios factores que interviene durante el curso de coloración de materiales textiles, se deben tener presentes para efectuar dicho proceso. La afinidad es determinada por la estructura molecular que existe entre la fibra y el colorante, y de su reacción química, depende el proceso de teñido. La temperatura es la que genera la fusión de las moléculas de colorante, para favorecer el traspaso de tinte a la fibra es necesario incrementar la temperatura para la movilidad y energía de las moléculas.

Otro factor es el PH de la solución, la conducta del tinte depende de lo ácido, neutro o básico que sea, esto variará la capacidad de teñido, la intensidad y tono del color. Así mismo, el tiempo de teñido es el momento en donde el sustrato y el tinte, interactúan para permitir la penetración de las moléculas de color a la fibra. La agitación es el movimiento que existe entre la fibra y el baño tintóreo, esto afecta la velocidad del teñido, si se genera mayor revolución en la solución aumenta el contacto entre la fibra y el colorante.

Además, la relación con el baño o licor es el vínculo que hay entre peso del material y el volumen del líquido. Es óptimo que el líquido cubra en su totalidad a la fibra y permita el movimiento. A menor concentración de sal mejor la difusión de colorante hacia la fibra y al contrario, a este fenómeno se le denomina electrolito. Por último, el mordentado es un proceso que cuenta con tres etapas, el premordentado, mordentado y post mordentado, se realizan de acuerdo al colorante, la fibra, y el resultado deseado. Este proceso se ejecuta durante el teñido, con compuestos como sales, metales entre otros, que ayudan a fijar el color a la fibra y también a variar el tono, esta técnica aumenta la resistencia a la luz y lavados. (Ojeda,2012)

Los procesos de teñido han sido una creación social a través de la experiencia, por esta razón existen infinidad de maneras que ha desarrollado en todas partes del mundo. Por ejemplo, se considera que el teñido en recipientes de cobre puede generar tonos brillantes, los recipientes de aluminio tiñen un tinte en especial, se deben usar solo si es con un tono. Los recipientes de acero inoxidable son los predilectos para el teñido natural. (Saxena,2014)

Una evidencia de que el teñido artesanal es vigente y toma fuerza es Jane Palmer, tiene 15 años de experiencia trabajando con tintes naturales, ha estado en la búsqueda y exploración de distintas técnicas de teñido todas de textos medievales, los procesos que ella realiza pueden tomar horas o días para obtener un color único. Ha logrado obtener una gama de colores amplia a través de la experimentación con plantas, maderas, raíces, flores, hojas y dos insectos. Palmer ha estado trabajando para fortalecer la tecnología de los tintes naturales, con el fin de reducir los recursos para el crecimiento



Figura 4 Muestras de teñido con colorantes naturales. Tomado de: <http://www.thedogwoodyer.com/process2/>

de las plantas, su objetivo es convertirlos en una alternativa viable para reemplazar los tintes químicos.



Figura 5 Teñido con flores tomado de: <http://www.thedogwooddyer.com/process2/>

Actualmente tiene un taller en los Ángeles, Estados Unidos en donde sus procesos de teñido son manuales y artesanales, ella se encarga se encargan de teñir los textiles y los hilos para luego ser tejidos en telares manuales. Palmer piensa que los agricultores son parte importante del proceso porque ellos conocen el cuidado adecuado para el cultivo de las plantas, asimismo, ella dice que el proceso para teñir con tintes naturales tiene tres fases; limpieza, ciclo de mordantado y baño de tinte, en el cual el gasto de tiempo, agua y energía es elevado, sin embargo, para combatir estas falencias se asoció con Nina Shapley, profesora de Rutgers University School of Engineering quien dice que es necesario disminuir en 70% el consumo de agua, ser resistentes al luz y mejorar la afinidad al color, Palmer enfatiza que estos son los aspectos negativos que se asocian a los tintes naturales que debe ser estudiados para poder implementarlos. (Pelc,2015)

Palmer, con su marca *NOON*, diseña una línea decorativa de almohadas y edredones lazadas desde el invierno de 2014. Sus productos son elaborados manualmente con técnicas que ella ha apropiado y modificado, resalta el trabajo artesanal a través de los telares, también comercializa kits de tintes con instrucciones, colorantes, mordientes, guantes, aptos para niños desde los 12 años.



es estirado en la solución tintórea para ser absorbida por las fibras.

3.JET: El textil está en movimiento por el baño tintóreo, es perfecto para teñir alta temperatura y apto para el poliéster. Hoy en día es el más popular, efectivo y menos contaminante. Se pueden agregar más colorante durante el proceso.

6.1.1.1 PROCESOS INDUSTRIALES

Las máquinas para teñir madejas han funcionado con éxito en producciones a gran escala. Es necesario utilizar polvos o concentraciones purificadas, para que el tejido quede regular. Los tejidos también se realizan en calderas de metal o en máquinas de jigger, las cuales están diseñadas para teñir lotes de mayor cantidad. (Saxena,2014)

En los procedimientos de teñido existen dos maneras de tintura, por agotamiento (afinidad entre la fibra y colorante) e impregnación de la fibra, ambos procesos son los más utilizados.

Proceso por agotamiento

La fibra pasa por un baño hasta quedar saturada de colorante y teñida. La relación entre el peso de la fibra y el colorante en la solución es muy alta 1/5 a 1/60. Estas máquinas se caracterizan por la acción mecánica que ejerce sobre el material tenitorio, existen de tres tipos: las primeras son máquinas con el sustractor estático y el colorante en movimiento, segundas el sustrato en movimiento y la solución fija, terceras sustrato y solución en movimiento durante el proceso.

1.Autoclaves: Están en movimiento circular en un solo sentido, un factor importante a tener en cuenta es que la igualdad de color en toda la masa, que presenta problemas si la velocidad de la fijación del colorante es mayor. Dicha velocidad se controla por medio de temperatura y electrolitos.

Componente de autoclave: Calentador y refrigerador del baño, para poder modificar con cierta rapidez la temperatura, según convenga, bomba de presión, para hacerla intervenir cuando la presión en el baño sea inferior a la de vapor de agua que exista o se genere en el sistema. Si esta presión es inferior en el baño se harán burbujas. Dispositivo para toma de muestras de tinte de manera rápida.

2.Teñido en cuerda o torniquete: El movimiento del sustrato a través del baño es el que crea la circulación del mismo, a base de agitarlo suave pero constantemente. Se pueden abrir y cerrar, pero no teñir pelas que necesiten más de 100 grados, no se pueden usar color con migración u oxidación, se irá intercambiando colorante entre tejido y la solución, hasta llegar al equilibrio entre solución y tejido tintado y conseguir, por tanto, completar la tintura.

2.1. JIGGER: Es una máquina que se compone de dos cilindros, donde se recoge el tejido de orillo a orillo, enrollado y sin arrugas. Los cilindros giran por medio de un motor para enrollar y desenrollar en ellos el tejido durante la tintura y para mantenerlo en tensión constante. Tiene un recipiente en forma de barca donde se alberga la solución, el tejido

Figura 6 Taller de teñido de marca Noon tomado de: <https://www.noonbyjanepalmer.com/pages/studio-showroom>

Proceso por impregnación de la fibra

La fibra pasa por la barca y se impregna de la solución donde está el colorante, pero no queda adherida por el momento; entonces, en el procedimiento de impregnación, la tintura es definitiva. La relación de baño es entre 1.2 y 0.6 litros de solución por kilogramo de fibra.

El foulard: Posee una serie de cilindros o rodillos que obligan a un sustrato a pasar por una cubeta (similar a una canoa) que está llena de algún producto químico. El proceso consiste en impregnar un sustrato de colorante u otro tipo de solución química, y posteriormente es escurrirlo por medio de la presión entre los cilindros. Si el coeficiente de difusión del colorante es elevado y la afinidad entre el colorante y el sustrato también, esto permite que este proceso de fijación se haga a temperatura inferior a los 100°C.

Foulard a la continua (Pad dry): La tela pasa continuamente por un baño donde se impregna con el baño del color, difusión y fijado en seco, un secado intermedio, entre 100°C y 150°C dependiendo del sustrato, el fijado posterior será en temperaturas que oscilan entre 150°C y 160°C.

Foulard a la semi-continua (Pad Batch): La tela pasa por un foulard donde se impregna de tinte, es una fusión y fijado en frío, esto sucede cuando el colorante tiene gran afinidad con el sustrato, este se seca, se recoge en rollo y se deja en reposo. El proceso tintóreo suele ser largo, de varias horas. 12-24h.

Pad-roll: Es un baño con difusión y fijado en caliente. Está pensado para lotes pequeños y medianos de tejido abierto que realiza un pretratamiento. La tela se baña en una sustancia química que es calentada rápidamente, se mantienen en vapor, al reposar la tela en estas condiciones logra la fijación.

Pad-steam: Es un proceso continuo en donde el tejido está a lo ancho, y el colorante es impregnado con un sistema de rodillos que contienen vapor, esto con el fin de esparcir uniformemente los tintes, son fijados con calor y humedad constantes. Es la máquina ideal para teñir algodón 100% o mezclas de celulosa con colorantes reactivos y sulfatados. Tratamiento final de teñido

Al final del teñido siempre se debe lavar, eliminando el colorante que no se ha fijado. Esto ayuda a mejorar la solidez a la luz, al lavado en seco o en húmedo. Se desarrolla el verdadero color, por medios químicos, en otras reacciones posteriores o por medio de detergentes. Dado que es forzar una segunda reacción química, ésta suele hacerse a temperatura de al menos los 100°C.

6.1.2 TINTES

Un tinte en general se puede denominar como una sustancia química, que es implementada para dar color. Industrialmente se utiliza el término colorante para referirse a los tintes orgánicos puros los cuales están acompañados de agentes reductores, que los vuelven más manejables y aplicables a distintos productos. (Cano, 2007) Los tintes o colorantes son aquellos que, por su composición química, bien sea orgánica o artificial, tienen la capacidad de transferir y fijar color a determinado material.

Los colorantes se dividen en dos grupos principales: tintes naturales y tintes sintéticos. Los primeros colorantes utilizados, se estrían de rocas y plantas. Para obtener un pigmento que permitiera pintar sobre un textil, si es de origen mineral se debía moler el material tintóreo, mezclar con resinas de los árboles, ceras, o clara de huevo, para extraer el colorante en forma de pasta. En el caso de los colorantes vegetales, se obtenían machacando e hirviendo la planta hasta sustraer el tinte. (Wells,1998)

Antes de inventarse los tintes sintéticos a mediados del siglo XIX, los colorantes naturales habían sido utilizados desde la antigüedad para teñir el cuerpo, comida, textiles, cuero y objetos de uso cotidiano. Sin embargo, a partir del aumento acelerado de la fabricación mecánica de telas, la demanda de los tintes también aumentó y los cultivos no daban abasto para cubrir las producciones. Entonces fue en 1853 que William Henry Perkins, descubrió el primer tinte sintético: el malva, que fue obtenido por la reducción nitrobenzeno (alquitrán de carbón). El violeta Perkins, fue un éxito que llevó a la exploración y creación de tintes a partir de alquitrán de carbón, en poco tiempo, la industria de los tintes se transformó hasta convertirse en una ciencia. Entre los tintes sintéticos conocidos están: ácidos, azoicos, directos, dispersos, reactivos, tinás. (Wells,1998)

El color es considerado como uno de los elementos más importantes de los textiles, porque le cambia la apariencia, da sentido y significado. El color a lo largo de la historia ha ocupado un papel importante, para dar connotaciones de uso, jerarquías, distinción, por esta razón los tintes ocupan un lugar importante en la industria textil.

6.1.2.1 TINTES NATURALES

Los colorantes naturales son aquellos que provienen de origen vegetal, animal o mineral sin procesos químicos. Para que una sustancia sea determinada colorante debe componerse de cromóforos denominados auxocromos, estos componentes son los que dan afinidad con la fibra. Los colorantes pueden ser clasificados según su origen químico, los vegetales son los más ricos en variedad, con frutos, rizomas, tallos, cortezas, entre otros. En el caso de los tintes animales, provienen de insectos o animales marinos invertebrados. (Cano, 2007)

La extracción de colorantes naturales se realiza en gran mayoría en fuente acuosa, se recomienda que después de extraer el tinte se usen en el menor tiempo posible. Generalmente son utilizados a pequeña escala, se debe tener la solución creada con los mordientes para dar comienzo al proceso de teñido, sin embargo, si el tinte se necesita para un uso a largo plazo lo más recomendable es convertir en polvo, para poderlo almacenar y protegerlos de la luz. Los colorantes en esta presentación son usados en procesos industriales. (Saxena, 2014)

Según Bechtold, los colorantes naturales pertenecen al grupo quinoides, se clasifican de acuerdo a su estructura química, dentro de los tintes benzoquinonas, los tintes naftoquinona y tintes antraquinona. Los benzoquinonas son pigmentos de color amarillo que se encuentra generalmente en hongos, artrópodos y plantas superiores son dados por la oxidación, son pequeños y su colorante está compuesto por grupos insaturados de anillos de benzoquinona.

Figura 7 Índigo macerado tomado de: <http://www.thedogwooddyer.com/process2/>



Los naftoquinona son pigmento desde los amarillos, naranjas y rojo intenso se encuentra en las plantas superiores en gran proporción, en hongos, erizos y estrellas de mar en cantidades inferiores, su capacidad de oxidación-reducción y de óxido-base son las que hacen dan la calidad biológica de fabricar colorante. Por último, los tintes antraquinona representa el mayor número de tintes de quinona, se pueden extraer de diversas plantas, están presentes en cortezas y raíces, sus colores varían entre los amarillos, rojo, negro, otros. (Bechtold, 2009).

Los colorantes naturales se caracterizan en su mayoría por no ser sustantivos, generalmente deben teñirse en los textiles con ayuda de mordientes, usualmente se usan sal metálica, deben tener afinidad tanto con el tinte y la fibra. Los iones de transición de metal normalmente tienen la fuerza de coordinación y la capacidad de formar atracción e interacción, actuando como puente para crear sustentividad entre el colorante y el textil bañado en la sal (mordiente). Los tintes naturales actúan mejor en compañía de mordientes, porque facilitan la fijación y la solidez del color. El mordiente al mezclarse con el tinte que está en la fibra se vuelve insoluble, generando fijación máxima en la fibra. (Kurmar, 2011)

Los colorantes que se obtienen de los recursos naturales provienen de distintas partes de las plantas, animales o minerales, a diferencia de los tintes sintéticos provenientes del petróleo que no son renovables. En general, todas las plantas tiñen, sin embargo, las de mayor concentración de color son las más utilizadas. La gran ventaja que tiene usar colorantes naturales es que son degradables y crecen con facilidad. Por otro lado, algunas plantas son más complicadas en cuanto su cultivo y extracción porque se cosechan una vez al año. A la vez, varios tintes provienen de subproductos agrícolas lo que los hacen renovables y biodegradables el proceso, las cuales son plantas como: cáscara de cebolla o cacao, corteza de frutos, etc. Al ser colorantes naturales biodegradables ayudan a que las moléculas de color sean débiles y se pierdan con los lavados y la luz. Por esta razón, es necesario el uso de mordientes que ayudan a la fijación efectiva y mejora la resistencia del color en la fibra. Al contrario, los tintes sintéticos están diseñados para que las moléculas de color sean resistentes a la luz y los lavados, la degradación es difícil y demorada y la limpieza efluentes es costosa y requiere de tratamientos especializados. Estos factores dan la ventaja a los colorantes naturales, que gracias a sus componentes orgánicos la contaminación es menor y biodegradable. (Saxena, 2014). Sin embargo, los colorantes naturales presentan varios inconvenientes que lo han sacado del mercado, se enuncian: la resistencia a los lavados, la solidez a la luz y que en el teñido queden manchas y parches blancos. Los textiles teñidos con estos tintes no son homogéneos en la mayoría de los casos, estos son unos de los retos que enfrentan estos colorantes



Figura 8 Índigo japonés toma de: <http://www.thedogwooddyer.com/process2/>

Un ejemplo de la extracción contemporánea y efectiva de tintes naturales es Botanical Colors, es una compañía fundada en 2010 por Kathy Hattori especializada en la elaboración y comercialización de tintes naturales, en la cual ofrecen una solución para los artistas textiles e industriales con un manual guía para teñir fibras naturales con el fin de disminuir el consumo de agua, que sean sin tóxicos, biodegradables y sostenibles. Las plantas son cultivadas por comunidades agricultoras y pequeños productores, y en algunos casos el material vegetal proviene de desperdicios alimenticios, también se resalta que las plantas utilizadas pueden ser cultivadas donde los alimentos no germinan y han aprovechado las plantas comunes que crecen en cualquier tierra. Es una empresa que a la vez funciona como un colectivo al acercarse a las comunidades de pequeños agricultores y trabajar de la mano con ellas, asimismo ofrece workshops, clases, eventos, asesorías, consultoría, dirigidas diseñadores emergentes, marcas y artesanos interesados en incorporar los tintes naturales al proceso de teñido.



Figura 9 Muestras de teñido tomado de: <https://botanicalcolors.com/natural-dye-extract/>

Es una organización preocupada por producciones ética, un ejercicio que practica es visitar a sus proveedores para verificar que los entornos, métodos sean humanos, económica y socialmente sostenibles. Los tintes cuentan con pruebas de calidad, resistencia al lavado, ligereza, resaltando que son tintes que han sido utilizados históricamente por artesanos del mundo.



Figura 10 Kathy Hattori fundadora de Botanical Colors, experimentando teñido. Tomado de: <https://botanicalcolors.com/our-story/>

6.1.2.1.1 CÚRCUMA

Se cree que el origen de la cúrcuma es en la India, en este país es donde su producción es mayor, no obstante, es posible cultivarla en climas tropicales, la planta está compuesta por hojas verdes de aproximadamente 50 cm de largo, la flor de 20 cm de largo de un color rosado en el interior amarillo. Tiene rizomas largos los cuales son de un color amarillo profundo y olor aromático que caracterizan esta planta, esta parte es la que es usada como colorante, planta medicinal, alimento, etc. (Cannon, 1994)

Pertenece a la familia Familia Zingiberaceae, es una planta Monocotiledónea, se incluye en el grupo de las commelinidae, tiene de ácido férulico, cumárico y salícico en las hojas particularmente en paredes celulares fluorescentes bajo la luz ultravioleta. Sus raíces oblongopalmeados de apariencia rugosa en la superficie, exterior de color café y naranja profundo en su interior. (Saiz, 2014).

Entre los múltiples compuestos de la *Cúrcuma longa*, se encuentra los curcuminoides que son los que poseen el pigmento amarillo característico. Los cucominoides están presentes en 2-9% en la planta, su composición incluye diferuloilmetano (curcumina I) en un 77% con mayor uso comercial, demetoxicurcumina (curcumina II) en un 17% y bisdemetoxicurcumina (curcumina III) en un 3%. (Taylor, 2011).

Como se mencionó anteriormente para cultivar esta planta se requiere de un clima cálido, lo que dificulta su crecimiento en cualquier país, porque está compuesta por dos partes de larga: la raíz joven es suave, que se deteriora fácilmente en climas fríos y tierra húmeda. Sin embargo, puede crecer en un suelo con humedad relativa si el clima es cálido y controlado con altos niveles de luz y en suelo con PH relativamente ácido 5-6. Después de florecer las hojas mueren, pero el rizoma guarda el agua suficiente para seguir creciendo durante la primavera. Posterior al cultivo el color de las raíces frescas varía según los años que tenía la planta y la época del año en la cual se cosecha. (Cannon, 1994).

La *cúrcuma* es un tinte sustantivo que son aquellos que tienen una afinidad directa con la fibra, además, con los mordientes se altera el color que produce, por esta razón los mordientes que se utilicen durante el proceso de teñido varían el tono. Los textiles con diferente mordientes dan tonos como: el estaño da un color naranja, el cromo tiñe naranja granate pálido, el alumbre da un tono naranja y cobre tiñe naranja granate profundo y el hierro tiñe un color naranja verdoso, al contrario, las fibras acrílicas sin mordentar toman un color naranja profundo. (Cannon, 1994). Lamentablemente, la mayoría de los mordientes que se ha mencionado, son altamente tóxicos si son utilizados en el proceso de teñido, contaminan los efluentes y perjudican la salud.

Figura 11. Raíz de cúrcuma. Imagen propia

La *cúrcuma* pertenece al grupo de colorantes de antocianina, carotide derivado de calcona, que se obtienen a partir de soluciones acuosas y la extracción es usada directamente para teñir tanto en frío como en caliente a veces con auxiliares. Se escoge la cúrcuma porque es un colorante directo compatible con el textil de algodón por sus características de absorción. (Cano,2007)



Figura 11.1 Raíz de cúrcuma. Imagen propia.



6.1.3 MATERIALES TEXTILES

Un material se puede definir como un elemento o una sustancia, bien sea natural o sintético, con propiedades para usos prácticos. Los materiales están para mejorar la calidad de vida de los seres humanos y sus diferentes necesidades, desde las simples a las complejas. La humanidad siempre ha estado ligada a la manipulación de diversos materiales que ha determinado el desarrollo técnico y tecnológico de cada momento de la sociedad. (Serna, 2009).

Según Mondragón, “Las fibras textiles son polímeros lineales (prácticamente sin entrecruzamientos) de alto peso molecular y con una longitud de cadena lo suficientemente grande para ser hiladas, se pueden clasificar en tres clases: fibras naturales, fibras artificiales y fibras sintéticas. Existen dos tipos de fibras en lo que se refiere a su longitud y a su distribución longitudinal: filamentos continuos (rayón, seda, nylon, orlón y vinyon) y hebras (algodón, lana y fibras sintéticas en hebra), las fibras artificiales en forma de hebras tienen longitudes uniformes y se cortan en filamentos de 6 a 20 cm” (Mondragón, 2002). El valor comercial y usos de los textiles se determina conforme a sus propiedades mecánicas, el tipo de hilatura y tejido, las características que tienen mayor importancia son la facilidad para teñir, el brillo, resistencia, resistencia.

Los textiles manufacturados están clasificados en dos grandes grupos: naturales y sintéticos o hechas por el hombre. Las fibras textiles utilizadas para elaborar prendas vestimentarias son suaves al tacto, cálidas, resistentes, completamente flexibles para dejarse tejer. Las fibras se entrelazan unas con otras para formar un hilo, posteriormente formar un material tejido. (Gordon, 1993).

La materialidad ha estado sujeta inherentemente al ser humano, estando en la búsqueda constante de alternativas técnicas y tecnológicas para satisfacer, explorar y crear nuevos materiales que respondan a las necesidades y deseos del momento.

Figura 12. Textiles naturales. imagen propia

6.1.3.1 MATERIALES TEXTILES NATURALES

La naturaleza ofrece recursos que son aptos para construcción de tejidos, están las fibras naturales tales como el algodón, lino, yute, cáñamo, ramio, o fibras animales las cuales son, la lana, y la seda, tienen una estructura óptima que permite ser hilada con propiedades físicas, químicas y técnicas como lo son; finura, longitud, flexibilidad, elasticidad, resistencia en húmedo y seco, además de amplitud para ser teñido. La proporción entre la longitud y el diámetro es un factor muy importante que determina el uso final de la fibra y su proceso de hilatura. (Mussig, 2009). La geometría de las paredes de la fibra puede ser rectangular, triangular, hexagonal, redonda e irregular, esta característica influye en sus propiedades haciéndolas únicas. Con la fabricación de fibras sintéticas se busca reproducir estas formas para tener las particularidades especiales de las fibras naturales.

Los materiales textiles provenientes de fibras vegetales, están compuestos en su mayoría de sustancia celulosa que es un hidrato de carbono, al mismo tiempo son mono celular como el algodón o pluricelulares como el lino cáñamo, yute, etc. Son combustibles y desprende olor a papel quemado, dejando ceniza blanca característica de este tipo de materiales. Los textiles de origen vegetal se clasifican en cuatro categorías: fibras procedentes de semillas (algodón), de tallos (lino, cáñamo, yute) de hojas (sisal, cáñamo), frutos (coco). La naturaleza provee gran variedad de fibras con las cuales se pueden construir tejidos para diferentes usos, de acuerdo a las propiedades de cada fibra. (Schuster, 1955).

También poseen subsistencias en menor cantidad como resinas, aceites, gomas, ceras y lignina, Para lograr el proceso de hilatura se debe eliminar estos sustratos por medio de procesos de limpieza, apertura y lavado. A la vez los colores naturales singulares de cada fibra: gris, amarillo, tostado, etc, también se pueden remover durante la fase de blanqueamiento. (Schuster, 1955)



6.1.3.1.1 ALGODÓN.

La fibra crece de la semilla de la planta, de peso medio, con una longitud de entre 1.72 cm y 6.35 cm, para el uso textil generalmente se utiliza un de largo 2.54 a 2.18. Entre las propiedades favorables del algodón se encuentran: la fuerza, resistencia a la abrasión, y la higroscopicidad, esta última característica es apropiada para el proceso de teñido porque absorber los tintes, durante el secado se da un enfriamiento, no presenta problemas de estática o pilling, y es suave al tacto. Como debilidades se encuentran su poco brillo, poca elasticidad, no resiste ácidos, es resistente a los alcalinos, pero se debilita con las resinas utilizadas en los acabados. (Cohen, 2012)

Unos de los problemas principales del algodón, es que los insectos debilitan los cultivos, lo que ha incrementado el uso de pesticidas químicos que han dejado miles de tierras infértiles, y por esta razón, su cultivo puede ser contaminante, afortunadamente se están implementando cultivos de algodón orgánico, sin embargo, es más costoso y poco usado por la industria.

6.1.3.1.2 HISTORIA DEL ALGODÓN.

El algodón es una creación de la naturaleza antigua, su aparición data hace diez o quince millones de años durante Mioceno. Tras la difusión transoceánica por los cinco continentes, se generaron variantes de linajes en los distintos puntos geográficos. Algunos hallazgos arqueológicos resaltan el uso de la fibra de algodón, por ejemplo: hace 5.000 años en Indonesia, también en África, Asia y América.” Ellos poseen una especie de planta, que, en vez de fruto, produce lana de una calidad más hermosa y mejor que la de los carneros: de ella los indios hacen sus vestimentas” Herodoto describiendo el vestuario de los hindúes en 443 a.C. (Gutiérrez, 2016)

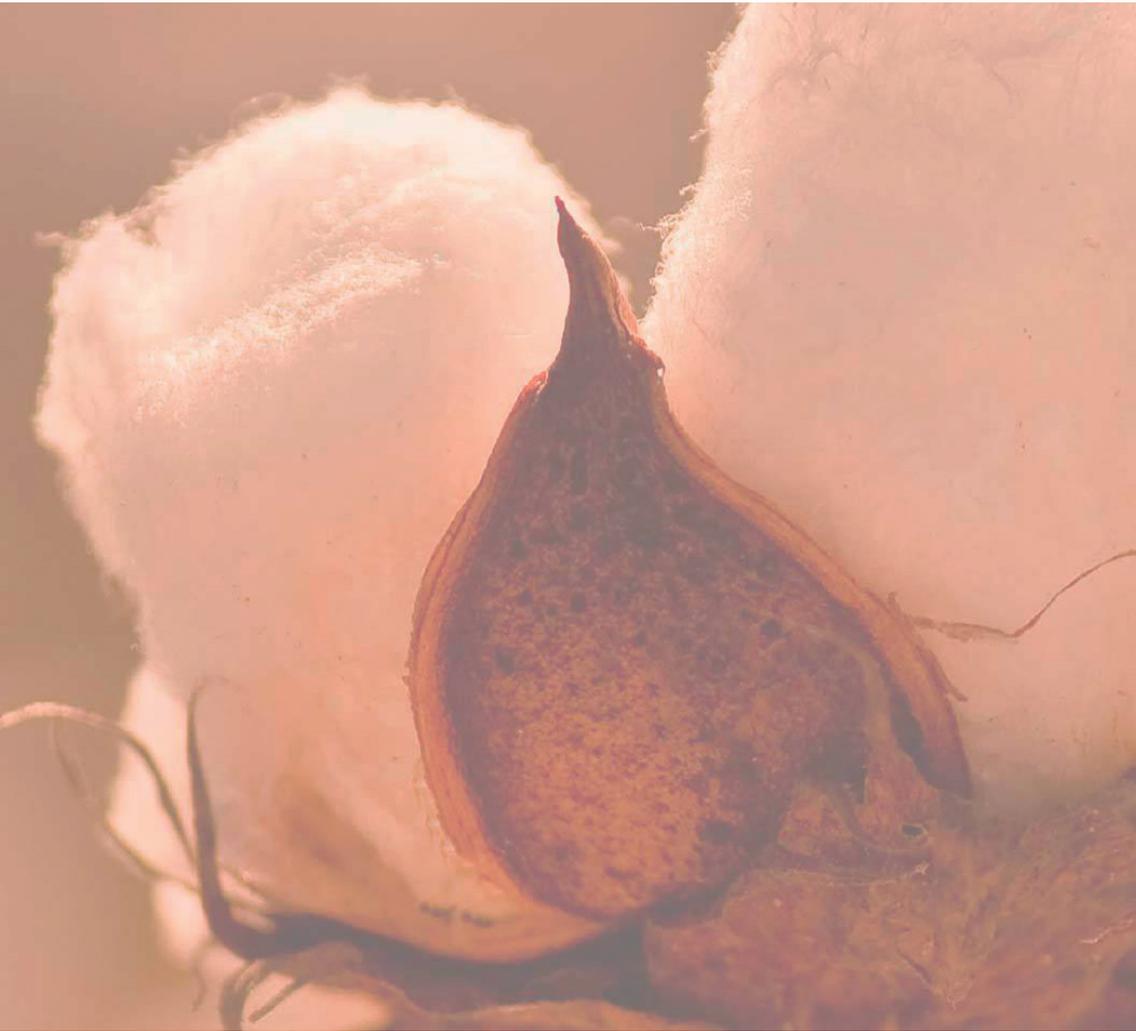
Se ha demostrado que es la fibra más importante para el vestuario en todos los tiempos, puesto que acompaña el proceso de la civilización de la humanidad desde épocas prehistóricas hasta nuestros días. Es un material que ha estado presente en las revoluciones tecnológicas más relevantes, desde el urdido y tramado elaborado con aguja hasta la invención del telar. Ya en el siglo XVIII con la revolución industrial la producción es masiva gracias a las máquinas de vapor. (Gutiérrez, 2016)

Figura 13. Copo de algodón. Tomado de: <https://indigenous.com/pages/sustainable-fashion>

Figura 14. Cultivo de algodón. Tomado de: <http://www.tierrafertil.com.mx/algodon-de-coahuila-afectado-por-vaiven-del-mercado-y-coyotaje/algodon-9/>

El algodón es la fibra natural más importante, es el único con características biodegradables, higroscópicas (absorción agua), capacidad termostática y brinda confort. En 1960, representó el 68% de todas las fibras consumidas alrededor del mundo. En los últimos años el desarrollo tecnológico ha beneficiado a otras fibras, las fibras hechas por el hombre (sintéticas/artificiales) se venden a precios muy bajos a comparación del algodón. Sin embargo, las características de la fibra hacen que sea codiciada por los consumidores, aunque las fibras sintéticas han tratado asemejarse al algodón, son apenas comparables las propiedades. También es válido nombrar que al ser una fibra que se ha usado desde tiempos inmemorables está arraigada a las costumbres y tradiciones de muchos pueblos. (Müssig, 2010).

El algodón es considerado la columna vertebral del mundo de los textiles, muchos de los textiles existentes son elaborados con dicha fibra, gracias a sus características que permite ser tejida, teñida de distintas formas. Está compuesto principalmente por celulosa, sus semillas pertenecen a la familia de Malvaceae de género *Gossypium*, la fibra se extrae del fruto de la planta de color entre blanco y crema, sus fibras son consideradas cortas y su variación tanto en color como en longitud depende del lugar geográfico donde sea cultivada. (Gordon,1993).



Se comprende el término sostenibilidad, como la finalidad para que la humanidad se pueda mantener en el planeta de manera equilibrada. Es el manejo adecuado de los recursos para satisfacer las necesidades, en busca de garantizar su protección para las generaciones futuras. La sostenibilidad engloba tres campos de acción social, ambiental y económico. (Novo, 2009)

La sostenibilidad es entendida como un sistema o conjunto, donde los elementos o subsistemas interactúan y se relacionan entre sí, en el cual se encuentran factores económicos, materiales, sociales, culturales, ambientales, energético. Por esta razón el comportamiento depende de cada una de las variables, cualquier alteración en alguno de los componentes genera cambios que afectan directamente las variables. La sostenibilidad siempre va a requerir de transformaciones para ejecutar, planes que permitan en funcionamiento adecuado y efectivo del sistema. (Gallopín, 2003)

La dependencia de los recursos naturales para satisfacer las necesidades y deseos de los seres humanos fue una característica de las sociedades avanzadas. En los siglos recientes el hombre se dedicó a explorar la naturaleza pensando que era ilimitada y sin inquietarse por las consecuencias ambientales que los abusos indiscriminados causaron. Es durante los años ochenta que algunos científicos empiezan alarmar con estudios que revelan los fuertes daños causados al ecosistema, revelando que los recursos naturales pueden llegar a su fin. Lastimosamente esos llamados a la conciencia no fueron escuchados ni por la población ni por los dirigentes políticos. En los últimos años surge preocupación por la conservación del planeta, por la aparición de unas nuevas mentalidades que creen en el cambio del modelo cultural, social y científico. (Macedo, 2005)

El desarrollo y el medio ambiente ha estado en contra posición pero está realmente vinculados, para lograr encontrar un equilibrio es necesario unir ambos factores para continuar con el desarrollo sin afectar el medio ambiente es lo que plantea la sostenibilidad. Para entender mejor esta relación lo explica Macedo “*Posible y necesario, porque las actuales formas de vida no pueden continuar, deben experimentar cambios cualitativos profundos, tanto para aquellos (la mayoría) que viven en la precariedad como para el 20% que vive más o menos comfortable. Y esos cambios cualitativos suponen un desarrollo (no un crecimiento) que será preciso diseñar y orientar adecuadamente*”. La sociedad puede continuar su desarrollo sin comprometer de manera drástica la naturaleza y los seres humanos, es encontrar mecanismos de equilibrio entre ambas prácticas.

La sostenibilidad se ligó solo a lo ambiental cuando en realidad abarca tres grandes aspectos social, ambiental y económico interactuando entre sí como se mencionó anteriormente. El concepto de desarrollo sostenible no solo cubre los tres factores si no también es una idea de progreso que busca ejecutar planes de cambio, porque busca la integración del crecimiento económico con equidad social y la protección ambiental, si se logra que estos factores se interactúen y cohesionan se podría lograr un desarrollo a largo plazo. (Boada, 2005)

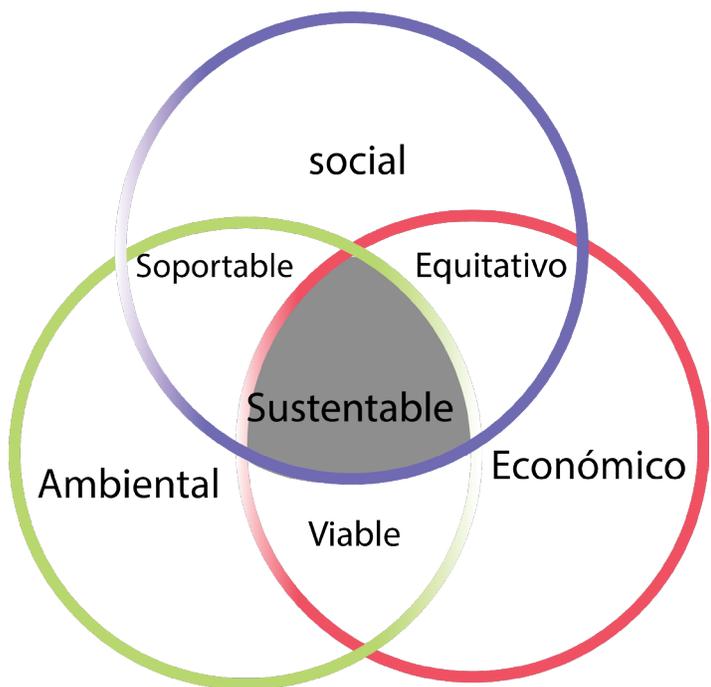
En aspectos industriales “*se reconoce que ser eco-eficiente, mediante la optimización de los niveles y las características de los procesos industriales tradicionales siempre orientados al crecimiento, es una condición necesaria pero no suficiente para satisfacer las necesidades y los deseos de una población mundial en crecimiento exponencial*” (Boada, 2005). Sin embargo, para que el desarrollo sostenible funcione es indispensable transformar los sistemas productivos donde se tengan presentes los tres factores (social, económico y ambiental), al mismo tiempo es indispensable modificar los patrones de consumo. El desarrollo sostenible no significa olvidarse de la manera como vivimos actualmente, consiste en plantear procesos, reformar tecnologías, técnicas y hábitos para lograr cohabitar el planeta y preservarlo para futuras generaciones.

“*El desarrollo sostenible es un proceso de cambio en el que la explotación de los recursos, la dirección de las inversiones, la orientación del cambio tecnológico e institucional están todos en armonía, aumentando el potencial actual y futuro para atender las necesidades y las aspiraciones humanas; todo esto significa que el desarrollo del ser humano debe hacerse de manera compatible con los procesos ecológicos que sustentan el funcionamiento de la biósfera.*” (Portocarrero, 2010). El autor coincide con las anteriores definiciones pero resalta que el trabajo de la sostenibilidad se debe trabajar en conjunto, para que sea efectivo debe ser compatible los procesos productivos con el funcionamiento natural de los ecosistemas.

Resalta la importancia del cambio tecnológico y de las instituciones para llegar al equilibrio deseado, también añade que se debe plantear estrategias para mejorar, capacitando el capital humano, en el ámbito ambiental cambiar las maneras de explotación aprovechar los valores que brinda la diversidad. En lo económico implementar planes de conocimiento e innovación.

Doménech considera que para entender el concepto de desarrollo sostenible se deben tener en cuenta estos principios básicos:

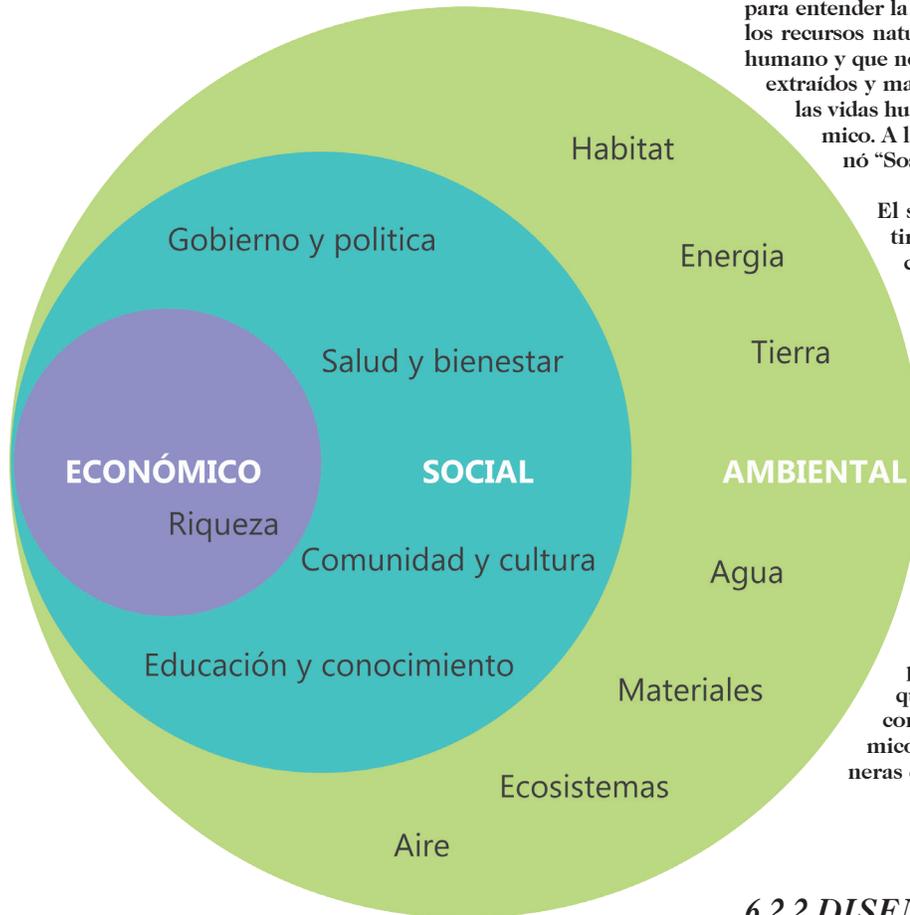
1. Principio de sostenibilidad: se define el desarrollo que satisface las necesidades del ser humano de las generaciones futuras, sin arriesgar los recursos de las generaciones venideras.
2. Principio de Equidad: Se determina como derecho que cada persona tiene la misma porción de espacio ambiental entre ellos están los recursos renovables y no renovables, bosques, energía, etc.
3. Principio de precaución: Cada vez que se va realizar cualquier acción que involucre gastos de recursos se debe medir cual será el impacto y los efectos, con el fin de tener seguridad al momento de ejecutar.
4. Principio de responsabilidad diferenciada: Cada país asumirá su obligación según sus condiciones económicas y grado de desarrollo.
5. Principio de “quien contamina, paga”: Cada actor debe asumir su responsabilidad por los daños causados medio ambiente o personas, deberá enmendar económicamente y reparar el perjuicio.



Grafica 1 Ecosistema de sensibilidad. Imagen propia

6.2.1 RAMAS DE LA SOSTENIBILIDAD

Según Gallopín el término sostenibilidad es muy controvertido, tiene varias definiciones algunos autores lo asocian exclusivamente con un término económicos o socioeconómico, y por otro lado solo se relaciona con los compartimentos ambientales, el autor expone tres puntos de vista de la sostenibilidad desde tres perspectivas extremas.



Grafica 2 Ramas de la sostenibilidad. Imagen propia.

6.2.1.1 SOSTENIBILIDAD DEL SISTEMA ECOLÓGICO PRINCIPALMENTE

Esta rama pone por encima el componente, los que definen este tipo de sostenibilidad afirma que no se comprara el ámbito social y económico con la importancia del ambiente. Son purista al decir que la naturaleza jamás debe ser reemplazada por las invenciones del hombre. Es un punto de vista Biocéntrico preservar la naturaleza por encima de todo. Es un punto de vista un algo externo porque solo busca el beneficio ambiental excluyendo al ser humano sin importar que necesite extraer recursos para sobrevivir.

6.2.1.2 SOSTENIBILIDAD DEL SISTEMA HUMANO ÚNICAMENTE

Está enfocado especialmente para el beneficio de los seres humanos, es modelo que se ha implementado durante muchos siglos. Los recursos son explotados y desechados, un sistema de vida lineal. Los recursos naturales serán fundamentales en el momento que comiencen a escasear. Sin embargo, se habla de un mundo manufacturado por el hombre que los recursos naturales sean sustituidos por el hombre el planeta sería artificial. Esta sostenibilidad antropocentrista enfatiza que solo se atenderá a la naturaleza cuando sea necesitada por el hombre.

6.2.1.3 SOSTENIBILIDAD DEL SISTEMA SOCIECOLÓGICO TOTAL

Socioecológico se define un sistema donde están reunidos los seres humanos, la naturaleza y sociedad. Esta es la única opción que se tiene para lograr la sostenibilidad es la unión de estos tres factores, porque se debe tomar el sistema como un todo para entender la relación entre naturaleza y sociedad. Se entiende que los recursos naturales son primordiales para la supervivencia del ser humano y que no son sustituibles, por esa razón se deben cuidar al ser extraídos y mantenerlos en buen estado. También se debe preservar las vidas humanas sin importar que este afecte el beneficio económico. A la unión y aplicación de estos conceptos se les denominó "Sostenibilidad Fuerte". (Gallopín,2003).

El sistema sociecológico es el equilibrio que debe existir entre el ser humano y la naturaleza, donde la sociedad pueda satisfacer sus necesidades sin dañar y acabar con la naturaleza. Es importante entender que para esto funcione, se debe tener la escala de valores donde se da importancia a los recursos naturales, las vidas humanas, sociedad.

Ser sostenible en un cien por ciento tal vez sea algo utópico, pero sí se pueden diseñar, plantear cambios de hábitos, cualitativos, modificar maneras y procesos industriales que permita extender la vida del planeta, a la vez el buen vivir de todos los seres humano. El camino hacia la sostenibilidad es largo y requiere de esfuerzos, es necesario que todos los sectores estén dispuestos a transformación.

Desde la industria textil es importante pensar en procesos sostenibles, en planteamientos de negocios que estén de la mano con estas prácticas que cumplan con los tres requerimientos ambiental, social y económico. Se requiere un cambio de chip, abandonar las maneras de manufactura tradicionales.

6.2.2 DISEÑO TEXTIL SOSTENIBLE.

La sostenibilidad empresarial se define como la entrega de beneficios, ambientales, económicas y sociales, implementando prácticas y estrategias que lo lleven hacia una producción más sostenible. En El Libro Verde (Comisión naciones europeas 2001) la enmarcan como "la integración voluntaria, por parte de las empresas, de las preocupaciones sociales y ambientales en sus operaciones comerciales y en sus relaciones con sus interlocutores". Las empresas deben identificar el grupo de interés o stakeholders para conocer como sus maneras de producción y comercialización afectan a las personas que rodean el proceso, son aquellos que se ven involucrados en durante y después. (Gil.2010)

Si la industria textil es considerada la segunda más contaminante del mundo, y los procesos industriales de teñido habituales con uso de colorantes artificiales. Contaminan efluentes y generan desperdicio exagerado de agua es necesario, plantear cambios desde los mismos procesos implementando nuevos métodos que cumplan con los estándares, expectativas del mercado sin comprometer el medio ambiente. Las empresas deben ser parte activa de esta transformación, deben integrar proyectos ser sostenibilidad empresarial. para mantenerse vigentes y a la vez ser competitivas.

El mundo en el que vivimos está rodeado de objetos, por esta razón los materiales son el foco cuando se habla de sostenibilidad. En ellos está el uso de recursos, el gasto de energía y mano de obra, que son los tres puntos principales de dicho concepto. Los materiales se convierten en el foco central cuando se aborda este tema, porque en ellos es evidente los problemas de contaminación, gasto exagerado de residuos, producción desechos.

Los materiales textiles son la herramienta principal herramienta para la construcción de prendas vestimentarias, las disponibilidades de las fibras petroquímicas dependen directamente de las reservas de petróleo que se encuentra en constante reducción lo que influye en su precio. La escasez de agua afecta los cultivos y las altas temperaturas debilitan los suelos, lo que modifica constantemente la producción de fibras. Resaltando que el consumo de recursos naturales y energéticos para producir fibras tanto naturales como textiles es elevado. (Fletcher,2012)

Por las razones anteriores los materiales textiles deben entrar en planes de la sostenibilidad. Las fibras renovables son las de origen vegetal, si la explotación no pasa las fases de regeneración de la tierra. Sin embargo, que la fibra sea renovable no asegura que esa sostenible, porque las condiciones que requiere para cultivarse implican recursos como agua, energía, químicos fertilizantes, la mano de obra. Cada fibra tiene su punto a favor y en contra, por esta razón es importante encontrar un equilibrio en la producción y descartar los procesos nocivos (Fletcher, 2012). Una solución es reciclar las fibras ya existentes, utilizarlas para fabricar nuevas prendas. También se debe investigar materiales biodegradables se debe generar por los microorganismos de luz, aire u otro agente para que el periodo degradación sea corto. Con el fin de disminuir los desechos que genera el consumo excesivo, anualmente toneladas de prendas que llegan a los basureros generando contaminación.

Otro aspecto importante a tener en cuenta para desarrollar procesos textiles sostenibles, son estrategias de marketing donde el medio ambiente sea el foco, modelos donde la conservación social sea el eje. En busca de nuevas tecnologías que cuiden el ecosistema y la calidad de vida, si una compañía del sector textil implementa el marketing sustentable genera ventaja competitiva con otros sectores. *“Las empresas comienzan a tener en cuenta al medio ambiente dentro de sus estrategias de negocios. Esto se debe, no solamente a las presiones legales y sociales, sino también a la comprensión que una empresa es un sistema abierto y, por lo tanto, se encuentra en un proceso de intercambio continuo y recíproco con el medio ambiente”* (Bur,2013). Actualmente, la industria debe tener presente todos los actores que participan de todos los actores del proceso, las nuevas estrategias para el desarrollo sostenible de las industrias. El término stakeholders son aquellos que afectan o se ven afectados por las actividades de las empresas, propietarios inversores, trabajadores, distribuidores, clientes y sociedad. Al tener considerados los actores del proceso textil, se pueden crear planes donde se incluya y el concepto de sostenibilidad adecuadamente.

Para que los procesos funcionen se deben tener en cuenta los factores internos y externos que pueden alterar el proceso. La buena gestión de los procedimientos industriales pueden tomarse como una oportunidad para las empresas para reducir gastos y riesgos. *“mejora continua de la eficiencia ambiental, es decir, en la disminución de residuos y emisiones o efluentes en las operaciones de la empresa”* Bur,2013). También se disminuye el uso de materia primas e insumos y se generan menos residuos.



Figura 15. Campaña de la marca Indigenous Designs. Tomado de: <https://indigenous.com/pages/ethical-fashion>

Perú es reconocido por su tradición textilera especialmente en tejidos de telar, producción de algodón y teñido. Los avances que se está realizando con la participación el gobierno y empresas, son conscientes que la industria necesita cambios tecnológicos y administrativos. Con las transformaciones deben minimizar el impacto ambiental, des toda la cadena productiva desde la creación del hilo hasta la distribución al consumidor. Implementarlo por medio de uso de textiles naturales ecológicos (algodón, lino) reduciendo el uso de pesticidas en los cultivos. reutilización y reciclaje de materiales utilizados, limitar el uso de químicos para el proceso de teñido, desarrollo de prendas duraderas y fácil mantenimiento (Tinoco,2009). Los anteriores son algunos de los retos que se está planteando la industria textil peruana, marcas que le ha estado apostando a una producción sostenible se resalta Indigenous Designs.

La marca *INDIGENOUS DESIGNS*Indigenous Designs, trabaja con los artesanos peruanos en busca fortalecer los principios de sostenibilidad, ellos mismos elaboran las prendas con la ideología de trabajo justo protegiendo la integridad de los artesanos y agricultores. Las prendas están confeccionadas en fibras 100% naturales y orgánicas. Algodón es cultivado por pequeños granjeros en el norte del país, no utilizan pesticidas, herbicidas ni fertilizantes artificiales. La alpaca también es de ganaderos pequeños, los animales son tratados con cuidado y respeto. Igualmente, sus prendas están teñidas con colorantes libres de químicos dañinos, eliminando la contaminación del agua, asegurando la sa-

lud de la piel y de los trabajadores. También tienen prendas de colores puros, para evitar procesos de teñido y blanqueamiento.

Para lograr que el proceso de teñido de algodón sea eficiente *COLORZEN* crea una tecnología para lograrlo. Es una empresa creada por un ingeniero textil y un administrador de empresas en Carolina del norte en 2012, cuenta con personal experto en colorantes, vestuario, sostenibilidad. Ellos estudiaron varios el problemas como: primero el tinte y el algodón existe una relación inherente por ambos tiene cargas negativas los lleva repelerse generando gasto en grandes cantidades de agua y agua para que las moléculas del color penetren en el algodón, segundo la forma de teñir algodón crea una crisis de contaminación mundial por uso excesivo de químicos que produce la contaminación de la quinta parte del agua dulce según el banco mundial el aumento

de ríos color brillante se encuentra en aumento, tercero la escasez de agua, el aumento de la contaminación de fuentes fluviales se contrasta con la producción masiva de prendas que requiere de miles de litros de agua. Su modelo de negocio consiste en aplicar un tratamiento tecnológico a las fibras de algodón puro, debe realizarse antes de la hilatura para lograr que el proceso de tintura sea más eficiente y sostenible, logra que las fibras reciban mejor el color evitando desperdicios de tinte y que los residuos queden en el agua, logrando que el algodón y el tinte sean compatibles se puede eliminar hasta un 95% de los químicos tóxicos, se aumenta la capacidad de producción en un 300%.



lana teñidos, Tortoise the here especializadas en prendas infantiles con fibras sostenibles, Milo + Nicki marca de prendas femeninas sostenibles sin crueldad en la producción y diseño ético.

Adicionalmente, su meta es concientizar a los consumidores sobre lo nocivo que son los tintes artificiales para la salud y el medio ambiente, a la vez que promueven los beneficios de los colorantes naturales. Continúan trabajando con las empresas en desarrollar paletas de color con cada uno de sus productos. Son una empresa interesada en la sostenibilidad porque buscan preservar los recursos naturales, quieren cuidar la salud de los consumidores y a la vez el capital humano de las empresas textiles.

Otra marca que realiza diseño textil sostenible es *IAIOS* una revolución de la calma es una marca que fabrica jerseys con materia prima reciclada, tiene un proceso interesante porque reciben residuos que dejan otras empresas textiles. Los tejidos son destruidos y separados por color para evitar el proceso de teñido, se convierten en fibras, pasa al proceso de hilatura posteriormente se vuelven a tejer los sweaters los colores son irregulares dando encanto único a cada pieza, los diseños son en jacquard manteniendo un patrón básico haciendo prendas atemporales. Los procesos son realizados por empresas locales beneficiando la economía local, sin impacto ambiental.

Con su filosofía de la calma promueve un estilo de vida tranquilo y valorar los momentos que brinda la vida y la naturaleza, haciendo resistencia al fast fashion y la manera de producción actual, fomenta que lo que se hace con amor, paciencia, dedicación e invertir tiempo para hacerlas prendas bien. No es una forma de no es una guerra contra la rapidez, sino la vida como un conjunto de experiencias.

Al realizar procesos sostenibles los precios de las prendas incrementan y el tiempo de producción también, pero la labor de la industria es crear conciencia por medio ambiente. La sostenibilidad no es un trabajo solo de la industria textil también se debe involucrar a las entidades gubernamentales, un eslabón importante para el cambio son los consumidores en las manos de ellos está la decisión de compra.

Figura 17. Camisa teñida con tinte natural de 2Sixteen Tomado de: <https://www.3sixteen.com/pages/about>

Figura 16. Jardines sostenibles de Green Matters. Tomado de: <http://www.greenmattersnaturaldyecompany.com/why-natural-dyes-1/>

Por otro lado, compañías que están trabajando tintes naturales con éxito se encuentra *GREEN MATTERS OF NATURAL DYES Co* ubicada en Nueva York, que trabaja con tintes textiles de origen vegetal, con el fin de eliminar el uso de químicos dañinos para tener un proceso amigable con el medio ambiente y seguro para los trabajadores. Su objetivo es llevar tintes naturales a los textiles de manera industrial sin generar contaminación. Reutilizan el exceso de colorante natural como fertilizante, haciendo el ciclo sostenible.

También tienen un tanque de 60.000 galones que almacena agua lluvia, que se encuentra debajo de sus instalaciones. Esta agua es utilizada en sus procesos, a diferencia del agua tratada el agua lluvia no tiene impurezas, este factor es importante porque no modifica el color de la fibra. Después de una larga investigación con tintes naturales en proceso de caldera, lograron en el 2018 adaptar máquinas industriales a proceso de teñido con colorantes vegetales, este nuevo proceso permite mejor fijación del tinte y teñir lotes grandes.

Ellos ofrecen el servicio de procedimientos de teñido de prendas, textile o hilos, de empresas que utilicen fibras que no generen daños al ecosistema, algunas de las marcas que han trabajado con ellos son *3SIXTEEN* de Japón con prendas en denim, *SEED* de Canadá prendas de activewear elaboradas en cáñamo, Ranch 01 de Estados Unidos vende hilos de



Figura 18. Pantalones teñidos con tintes naturales de la marca SEED. Tomado de: <https://theseedstore.ca/>



Figura 19. Sweaters de marca IAIOS. Tomado de: <http://iaios.com/sobre-iaios/>



7. MARCO METODOLÓGICO

El proyecto tiene como fin establecer un proceso semi-industrial de teñido con tinte vegetal de cúrcuma sobre textiles 100% de algodón. En busca de una alternativa a los colorantes sintéticos, que responda con los requerimientos ambientales, tintes degradables, sin agentes químicos contaminantes ni nocivos para la salud. Es un recurso que ha sido olvidado, es útil para implementar en el proceso de teñido que es uno de los más contaminantes de la industria textil.

La metodología utilizada para desarrollar este proyecto de investigación se divide en cinco etapas:

1. Investigación y recopilación de información en la cual está el soporte teórico de los conceptos y soporte técnico para las experimentaciones.

2. Identificación de tinte vegetal, mordientes y base textil, variables a experimentar, determinar las solidez a evaluar. Por otro lado, se realiza planeación de las experimentaciones donde se establece cantidad de materiales/recursos, tiempo.

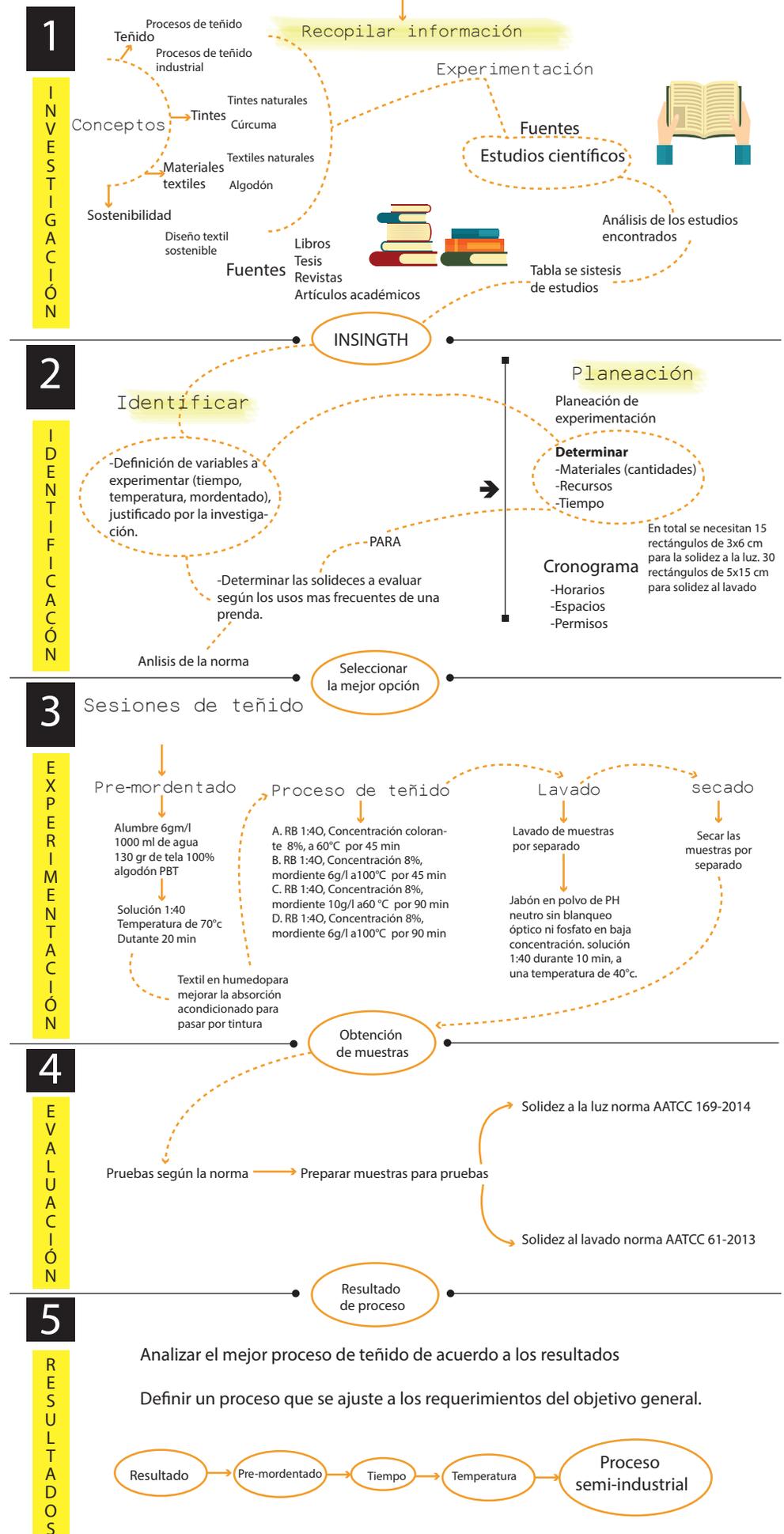
3. Experimentación de teñido con diferentes variables según el análisis de los estudios/artículos científicos para obtener muestras con diferentes resultados.

4. Evaluación de las muestras obtenidas se realizará según las normas AATCC solidez a la luz 169-2014, solidez al lavado 61 2013. Una prenda de uso cotidiano está expuesta principalmente a estos dos factores.

5. Implementación del proceso de teñido según los resultados de las pruebas que se ajuste al objetivo general.

MAPA CONCETUAL DEL MARCO METODOLÓGICO

TEÑIDO DE TEXTILES DE ALGODÓN CON TINTE VEGETAL DE CURCUMA



Gráfica 3 Mapa metodológico. Imagen propia

ETAPA DE INVESTIGACIÓN



Gráfica 4 Primera etapa de metodología. Imagen propia

La recopilación de información se dividió en dos partes, primero investigación y comprensión de los conceptos que dan soporte al proyecto. los cuales son teñido, procesos de teñido, proceso semi-industrial de teñido se encontró: el teñido es un proceso indispensable en la cadena textil, los procesos son diversos están desde los tradicionales ancestrales e industrializados. Por otro lado, los tintes naturales se encontró diferencia grande entre los colorantes naturales y artificiales los primeros abarcan actualmente toda la industria pero presentan varios problemas de contaminación y afectan la salud, a la vez sus procesos son más rápidos y económicos. En contraposición los tintes naturales tienen la ventaja de ser biodegradables y solubles en agua, por parte de los tintes vegetales se encuentran en variados colores.

En cuanto a los materiales textiles se encuentran clasificados en dos grandes grupos naturales y sintéticos, los materiales utilizados para vestuario deben ser suaves, resistentes, cálidos y flexibles. A la vez los materiales naturales son biodegradables, pero presentan retos de sostenibilidad al momento de cultivo. El algodón ha sido la fibra más utilizada a lo largo de la historia se han desarrollado diversas técnicas y tecnologías para convertirlo en textil, es un material que da confort y es transpirable características que lo mantienen vigente a pesar del uso de fibras sintéticas.

por último, tenemos la sostenibilidad es la optimización de los recursos encontrando un equilibrio entre lo social, ambiental y económico para llevarlo requiere esfuerzos y cambios de todos los sectores de la sociedad. El rastreo que se efectuó para definir diseño textil sostenible evidencio que se están haciendo cambios en la industria para lograr el equilibrio, se resalta el trabajo de marcas emergentes pequeñas que demuestran que es posible producir vestuario de manera ética.

La fuente utilizada para rastrear y recopilar la información anteriormente descrita, se consultó en libros impresos, libros digitales, revistas impresas y digitales, tesis, artículos académicos, manuales.

La segunda parte para reunir información consistió en búsqueda en artículos científicos, sobre experimentos de teñido con tintes naturales buscando variables de estudio y procesos. Se realizó una tabla de síntesis con los datos recopilados teniendo en cuenta las gráficas y resultados, para analizar los estudios donde se extraen los datos para realizar experimentaciones.

INVESTIGACIÓN DE PROCESOS DE TEÑIDO CON TINTES NATURALES

Estudio de la cinética de tintura de fibras de algodón con colorantes naturales (curry).(Miralles, 2017).

 95°C
  1 hora
  1:40
  Mordentado Sulfato de sodio
  5%
  Solidez al lavado

Efecto de mordentado en el proceso de teñido en algodón con tinte de alcacia catechu.(Zerin, 2016)

 80°C
  30 Min
  1:40
  PRE-POST Mordentado alumbre y cobre
  3%
  Solidez al lavado

Colorante natural en fibra de algodón usando cúrcuma longa y acabado antimicrovial (Hasan, 2017).

 95°C
  90 Min
  1:40
  Mordentado Alumbre
 
 Solidez al lavado, luz y frote

Influencia de la radiaciones UV en la extracción y teñido sobre tela de algodón con cucurma longa. (Adeel, 2012).


 55 Min
  1:40
  PRE Mordentado alumbre, sulfato de sodio y potasio 6 g/l
  8%
  Solidez al lavado, luz y frote

Aplicación de tinte natural de cúrcuma purificado sobre fibras de algodón y poiester. (Hasan, 2014)

 70°C
  45 Min
  1:40
  PRE Mordentado alumbre, cobre, hierro.
  10%
  Solidez al lavado, luz y frote

Optimización en el tiempo de teñido en coloración de algodón ecofriendly usando banana (Musa Sapientum) floral de tallo de savia. (Repon, 2016).

 100°C
  60 Min
  1:20
 

 Solidez al lavado, luz y frote



Temperatura



Tiempo



Relación de baño



Mordentado



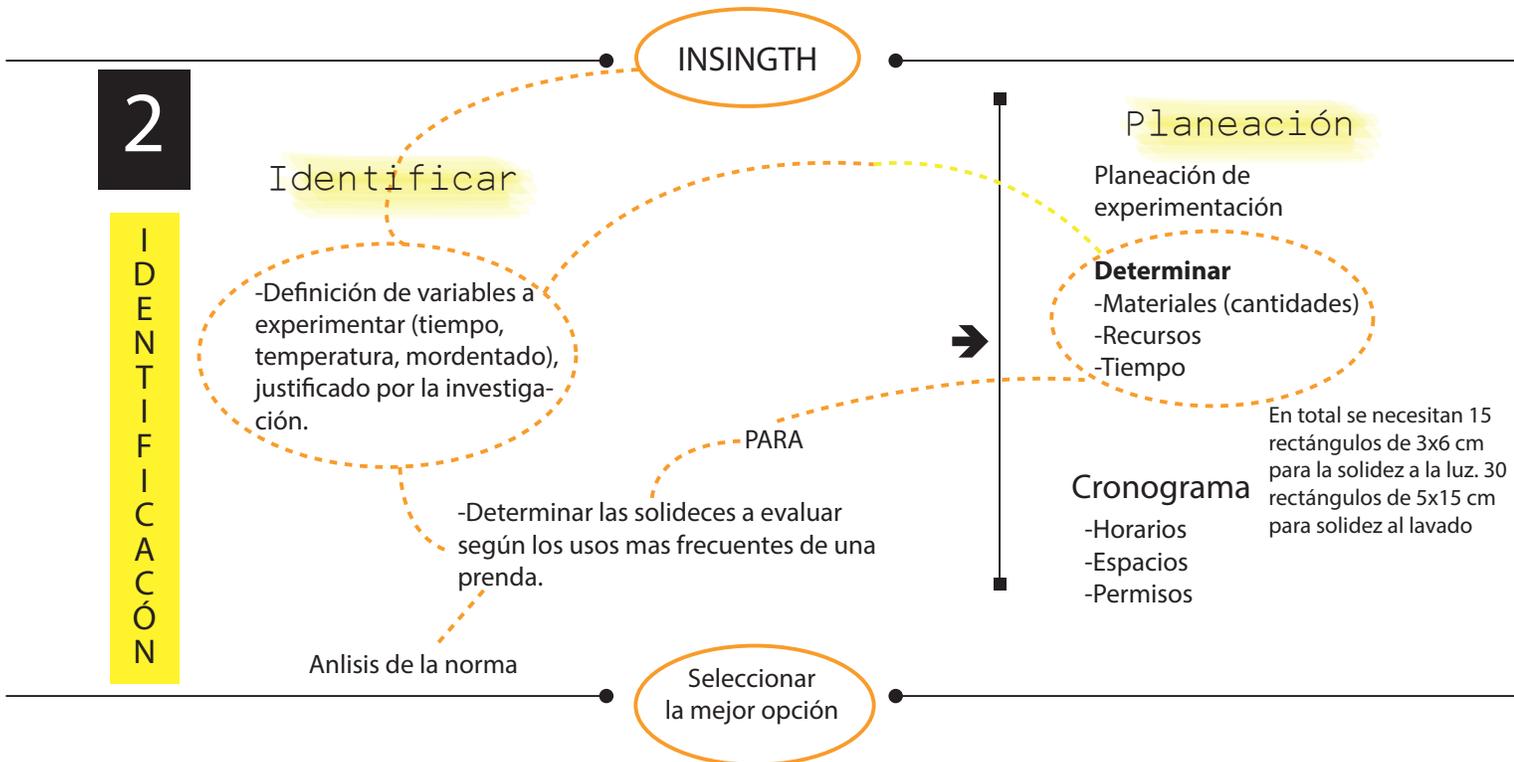
Concentración de colorante



Pruebas / normas

Gráfica 5. Cuadro de síntesis de recopilación de información sobre artículos científicos de experimentación de tintes naturales.

ETAPA DE IDENTIFICACIÓN



Gráfica 6. Segunda etapa de metodología. Imagen propia

En esta etapa se realiza un análisis de los hallazgos encontrados en los distintos artículos científicos sobre teñido con tintes naturales para determinar cuáles serían las variables para realizar el proceso de experimentación, cada estudio arroja unas variables, los resultados son claves para escoger los factores, en varias ocasiones los datos se repetían y eran estos los que tomaron relevancia. Se realizó una lista para justificar cada variable, tiempo, temperatura, mordentado y mordiente.

Justificación de las variables a experimentar

-Se selecciona solo un colorante para poder realizar las pruebas completas, también porque en la mayoría de artículos que se estudiaron hacían el análisis y experimentación de solo un colorante. Por tiempo y practicidad es mejor solo un colorante para rendir mejores resultados.

-Temperatura: En la mayoría de los estudios los mejores resultados se obtuvieron durante el teñido a temperaturas entre 75-100 grados, en adsorción de color como solidez. Porque las altas temperaturas permiten que el algodón en su estructura interna se expanda y el colorante penetre mejor y con mayor facilidad.

-Tiempo: En los estudios que se encontraron colorante cocuma el tiempo en promedio es de 55-60 min. Sin embargo, en algunos casos el tiempo es directamente proporcional con la temperatura a mayor temperatura menor tiempo, con un promedio 45-90 min.

-Pre mordentado es mejor porque prepara mejor la fibra para el teñido al estar en solución con mordiente y a 70-100 grados temperatura entre 10-20 min, ayuda a expandir el interior de la fibra para recibir mejor el colorante en el proceso de teñido.

-Mordentado, se realiza en todas las pruebas, durante el proceso de teñido debe tener un auxiliar químico, como una sal. 6 gr/1 dio mejor resultado.

-Solución con mayor frecuencia aparecieron fueron 1:40,1:50,1:60, sin embargo, en uno de los estudios la que mejor resultado arrojó fue 1:40.

-Mordiente: Muchos de los estudios utilizaban metales como cobre, hierro, cromo, que brinda buenas solidez pero que son altamente contaminantes y no aplican para el objetivo del proyecto. Por otro lado, mordientes naturales que presentan menor daño al ecosistema se resalta la piedra alumbre ($KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$), que es una Sal doble que provienen de rocas volcánicas, obtienen muy buenos resultados, Sal común (Sal NaCl), la utilizan en varios estudios dando buena solidez al color en los textiles. Compuestos naturales que no son contaminantes ni representan daños la salud, son solubles en agua adecuados para el tipo de teñido.

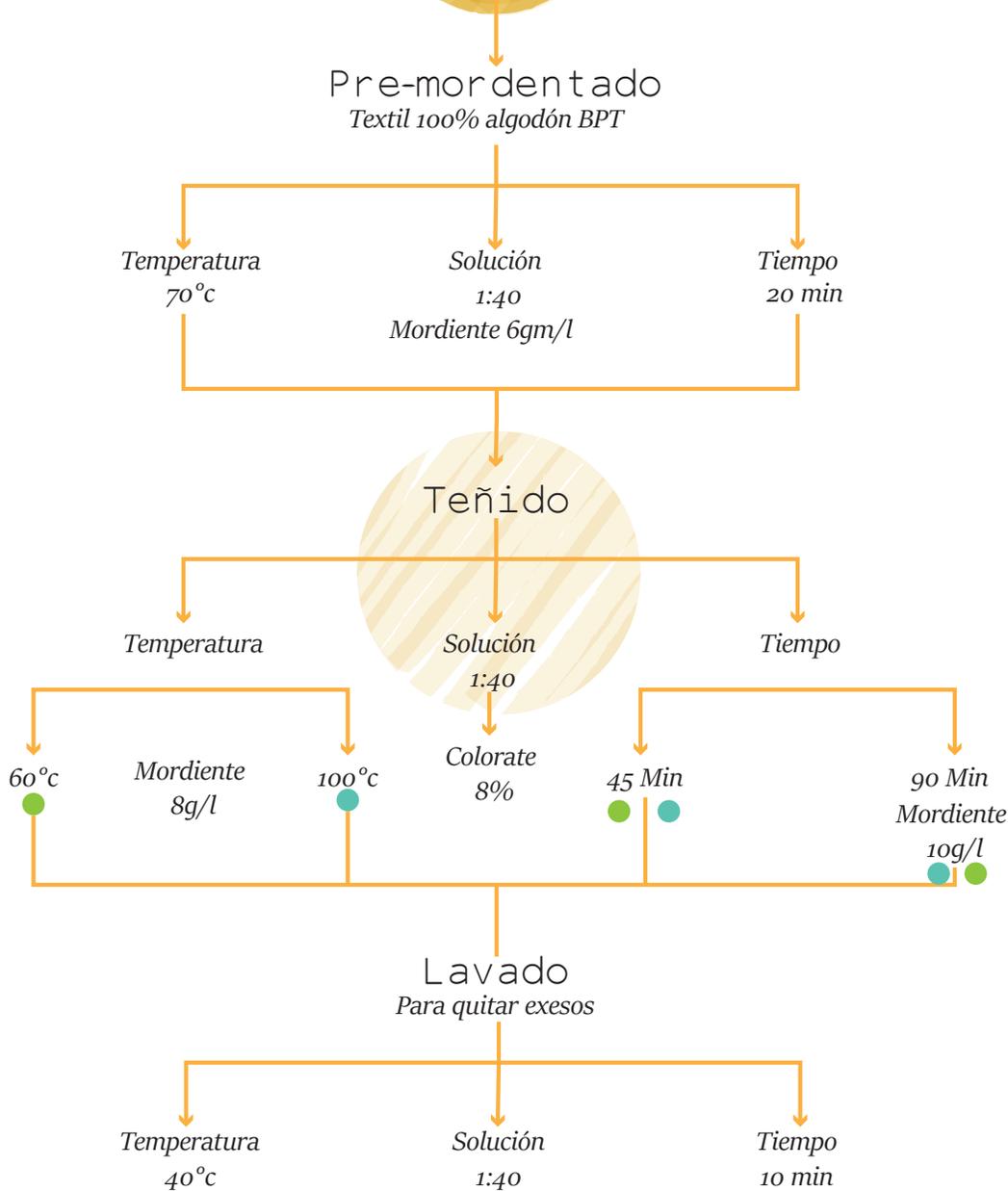
-Para el proceso de teñido el más adecuado para el tinte natural de cúrcuma y el textil de algodón teniendo en cuenta su composición y comportamiento es proceso por agotamiento abierto presenta mejores resultados porque permite que todo esté concentrado.

-Las solidez que son podría evaluar sobre el teñido de un textil son amplias, no obstante, se escogió solidez al lavado y a la luz. Primero porque en la mayoría de los estudios son más evaluadas, segundo una prenda de uso cotidiano está expuesta a estos dos factores.

Crterios para elección del colorante vegetal de cúrcuma

La *cúrcuma* es una planta herbácea perenne con raíces, con textura rugosa de color café en el exterior y su color característico naranja profundo en su interior que es de donde se extrae el tinte. Según la investigación de la primera fase se encontró que en los últimos se han venido desarrollando estrategias biotecnológicas para la extracción y producción de tintes naturales como alternativa a colorantes sintéticos que podrían generar ventajas ecológicas, económicas y sociales. En estos momentos la cúrcuma es una planta componentes tintóreos que está tomando fuerza, en su producción y cultivo, adicionalmente se encontró varios estudios para ser utilizado como tinte textil con buenos resultados.

PROCESO DE TEÑIDO CON COLORANTE DE CÚRCUMA



Gráfica 7. Esquema de experimentación. Imagen propia

La *cúrcuma* pertenece al grupo de colorantes de antocianina, carotide derivado de calcona, que se obtienen a partir de soluciones acuosas y la extracción es usada directamente para teñir tanto en frío como en caliente a veces con auxiliares. Se escoge la *cúrcuma* porque es un colorante directo compatible con el textil de algodón por sus características de absorción. (Cano,2007)

El colorante se extrae del rizoma de la planta, el proceso para convertirlo en tinte es dejar secar, picar, moler, pulverizar. Posteriormente pasa a solución con agua donde se pone temperatura de 80 °C durante 2 hs, en algunos casos se deja reposar de un día para otro. Se retira la fibra de la raíz, se deja solo el colorante.

Criterios de elección del material textil a teñir

Como se nombra en el marco teórico el algodón es el textil más utilizado alrededor de los años, es degradable, versátil, transpirable. para el proceso de teñido es una fibra que presenta muy buen comportamiento por sus características higroscopidades permite que el tinte penetre mejor en el interior. Desde el planteamiento del proyecto se seleccionó textiles 100% algodón por las características nombradas anteriormente, adicional porque se encuentra con facilidad en el mercado y en las experimentaciones previas se realizó con este material.

El material a teñir electo fue una base textil de algodón 100% PBT (base apta para teñir) sus características Hilos de urdimbre hilo hilado 100% algodón, Hilos de trama hilo hilado 100% algodón. Este tipo de bases cumplen con los aspectos técnicos para permitir el teñido, puesto

que no tienen engomados, la fibra pasó por proceso de blanqueamiento. El peso liviano con el fin de que se pueda manipular bien al ser teñida en el laboratorio y al momento de realizar las pruebas de solidez.

Después de conocer las solidez a evaluar (lavado y luz), se busca las normas en este caso las AATCC, para solidez al lavado se utiliza AATCC test method 61-2013 Colorfastness to Laundering: Accelerated y solidez a la luz AATCC test method 169-2009

AATCC test method 61-2013 Colorfastness to Laundering: Accelerated

Esta norma es muy similar a la NTC 1155-3 2014 solidez al color al lavado. Método acelerado.

Esta prueba busca evaluar la solidez al color en el lavado de los textiles que se lavaran con frecuencia. Este método equivale a cinco lavados caseros en lavadora, donde las telas pierden el color o cambian por la solución de detergente y la abrasión a la cual se enfrentan, el test dura alrededor de 45 min.

Los materiales necesarios para realizar el método son: máquina de lavado acelerado, bolas de acero inoxidable de 6mm de diámetro, escala de grises para evaluar la transferencia al color y detergente estándar AATCC sin blanqueo óptico y sin fosfato.

Las muestras de tejido teñido deben ser de 5x15cm, cortadas de manera escalonada no deben ser continuas unas a las otras la separación del orillo debe ser mínimo de 15 cm. También bandas multifibra contiene acetato, algodón, nylon, rayón, viscosa, lana, seda de 8x100mm cada fibra en total un rectángulo de 5x10cm.

En este caso se utilizará el test 2A que se les realiza a telas que serán lavadas a bajas temperaturas $27 \pm 3^\circ \text{C}$, se espera un cambio de color similar al que se presenta en cinco lavados en máquina lavadora casera. (Ver en la gráfica 8).

TEST	Temperatura	Licor vol MI	Detergente total vol	Detergente líquido total vol	Tiempo de prueba	No Rubber balls
2A	$49 \pm 3^\circ \text{C}$	150 ML	0.15	0.56	45 min	50

Gráfica 8. Opción 2A de norma AATCC para solidez al lavado. Imagen propia

AATCC test method 169-2009 Weather Resistance of Textiles: Xenon Lamp Exposure

Es una prueba donde los materiales textiles de todo tipo se exponen a lámparas de Xenon, en busca medir la resistencia del color a la luz y se evalúa la degradación del mismo. Seleccionar las condiciones a las cuales va a estar la tela expuesta humedad, luz y humectación.

El ciclo para realizar el test lo determina el uso final y las condiciones climáticas, se tienen en cuenta rayos UV, humedad y temperatura. La máquina está apta para opciones específicas, como la irradiación a $0,35 \pm 0,01 \text{ W/m}^2/\text{nm}$ paso de banda a 340 nm o $40 \pm 1,5 \text{ W/m}^2$ paso de banda a 300-400 nm. El ciclo elegido para realizar este test fue la opción cuatro de la norma que es para climas templados tiene una duración de 120 min, exposición a la luz de 102 min solamente, $50 \pm 5\%$ de humedad relativa, alternando con 18 minutos de luz y agua pulverizada, temperatura del panel negro $63 \pm 3^\circ \text{C}$.

Las muestras de tejido a probar deben ser de 3x6cm visible mínimo es de 3x3 cm, cortadas de manera escalonada no deben ser contiguas unas a las otras, la separación del orillo debe ser mínimo de 15 cm.

El siguiente paso fue establecer la planeación de las experimentaciones donde se determinan los recursos requeridos, con un cronograma para establecer tiempos.

Gráfica 9. Planeación de las experimentaciones. Imagen propia

Pruebas de teñido	Pre-mordentado	RB 1:40	TIEMPO		TEMPERATURA		LAVADO después de teñido	Solidez al lavado	solidez a la luz
			45min	90 min	60 ° C.	100° C.			
							5 ciclos		

ETAPA DE EXPERIMENTACIÓN

Experimentación de procesos de teñido.

Para comenzar el proceso de teñido se debe tener los elementos listos, lugar despejado para trabajar. Preferiblemente comenzar en horas de la mañana para tener el día completo para trabajar.

Proceso para pesar la base textil de 100% de algodón BPT.

1. Cortar una muestra de 10x10 cm
2. Pesar el beaker en la balanza. (figura 20)
3. Introducir la muestra. (figura 21)
4. Multiplicar el resultado por metros cuadrados equivale a 1m2.



Figura 20. Beaker en la balanza. Imagen propia



Figura 21. Muestra de 10x 10 en la balanza. Imagen propia

Proceso para identificar la concentración del colorante

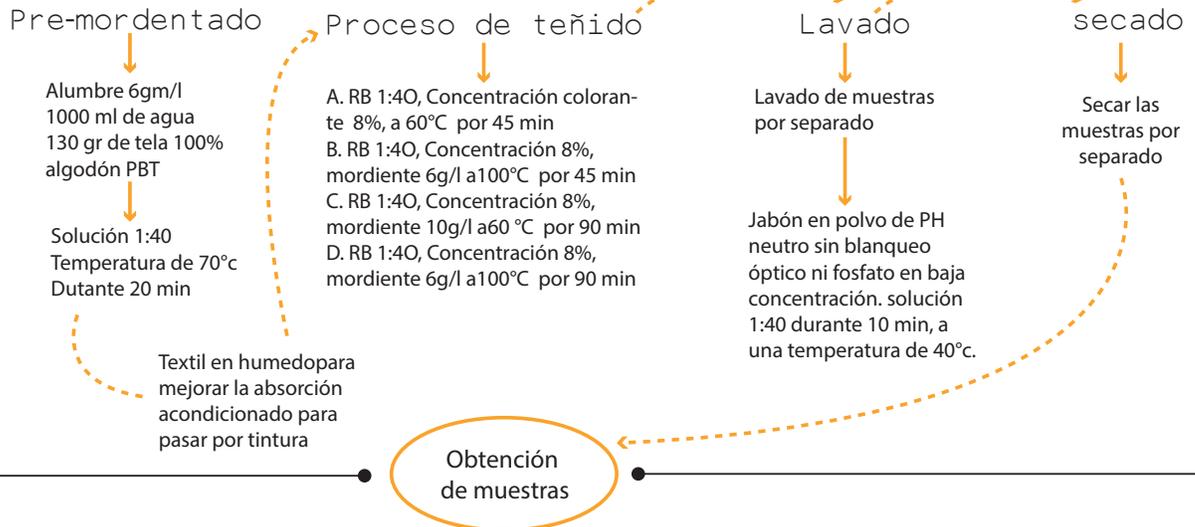
Este proceso se realiza para identificar cuánta agua tiene el colorante y realmente cual es la concentración. Este proceso se realiza en tres muestras para que el margen error sea menor.

1. Pesar el recipiente de vidrio redondo. (Figura 22)
2. Agregar el colorante que sean más de 300 mg (Figura 23)
3. La muestra de colorante es llevada al horno a 100°C durante 24 horas.
4. Retirar la muestra poner en frasco sellado para que se enfríe y no tome humedad.
5. Volver a pesar para obtener la concentración.

3

Sesiones de teñido

EXPERIMENTACIÓN



Grafica 10. Tercera etapa de la metodología. Imagen propia



Figura 22. Peso del recipiente. Imagen propia



Figura 23. Colorante. Imagen propia



Figura 24. Peso del colorante. Imagen propia



Figura 25. Colorante recuperando temperatura ambiente en frasco sellado. Imagen propia.

Proceso de mordentado Proceso de Pre-mordentado

Materiales

Piedra Alumbre
Agua
Tela 100% algodón PBT
Beaker
Plancha para calentar agua

Procedimiento

1. Pesar la base textil.
2. Medir el agua en el beaker de 1500 ml hasta completar los 6000 ml necesarios en total 4, verter el agua en el recipiente con capacidad para los 6000 ml.
3. Acondicionar la plancha donde se va a calentar la solución, con el respectivo medidor de temperatura. Se prende la plancha, se configura con la temperatura requerida de 70°C, pone el beaker en la plancha y esperar hasta que se caliente, aproximadamente 30 min. (figura 27).
4. Mientras se calienta el agua, pesar la piedra lumbre. (figura 28)
5. Cuando el agua este a los 70°C agregar el mordiente, esperar a que se disuelva con ayuda de un agitador y subir a 200 las revoluciones de la plancha.
6. Cuando esté disuelto el mordiente y la temperatura a 70°C se introduce la base textil de 150g, sumergirla muy bien mezclar para verificar que toda la tela queda en s totalidad impregnar de la solución.
7. Esperar a que la 20min y con 200 revoluciones.
8. Terminados los 20min bajar espera a que se enfríe un poco para evitar lesiones por el vapor, retirar el textil de la solución.
9. Enjuagar do veces con agua para retirar residuos.



Figura 26. Preparación de base textil. Imagen propia



Figura 27. Acondicionar la plancha. Imagen propia

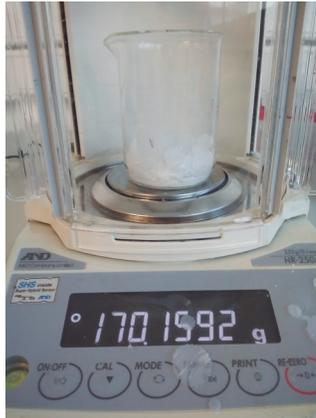


Figura 28. Peso de mordiente. Imagen propia

7. Cuando la solución se encuentra a X°C introducir el textil de 37.5g húmedo.
8. Esperar durante 45 min, mezclar durante el proceso.
9. Sacar la muestra de la solución, retirar el agua y dejar en reposo mientras se acondiciona el lavado.
10. En el beaker de 2000 ml verter 1500 ml de agua, acondicionar la plancha donde se va a calentar la solución, con el respectivo medidor de temperatura. Se prende la plancha, se configura con la temperatura requerida de 40°C, pone el beaker en la plancha y esperar hasta que se caliente.
11. Pesar el detergente líquido.
12. Cuando la solución se encuentra a 40° agregar el detergente mezclar y esperar unos minutos para que se disuelva.
13. Introducir la tela húmeda.
14. Esperar durante 10 min.
15. Secar a la sombra.



Figura 29. Agua expuesta a temperatura. Imagen propia

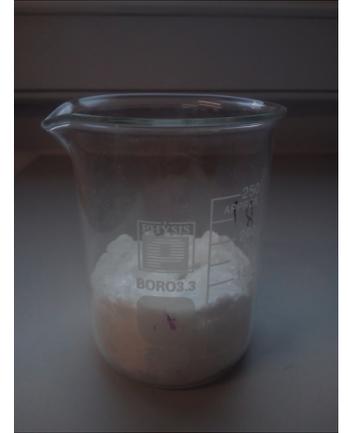


Figura 30. Preparación de mordiente. Imagen propia.

Proceso de teñido

En el Proceso de teñido es importante que la fibra esté mojada para mejorar la absorción el textil ya está acondicionado para pasar por tintura. Se realizarán cuatro sesiones de teñido con diferentes variables, el proceso es por agotamiento abierto.

A. Ciclo de teñido de 45 min a una temperatura de 60° C, con una relación de baño de 1:40, concentración de colorante 8% y mordiente 6g/l.

B. Ciclo de teñido de 45 min a una temperatura de 100° C, con una relación de baño de 1:40, concentración de colorante 8% y mordiente 6g/l.

C. Ciclo de teñido de 90 min a una temperatura de 60° C, con una relación de baño de 1:40, concentración de colorante 8% y mordiente 10g/l.

D. Ciclo de teñido de 90 min a una temperatura de 100° C, con una relación de baño de 1:40, concentración de colorante 8% y mordiente 10g/l.

Procedimiento

1. En un beaker de 2000 ml agregar agua hasta 1500 ml.
2. Acondicionar la plancha donde se va a calentar la solución, con el respectivo medidor de temperatura. Se prende la plancha, se configura con la temperatura requerida, pone el beaker en la plancha y esperar hasta que se caliente, aproximadamente 1 hora. (Figura 29)
3. Pesar el mordiente piedra alumbre. (Figura 30)
4. Cuando el agua esté a X°C agregar la piedra alumbre, espera a que se disuelva. (Figura 31)
5. Pesar el colorante.
6. Cuando el mordiente esté totalmente disuelto y la temperatura adecuada X°C. Agregar el colorante a la solución y mezclar muy bien.



Figura 31. Mordiente disuelto en la solución. Imagen propia.

ETAPA DE EVALUACIÓN

Ver grafica 10.

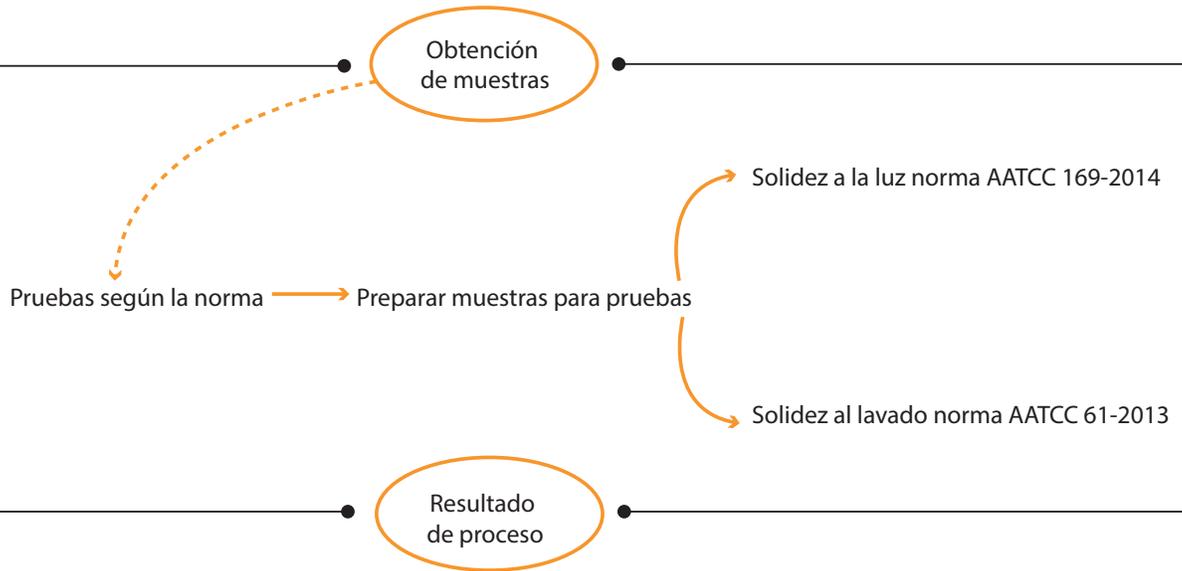
A las muestras teñidas con *cúrcuma* se le realizarán pruebas de solidez del color a la luz y lavados. Cada método tiene 6 muestras de las cuales 2 se quedan como testigo para comparación.

Solidez al color en lavado

Para el test de lavado acelerado que equivale a cinco lavados caseros, cada grupo de variables son 2 muestras deberá tener su respectiva multifaria cocida a mano. El detergente de PH neutro es pesado y se mezcla con agua, la máquina tiene cilindros metálicos donde se introduce la muestra con la solución y las esferas. El proceso dura 45 min donde los cilindros están girando generando fricción entre las muestras y esferas.

4

EVALUACIÓN



Gráfica 11. Cuarta etapa de la metodológico. Imagen propia.



Figura 32. Interior de máquina de lavado. Tomada de: sdlatlas.com/products/launder-ometer#product-details

Las muestras después de cada lavado se deben dejar secar y posteriormente pasan, al cuarto negro donde son evaluadas con la escala de grises bajo la luz que simula luz UV. Se toma la muestra original sin lavado y las muestras lavada una a la lado de otra en paralelo, para verificar el cambio de color de cada una de ellas y realizar el respectivo análisis.

Protocolo para el lavado acelerado

1. Las muestras de 5x15cm se une a una multifibra de manera manual con hilo y aguja. (en figura 33)
2. El agua en la máquina se pone a precalentar a 49°C.
3. El detergente se disuelve en los 150ml de agua, agitar muy bien que no queden partículas sólidas.
4. La máquina de lavado tiene cuatro cilindros en cada uno debe ir una muestra.
5. En cada cilindro introducir 50 esferas metálicas y agregar 37.5 ml de solución. (figura 34)
6. Tapar y sellar calentar en la máquina por dos minutos.
7. Retirar abrir e introducir las muestras, tapar y sella.
8. Asegurar los cilindros en la máquina y cerrar.
9. Esperar 45 min que es lo que dura el ciclo de lavado.
10. Aparte tener listos 1500 ml de agua destilada caliente a 60°C. (figura 35)
11. Retirar los cilindros abrir.
12. En cuatro baikers poner 150 ml de agua introducir las muestras y dejar durante 1 min, este proceso se realiza tres veces.

Figura 33. Unión de multifibra a la muestra. Imagen propia



Figura 34. Equipo para hacer lavado acelerado. Tomada de: sdlatlas.com/products/launder-ometer#product-details



Figura 35. Agua destilada en la plancha. Imagen propia.

Figura 36. Escala de grises cambio de color. Imagen propia.



El test de solidez a la luz se realiza con luz de xenon, El ciclo elegido para realizar este test fue la opción cuatro de la norma que es para climas templados tiene una duración de 120 min, exposición a la luz de 102 min solamente, $50 \pm 5\%$ de humedad relativa, alternando con 18 minutos de luz y agua pulverizada, temperatura del panel negro $63 \pm 3^\circ \text{C}$.

Se evalúan dos muestras por método dejando una muestra de testigo, cada muestra está cortada a la medida de 3x6 cm para ser ubicada en zona exposición, se aseguran. Después se ajusta la máquina de luz de xenon con los requerimientos anteriores, las paletas son colocadas en la máquina.

Protocolo para prueba de solidez a la luz

1. Poner cinta en el revés en ambos extremos porque durante la prueba la muestra estará enfrentada a aire a presión y se moverán. (figura 37)
2. Ubicar al interior de la máquina una muestra al lado de la otra.
3. Tapar la mitad de las muestras dejando visible 3x3cm. (Figura 38)
4. Las condiciones son 67°C durante 120 min.
5. Cerrar la máquina.
6. Esperar 120min.

Por último, las muestras son llevadas al cuarto negro donde son evaluadas con la escala de grises bajo la luz. Se toma la muestra original que no fue expuesta y 2 las muestras expuestas a luz de xenon una al lado de otra en paralelo, para verificar el cambio de color de cada una de ellas y realizar el respectivo análisis. (figura 39)



Figura 37. Preparación de muestras. Imagen propia

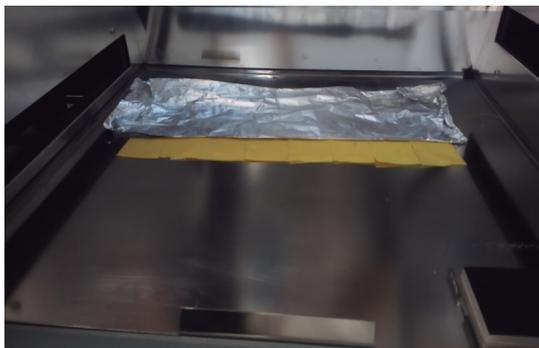


Figura 38. Ubicación de muestras en la máquina. Imagen propia



Figura 39. Muestras listas para evaluar en el cuarto negro. Imagen propia

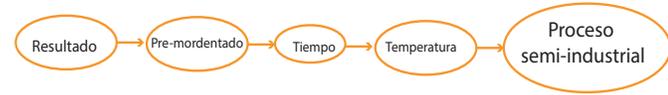
5

RESULTADOS

Resultado de proceso

Analizar el mejor proceso de teñido de acuerdo a los resultados

Definir un proceso que se ajuste a los requerimientos del objetivo general.



Grafica 12. Quinta etapa de la metodológico.

Esta última etapa depende directamente de los resultados obtenidos en las pruebas de solidez. Al identificar cual o cuales son las variables que mejor fijación presentaron se procederá a estandarizar el proceso y escalar a un procedimiento semi-industrial.

8. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

En este capítulo, se evidencia el producto de las etapas de la investigación, en primer lugar, la fase de investigación de conceptos, siguiendo con la identificación de variables a experimentar, luego el proceso de pre-mordentado con piedra alumbre y teñido con colorante de cúrcuma en bases textiles de algodón en la etapa de experimentación y por último se informa de los resultados de las pruebas de solidez al lavado y luz.

Resultado de la fase de investigación

El primer paso del proyecto fue la recopilación de información, en busca de los conceptos que ayudaran a sustentar y responder la pregunta de investigación, este paso fue relevante porque se definieron los conceptos, fortaleciendo el conocimiento sobre el tema, aclarando dudas, encaminando y delimitando el proyecto. También se aprendió el lenguaje técnico, que fue útil tanto para entender el estado del arte, los artículos de experimentación y la construcción del documento con el léxico adecuado. Este paso es determinante, porque con él se encamina la investigación, determina el rumbo a seguir y amplía el conocimiento del tema.

En la búsqueda de artículos sobre experimentaciones con tintes naturales, se realizó con el fin de conocer que ya se había realizado, los procesos que se utilizan y cuales eran los resultados obtenidos. Esta indagación fue muy importante para comprender como se realizan estos procesos, que elementos se utilizan, cuales son los resultados y qué errores se comenten para no repetirlo. Además, ayudó a fortalecer el conocimiento técnico, y a comprender las variables para realizar procesos de teñido. Sin embargo, algunos conceptos como: tintes, colorantes naturales y teñido, están muy establecidos y diferentes autores los definen de la misma forma, entonces la búsqueda se hacía larga.

Resultado de la fase definición

En este punto se determinó cual sería el rumbo del proyecto, se comenzó con el análisis de los artículos de experimentación con tintes naturales, a partir de ello se determinó las variables a experimentar, esto es un soporte para justificar el porqué de cada variable. Asimismo, se determinó cual sería el colorante, la base textil, las pruebas a realizar, elaborando un cronograma para determinar tiempos y los recursos que se emplearían.

Esta fase fue importante y determinante, porque ayuda aclarar dudas del proceso, la experimentación se aterriza al identificar cuanto tiempo necesita y que recursos. Al decidir las variables para el teñido se delimitar y enfocar el proyecto, también la planeación ahorra tiempo y recursos, porque se tiene claridad con lo que se va hacer, es un paso útil porque se estableció una ruta de trabajo con buena planeación.

Resultado de la fase de experimentación

Para la experimentación del proceso de teñido, se tiene en cuenta la investigación realizada durante la primera fase y la identificación de las variables. Se realizaron cuatro métodos de teñido, con variaciones en temperatura, tiempo y mordiente conservando la concentración de colorante.

Antes de iniciar el proceso se debe tener claro la cantidad de agua, colorante, mordiente, como también se debe rectificar pesos y concentraciones respectivamente.

Proceso para pesar la base textil de 100% de algodón BPT.

El resultado del peso de la base textil es de 134,64 g/m². Este dato es muy útil, porque con él, se podrá tener la receta de teñido clara y exactamente. Vale la pena recordar que, con el peso, se determina la cantidad de agua, mordiente y colorante que se necesitan para cada método.

Proceso para identificar la concentración del colorante

Este proceso se realiza para identificar cuánta agua tiene el colorante y realmente cual es la concentración neta del mismo. Este proceso se realizó en tres muestras para que el margen de error sea menor. El producto fue 21.768% de colorante total líquido, lo que indica este porcentaje es que solo el 21% es colorante neto, el resto es agua. Esta cantidad es importante, porque con ella se determina cuánto colorante se necesita en el baño.



Figura 40. Peso de muestra de 10x 10. Imagen propia



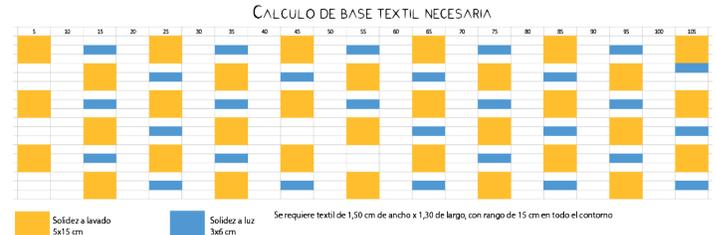
Figura 41. Peso de colorante. Imagen propia

Proceso para determinar la cantidad de base textil a utilizar

La cantidad de tela está ligada directamente al número de pruebas de solidez (lavado y luz), que se van a realizar. Es decir, son cuatro métodos de teñido, que se requieren: para solidez al lavado acelerado 30 rectángulos de 5x15cm y para la solidez a la luz se necesitan 15 rectángulos de 3x6 cm.

Pruebas de teñido	Pre-mordentado	RB 1:40	TIEMPO		TEMPERATURA		LAVADO después de teñido	Solidez al lavado 5 ciclos	solidez a al luz
			45min	90 min	60 ° C.	100° C.			
1	X	X	X		X		X	3	3
2	X	X		X		X	X	3	3
3	X	X	X		X		X	3	3
4	X	X		X		X	X	3	3
BLANCOS								3	3

Grafía 13. Tabla de muestras necesarias para cada prueba. Imagen propia



Grafía 14. Tabla para cálculo de tela. Imagen propia

Después de que se determina la cantidad de muestras que se necesitan, se realiza un esquema donde se determina cuantos centímetros de tela se requieren (Grafica 10). El resultado fue 1m² para realizar el teñido. Sin embargo, según la norma no se debe utilizar los orillos de la tela, se indica que debe ser mínimo 20 cm después del orillo.

Por consiguiente, teniendo el peso de la tela y la cantidad requerida, se necesitan 134 g/m² pero con este dato las cantidades serían complejas de medir, con el fin de hacer más eficiente y rápido el proceso. Se decide redondear la cifra a 150 g/m², el textil se corta de 70cm de ancho x 150cm de largo. El material es dividido en cuatro partes iguales un para cada método.

Los procesos que se realizaron para determinar las cantidades exactas para la experimentación fueron convenientes, porque todo el proceso se estaba haciendo con exactitud, es útil porque todas las variables están conectadas y dependen una de la otra.

Pre-Mordentado

Es un proceso que se debe realizar a las fibras textiles que van a ser teñidas con tintes naturales, porque este tipo de colorantes requieren auxiliares para su adherencia a la superficie. En este caso se escogió el pre-mordentado porque según las fuentes y estudios investigados descritos en el marco teórico, este método genera mejores resultados en el proceso de teñido.

El pre-mordentado consiste, en impregnar la base textil en un baño con un mordiente, en este caso la piedra lumbre, antes del teñido. Con el fin de acondicionar el sustrato a teñir, el mordiente queda impregnado en la fibra, adicionalmente la parte interna de la fibra al ser expuesta a calor y humedad se expande, lo que permite mejor absorción y penetración del colorante posteriormente.

Materiales

- 150g de tela PBT
- 6000 ml Agua
- 360g Piedra Alumbre
- Agitador
- Beaker para medir el mordiente.

Condiciones:

Temperatura 70°C

Tiempo 20 min

Resultados y conclusiones del proceso de pre-mordentado

Durante el proceso de pre-mordentado se evidenciaron algunas variables que se deben tener presentes; Primero, la piedra alumbre habitualmente está de diferentes tamaños, este compuesto es soluble en agua, sin embargo, como el proceso se realizó en una solución que le toma tiempo en calentarse y recuperar la temperatura, no se disuelve fácilmente (figura 42). Lo anterior tomó más tiempo del que estaba estimado. Por esta razón, es recomendable que la piedra alumbre esté en polvo o las partículas sean muy pequeñas, el material se puede macerar con facilidad. No obstante, el material se disuelve en su totalidad sin generar residuos.

Al introducir el material al líquido, esta transferencia baja la temperatura, es necesario que la solución recupere los grados requeridos para continuar con el proceso. La base textil no presentó ningún cambio, el color permaneció igual y no evidencia cambios visibles que puedan afectar el teñido. Es importante después de enjuagar el sustrato, dejar en húmedo la tela, para el proceso de teñido. No se debe secar porque la fibra absorbe mejor el colorante en húmedo.

Por último, desde que se introduce el mordiente a la solución, encender las revoluciones de la plancha para agilizar la disolución. También, durante el pre-mordentado con la tela, se debe implementar para que ayude agitar la solución. Por otro lado, la relación de baño es alta se podría disminuir los mililitros de agua con el fin de optimizar el recurso y hacer el proceso sostenible, ya que la solución solo está expuesta a altas temperaturas durante 20min y no se evapora de forma significativa. (figura 43)

Este proceso se realizó con el fin de generar mejores resultados en el teñido, es útil para acondicionar el textil para el proceso, porque las fibras están expandidas para recibir el colorante, sin embargo, para probar la efectividad del pre mordentado se deberían hacer experimentaciones sin este proceso y realizar la comparación. También al realizar la prueba sin este proceso se puede verificar si es pertinente porque el consumo de agua es significativo, en el caso que no representa cambios se podría omitir el proceso



Figura 42. Solución expuesta a alta temperatura. Imagen propia



Figura 43. Proceso de pre-mordentado. Imagen propia.

Experimentación de teñido

Los métodos de teñido se realizaron con colorante natural de cúrcuma en líquido de COLORQUIMICA referencia Cúrcuma Nova color 5WS, el colorante es espeso, tiene el olor característico de la cúrcuma. El proceso fue de agotamiento abierto, que consiste en una solución expuesta a altas temperaturas sin ser sellado, en este proceso la solución se evapora



Figura 44. Colorante. Imagen propia

Experimentación del método de teñido # 1

Materiales

37.5g de tela PBT
3000 ml de agua
120g piedra Alumbre
15 g de colorante de cúrcuma
1 g Detergente líquido PH neutro
Beaker de 2000 ml
Agitador
Recipientes para medir el colorante.
Recipientes para medir el mordiente.

Condiciones

Temperatura 60°C

Tiempo 45min

RESULTADOS DEL MÉTODO DE TEÑIDO #1

El agua en la plancha se demora en subir la temperatura, el tiempo de espera fue alrededor de una hora, y al momento de introducir la piedra alumbre la temperatura disminuye y toma aproximadamente 20 min en recuperar los grados iniciales (figura 45). En esta ocasión para el proceso de teñido el mordiente se agregó en polvo y efectivamente se disolvió en menor tiempo, de esta manera disminuye el tiempo de teñido haciendo más eficaz el proceso.

Por otra parte, al introducir el colorante a 60°C, este se disuelve rápido con ayuda del agitador, se recomienda mezclar a 200 revoluciones. En pocos minutos la solución es homogénea, el colorante se diluye por completo y la solución toma un color naranja rojizo. Desde el momento que se introduce la tela a los pocos minutos se torna de color amarillo oscuro y se intensifica con el tiempo (figura 46). Durante el proceso de agotamiento abierto, los colores en la solución se mantienen durante todo el proceso, no presenta cambios evidentes, es constante y homogéneo. La solución se reduce aproximadamente 150 ml durante los 45 min que dura el ensayo.

La base textil durante el proceso intensifica su color con el paso de los minutos, al estar en la solución el sustrato no presenta manchas y la intensidad del color es uniforme. Luego de sacar el material de la solución el color es homogéneo, no presenta manchas o parches notorios, el color es un amarillo quemado (figura 47). Cuando se hace el proceso de lavado para quitar excesos, que son los residuos del colorante que no se adhieren a la fibra, se evidencia un pequeño cambio de color, el tono se torna más brillante. Se enjuaga con agua y se escurre, pero no se exprime. Se debe secar a la sombra para que no cambie el color al exponerse a otra luz.

Después de que la muestra esta seca, el color en que realmente quedó

tenida la tela es amarillo brillante, el teñido es uniforme. No presentó manchas en toda la superficie, este es un muy buen resultado para ser un colorante natural, generalmente tienden a quedar con manchas. Hasta el momento se puede decir que el teñido es óptimo, el color es brillante y la apariencia sin manchas. (Figura 48)



Figura 45. Agua llegando a 60°C. Imagen propia.



Figura 46. Proceso de teñido. Imagen propia.



Figura 47. Textil después del teñido. Imagen propia.

Experimentación del método de teñido # 2

Materiales

37.5g de tela PBT
3000 ml de agua
120g piedra Alumbre
15 g de colorante de cúrcuma
1 g Detergente
Biker de 2000 ml
Mezclador
Recipientes para medir el colorante.
Recipientes para medir el mordiente.

Condiciones

Temperatura 100°C
Tiempo 45min

Resultados del método de teñido # 2

Como en los dos procesos anteriores, el agua estaba tomando tiempo para calentarse a la temperatura indicada, se tomó una hervidora para calentar el 50% del agua con el fin de acelerar el hervor. El mordiente estaba en polvo, se disuelve con mayor velocidad cuando la temperatura es más alta. La temperatura baja al agregar el mordiente y se debe esperar a que se recupere.

En el paso 7 cuando se agrega el colorante, este no se disuelve bien, quedan partículas como aceitosas, similar a cuando se introduce aceite en agua, la temperatura baja un poco y se debe esperar a que se recupere a 100°C, por esta razón el color en el baño se ve menos intensa en comparación con el método #1. Al momento de introducir la tela ella va tomando un color naranja, aunque el colorante no se disuelve por completo se mantienen las gotas “aceitosas” durante todo el proceso. (figura 49).

Con el paso de los minutos, el baño se torna más claro, la solución pierde concentración de color y el tono baja. No se refleja la misma intensidad que en el primer método. Adicionalmente al estar a mayor temperatura, el agotamiento de la solución es mayor, aproximadamente de 250-300 ml.

Una vez que se retira el sustrato del baño, se evidencia manchas de colorante sobre la tela, las partículas de colorantes que no se disolvieron están adheridas. En ese momento el teñido no se ve uniforme, el color es amarillo quemado. Tan pronto se introduce en el lavado las manchas comienza a caer, efectivamente eran residuos de colorante que no se añadieron.

Después de salir del lavado, el color de la base textil es uniforme, ya sean desprendido las partículas. El teñido es homogéneo y no presenta manchas en húmedo. Se evidencia un pequeño cambio de color y el tono se torna más brillante. Se enjuaga con agua y se escurre, pero no se exprime. Se debe secar a la sombra para que no cambie el color al exponerse a otra luz.

Cuando ya está seca la muestra, el color es amarillo brillante, el teñido es uniforme. No presentó manchas en toda la superficie, el tono es homogéneo por ambas caras del tejido. Este resultado es muy bueno para ser colorante natural. Al comparar los dos tonos de los teñidos se ven iguales, porque las concentraciones de colorante son las mismas.

Figura 48. Resultado final del teñido. Imagen propia.



Figura 49. Teñido colorante sin disolver. Imagen propia



Figura 50. Solución se evapora. Imagen propia



Figura 51. Resultado final de Teñido. Imagen propia.

Experimentación del método de teñido # 3

Materiales

37.5g de tela PBT
 3000 ml de agua
 150g piedra Alumbre
 15 g de colorante de cúrcuma
 1 g Detergente
 Beaker de 2000 ml
 Agitador
 Recipientes para medir el colorante.
 Recipientes para medir el mordiente.

Condiciones

Temperatura 60°C
 Tiempo 90min

Resultados del método de teñido # 3

Para estas experimentaciones a pequeña escala se requiere ayuda de un hervidor, para que el agua caliente y así se pueda disminuir el tiempo de espera. En el hervidor se calienta la mitad de la solución 750 ml, es importante aclarar que solo se debe introducir agua sin mordiente. El mordiente se disuelve con mayor facilidad al estar en polvo, con ayuda del agitador y 200 revoluciones en la plancha agilizan el proceso.

Al introducir el colorante en la solución a 60°C se diluye rápidamente, la mezcla es homogénea y no quedan partículas suspendidas (figura 52). El tono durante el proceso es igual, se mantienen. Este método es de 90 min, él se evapora aproximadamente 250 ml a comparación de primer método que tiene la misma temperatura.

Durante el proceso la base textil se tiñe de manera uniforme, el color se intensifica con el paso de los minutos. Al ser retirada del baño, el tono es parejo y no presentan parches ni manchas visibles, es un amarillo quemado (figura 54). Apenas se lava el tejido el tono es más claro evidenciado un cambio de color, porque se quita el colorante que no se adhiere. Finalmente se realiza un enjuague, no se exprime. Por último, es secado a la sombra para no generar cambios en el color antes de las pruebas.

Cuando la muestra ya está seca el tono que presenta es amarillo brillante, igual al de las muestras anteriores. El teñido quedó uniforme, sin manchas ni parches. El color en toda la superficie es igual, este resultado inicialmente es muy bueno, porque según la bibliografía consultada los teñidos con fibras naturales presentan manchas o quedan parches blancos. Con este método el color es homogéneo en todo el tejido.



Figura 52. Colorante diluyendo. Imagen propia.



Figura 53. Proceso de teñido. Imagen propia.

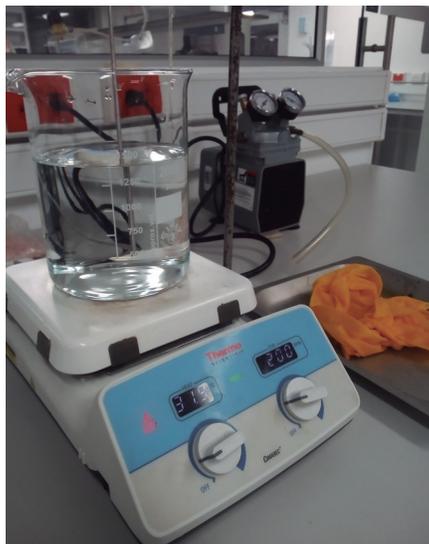


Figura 54. Preparación del lavado de la muestra. Imagen propia.

Experimentación del método de teñido # 4

Materiales

37.5g de tela PBT
 3000 ml de agua
 150g piedra Alumbre
 15 g de colorante de cúrcuma
 1 g Detergente
 Beaker de 2000 ml
 Mezclador
 Recipientes para medir el colorante.
 Recipientes para medir el mordiente.

Condiciones

Temperatura 100°C
 Tiempo 90 min

Resultados del método de teñido # 4

El agua está a 100°C el mordiente se disuelve con mayor velocidad, la temperatura baja pocos grados al introducir la piedra alumbre. Siempre con ayuda del agitador y 200 revoluciones.

Cuando el mordiente está diluido, se vierte 15 g de colorante que no se disuelve bien, se ven que quedan partículas aceitosas en todo el baño (figura 55). Por consiguiente, el color de la solución es más claro a comparación de los métodos 1 y 3. Este fenómeno indica que el colorante no se disuelve por completo en temperaturas altas, a pesar de que el tiempo es el doble que el método 2, el colorante no se diluyó, las partículas se mantienen (figura 56).

El proceso de teñido es por agotamiento abierto, por esta razón se evapora aproximadamente 400 ml porque el baño está a 100°C durante 90 min (figura 57). Para evitar que se evapore la solución se podría realizar el proceso de agotamiento cerrado que consiste en tener una solución expuesta altas temperaturas sellada para evitar que se evapore y esté en contacto con agentes externos

Al terminar los 90 min se debe esperar unos 10 min aproximadamente, para poder manipular la solución, retirar la tela para evitar quemaduras con el vapor de la solución. Al extraer la muestra del baño, se presentan parches del colorante que no se disolvió, estos están pegados en la tela, en ese momento la muestra presenta manchas y el color no es uniforme. El color de la muestra es amarillo quemado y los parches son más oscuros. Después del lavado el tejido presenta un color homogéneo, el teñido es parejo. No presenta manchas visibles, el exceso de colorante ya fue retirado.

El tejido se seca a la sombra, para evitar cambios al ser expuesta a la luz. Cuando la muestra ya está seca el color final es de un amarillo brillante. El teñido no presenta manchas, es parejo en toda la superficie.



Figura 55. Resultado de teñido. Imagen propia.



Figura 56. Colorante no se diluye por completo. Imagen propia.



Figura 57. Proceso de teñido. Imagen propia

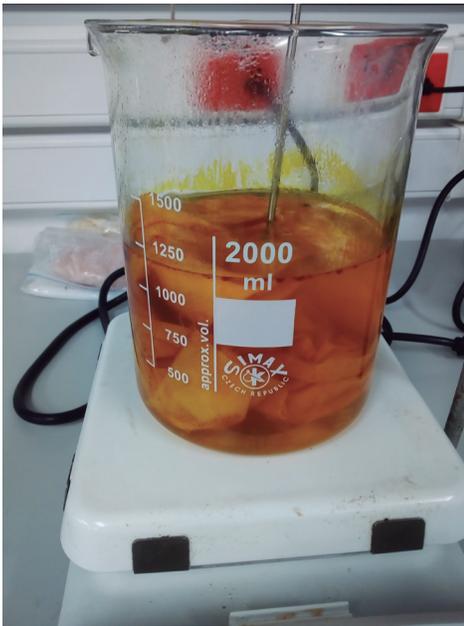


Figura 58. Solución se evapora. Imagen propia.

Resultados de la fase de evaluación.

Las solideces a evaluar fueron solidez al lavado y solidez a la luz. Como se enunció en la metodología, para solidez al lavado se realizará lavado acelerado equivalente a 5 sesiones de lavado casero según la norma AATCC test method 61-2013 Colorfastness to Laundering: Accelerated, AATCC test method 169-2009 Weather Resistance of Textiles: Xenon Lamp Exposure.

Preparación de muestras para las solideces

1. Tomar la muestra de 35x75cm.
2. Marcar los rectángulos de 5x15 para pruebas de lavado en total se necesitan 6 y 3 para solidez a la luz se necesitan 3. (figura 60).
3. Enumerar cada muestra en grupos de 3 de manera escalonada.
4. Cortar las muestras.
5. Con hilo hacer una marca en cada grupo de tres. Eje: tres muestras de 5x15 con hilo azul, tres muestras de 5x15 con hilo verde, tres muestras de 3x6 con hilo morado. (figura 59).
6. Tener separada cada método identificarlo para no tener confusiones porque el color es similar no se diferencia ya que la concentración de color fue la misma en todos los casos.



Figura 59. Resultado de teñido. Imagen propia.



Figura 60. Marcar rectángulos para pruebas. Imagen propia.



Figura 61. Identificar las muestras. Imagen propia.



Figura 62. Preparación de lavado. Imagen propia

Materiales

- 2 multifibra
- 0,9 g detergente en polvo AATCC sin blanqueo óptico ni fosfato
- 2 Muestras de teñido 5X15CM
- 150 ml agua destilada
- 100 esferas de metal

Transferencia de color en la multifibra

En los cuatro métodos, el nylon fue el que mayor transferencia de calor presentó, este es un dato relevante (Figura 61). Porque los colorantes naturales generalmente no tiñen en fibras sintéticas, con este resultado se podrían realizar experimentaciones con nylon. El algodón también presentó transferencia significativa, se confirma que la cúrcuma al ser colorante directo tiene afinidad con la fibra de algodón. Del mismo modo el acetato que es una fibra artificial con componentes de celulosa como el algodón, también presentó transferencia de color.



Figura 63. Multifibra preparada para evaluar. Imagen propia

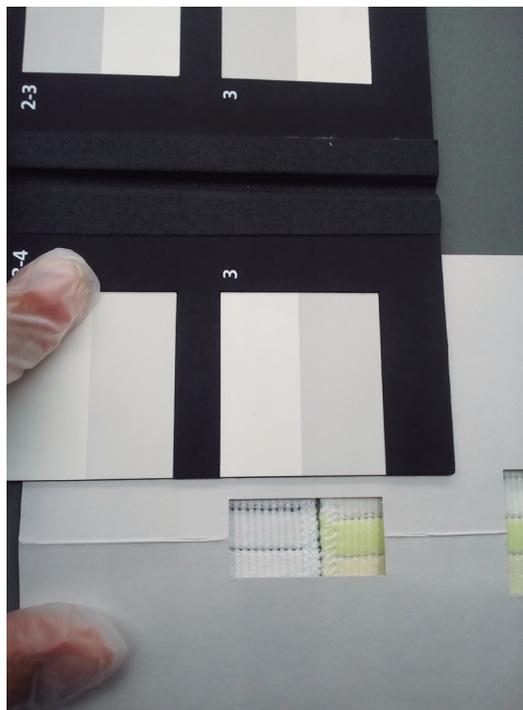


Figura 64. Transferencia de color de la fibra de nylon, con escala de gris. Imagen propia

Grafica 15. Se evalúa con la escala de grises de transferencia de color, donde 5 no presenta transferencia y 1 es transferencia alta.

	Método	# 1	Método	# 2	Método	# 3	Método	# 4
Multifibra	Muestra	Muestra#	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra
	# 1	2	# 1	# 2	# 1	# 2	# 1	# 2
Lana	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
Acrílico	5	5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
poliéster	5	5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
Nylon	3,5	3,5	3	3	3	3	2,5	2,5
Algodón	4	4	3,5	3,5	3,5	3,5	3	3
Acetato	4,5	4,5	4	4	4	4	3,5	3,5

Resultados de la prueba de lavado acelerado

En los cuatro métodos la solidez de color fue muy baja, se presentaron resultados de 2,5 hacia abajo. Lo que indica que el 50% de color se perdió durante el lavado, resaltando que este ciclo equivale a 5 lavados caseros. Las variables para teñir no fueron lo suficientemente eficaces, por ejemplo, en los procedimientos 1 y 3 que tenían menor tiempo en el teñido la solidez fue muy baja.

Sin embargo, se puede resaltar que la fórmula que mejor solidez presentó fue la # 4, las condiciones de temperatura a 100°C y 90 min, evidencian mejor resultados, con este dato se puede concluir que para experimentaciones futuras el teñido debe ser con mayor tiempo y mayor temperatura. La temperatura alta abre la fibra permitiendo que el colorante penetre mejor, el colorante al estar más tiempo en contacto con la fibra hace que la fijación se incremente.

Es importante resaltar que el tono que se mantienen en el textil es uniforme, el color se cae de manera equitativa en todo el tejido. Con el lavado no quedaron manchas, este resultado es positivo, porque el color se pierde de manera homogénea. Al no presentar parche de color, permite que se pueda tener otros usos, como teñir colores pasteles si es el efecto que se desea. También con el uso el cambio de color puede ser menos notorio, porque el color baja sobre la pieza de forma pareja. Si se desea hacer algún tipo de acabado el color cambiaría de manera uniforme.

Por otro lado, es importante resaltar que el componente que tiñe en la cúrcuma es la curcuminoide, que está presente solo en un 2-9% (Saiz,2014), este es otro factor que afecta el teñido. Para lograr una solidez alta se requiere de mayor curcuminoide, el porcentaje del colorante debe ser mayor. No obstante, si se aumenta mucho el porcentaje, saldría muy costoso el proceso.

Durante el proceso de lavado de los cuatro métodos, se presentó un fenómeno que no se esperaba. Las muestras al salir del lavado sin enjuagar, cambiaron de tono a un color rosado claro. El compuesto que genera color en la cúrcuma es curcuminoide, esta tiene un PH neutro, no obstante, la curcumina cambia de color según el PH de la solución; si son alcalinos el tono es rojizo y si es ácido el amarillo es más claro. Esta reacción de las muestras es sorprendente, porque el detergente AATCC con que se lavan las muestras es neutro. Entonces no debería suceder esto, pero al enjuagar las muestras paulatinamente van retomando a su color original amarillo. Se genera la duda sobre el detergente.

El cambio de color del textil y volver a recuperar el tono, podría funcionar para aplicaciones funcionales, porque es un textil que con el cambio de PH cambia de color. Es un recurso que podría ser utilizado para medir y/o para diagnosticar. Por consiguiente, se debe experimentar e investigar muy bien como sucede este fenómeno.

Grafica 16. Las muestras fueron evaluadas con la escala de grises de cambio de color, donde 5 no presentó cambio y 1 es alto cambio.



Figura 65. Cambio de color después del lavado. Imagen propia



Figura 66. Resultado del lavado. Imagen propia



Figura 67. Muestra en el recipiente de lavado. Imagen propia

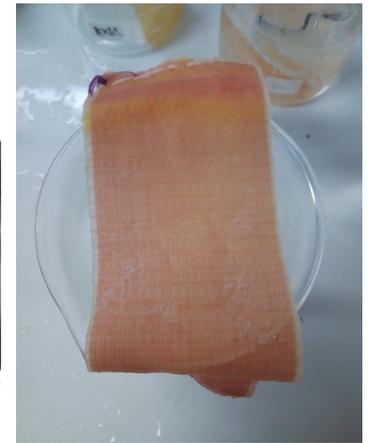


Figura 68. Muestra después de lavado con cambio de color. Imagen propia

	Método	# 1	Método	# 2	Método	# 3	Método	# 4
Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra
	# 1	# 2	# 1	# 2	# 1	# 2	# 1	# 2
Solidez lavado 1 ciclo	1	1	1,5	1,5	2	1,5	3	2,5

Materiales

- 2 muestras de 3x6
- Guía para cubrir la parte que nos era expuesta
- Cinta de enmascarar
- Escala de grises de cambio de color

Resultados de la prueba solidez a la luz

En esta prueba las condiciones simulan exposición del textil a luz solar. La norma indica que se debe poner a humedad, pero la maquina no tiene esta opción. Las muestras de todos los métodos presentaron cambios en el color después de la prueba, la solidez es baja. El tejido es sensible a la luz, si una prenda es realizada con estos métodos y es expuesta a la luz va a perder progresivamente el color, sin embargo, el amarillo es más intenso que las muestras de lavado. El amarillo continúa siendo brillante sin llegar al pastel, como en las muestras de lavado.

El color se degrada, pero es de manera homogénea, no quedan parches en la superficie. El blanqueamiento no es irregular. Este resultado, a pesar de la baja solidez, es positivo por que indica que el teñido se comporta de la misma manera sobre toda la superficie. Este producto evidencia que el proceso de teñido fue adecuado, porque el color llegó de las mismas formas en la totalidad de la superficie.



Grafico 18. Resultados de solidez al lavado acelerado. Imágen propia



Figura 69. Muestras en la máquina de solidez a la luz. Imágen propia.

Resultados de la prueba solidez a la luz

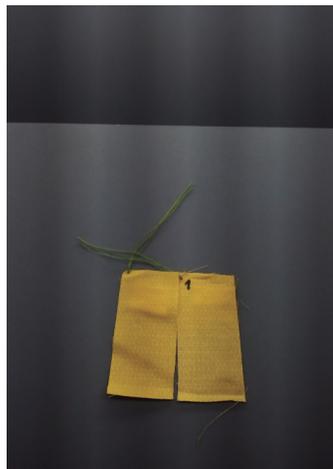


Figura 70. Muestras listas para evaluar. Imágen propia.

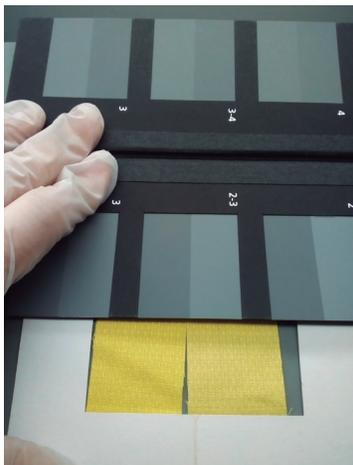


Figura 71. Evaluación de muestras con la escala de grises. Imágen propia.

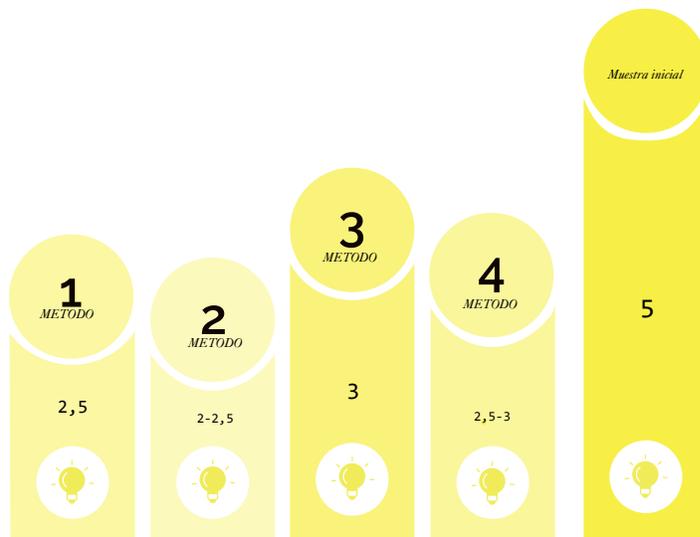


Grafico 19. Resultados de solidez a la luz. Imágen propia

Grafica 17. Las muestras fueron evaluadas con la escala de grises de cambio de color, donde se 5 no presentó cambio y 1 es alto cambio.

	Método	# 1	Método	# 2	Método	# 3	Método	# 4
Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra
	# 1	# 2	# 1	# 2	# 1	# 2	# 1	# 2
Solidez a la luz	2,5	2,5	2,5	2	3	3	2,5	3

Conclusiones finales

La recopilación de información fue muy útil para desarrollar la metodología, puesto que se aplicó los procesos de teñido investigado, el conocimiento que se adquirió de la terminología fue útil para entender el estado del arte y la construcción del documento. Compilar los estudios de experimentaciones con tintes naturales, fue muy provechoso porque determinó cuáles serían las variables, cantidades y mordiente que se debían utilizar.

Posteriormente se experimentó con diferentes variables, para obtener un método que presentara mejor solidez. Aunque la solidez que se obtuvo no fue la esperada, si nos da indicios de cuales son las variables que mejor resultados brindan y cuales se deben cambiar. También con estas experimentaciones se logró un teñido uniforme, sin manchas que es uno de los inconvenientes de los tintes naturales.

La evaluación de las muestras se realizó bajo las normas internacionales oficiales, con el fin de verificar que el teñido pasara los requerimientos técnicos necesarios. La norma fue seguida debidamente en cada uno de los métodos, aplicando el sistema de valoración de la escala de grises. EL proceso de teñido se realizó con tintes naturales, auxiliares orgánicos que no son contaminantes ni perjudican la salud, los textiles BPT son óptimos para este tipo de proceso. Sin embargo, este tipo de tinte como se requiere en mayor concentración puede incrementar el costo, no sería sostenible económicamente, pero es una variable que se puede estudiar y modificar.

Consolidados de beneficios del proyecto

Con los resultados obtenidos, se puede decir que se encontró una forma de utilizar tinte de cúrcuma, para teñir textiles de algodón de manera adecuada. Es un teñido sin manchas, porque se obtienen un color uniforme en toda la base textil.

El color se degrada, pero degrada de forma paralela, a pesar de que el color no tiene la solidez adecuada el color baja del mismo tono en toda la superficie. El ser expuesta a luz y agua no se generan manchas.

Se fortalece la importancia de los tintes naturales, porque la utilización en el sector textil es una alternativa sostenible, que puede ser posible teñir sin agentes químicos tóxicos. No solo se comprueba con la experimentación sino también en la búsqueda de empresas que aplican estos procesos de manera exitosa.

El color obtenido es un tono brillante, este factor es muy criticado de los tintes naturales. Muchos opositores declaran que el mayor problema, es que los tonos son tierra, pero en este caso se obtuvo un tono amarillo brillante que desmienten estas teorías.

El color obtenido es un amarillo primario, este resultado es muy útil porque permitirá mezclarse para generar distintas tonalidades y otros colores a partir de él. Se podría experimentar con otros tintes naturales que generen tonalidades primarias para mezclar y hallar nuevos colores.

Este proceso de teñido se puede homologar con otro tipo de tintes naturales, porque el proceso es replicable ya que las cantidades y los tiempos son claro, esto se realizó con el fin de poder estandarizar el método. La evaluación se elaboró con los con los estándares de la norma internacional AACTT.

Consolidado de aspectos a tener en cuenta del proyecto

Para que el proceso de teñido sea más eficiente, se deben modificar las variables de tiempo, temperatura y concentración de colorante. Porque los métodos que tenían mayor tiempo y temperatura arrojaron mejor resultado en la solidez del color.

La concentración de agente tintóreo en el colorante es muy baja, para lograr mejores resultados se requiere aumentar la concentración de colorante.

Se podría explorar un colorante natural nativo colombiano para poder utilizar mayor concentración y probablemente obtener mejores resultados.

El proceso de teñido de agotamiento abierto genera que el baño se evapore fácilmente, es posible cambiar por agotamiento cerrado para impedir que los agentes externos intervengan en el baño.

El cambio de color cuando se lava la base textil, puede generar efectos no deseados. Sin embargo, es una oportunidad de estudio para aplicar de manera distinta el uso de este colorante.

La solidez del color fue muy baja solo con 1 ciclo de lavado acelerado, por esta razón, estos métodos de teñido no podrían ser aplicados de manera industrial.

Para lograr mejor solidez se debió experimentar mas métodos, para lograr encontrar uno que se acerque a los estándares de calidad, sin embargo, se puede continuar explorando modificando las variables halladas.



Figura 72. Textil teñido con cúrcuma. imagen propia.

BIBLIOGRAFÍA

- Davies, N. (2016). The sustainability of waterless dyeing. *ATTCC Review*. Vol 16. No 1. Enero-Ferero.pg 36-41
- Tobasura, I. (2006). Una visión integral de la biodiversidad en Colombia. Manizales. Universidad de caldas.
- Kumar, A & Agarwal, P. (2009). Application of natural dyes on textiles. *Indian journal of fibre and textile research*, Vol 34.pg 384-399.
- Ashis, S and Konar, A. (2011). *Dyeing of Textiles with Natural Dyes*, Natural Dyes, Dr. Emriye Akeakoca Kumbasar (Ed.), ISBN: 978-953-307-783-3, InTech, Available from:
<http://www.intechopen.com/books/natural-dyes/dyeing-of-textiles-with-natural-dyes>
- Cortázar, A. (2010). Contaminación generada por colorantes de la industria textil. Universidad autónoma del estado de hidalgo.
<https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/prepa4/n3/e1.html>
- Pelc, C. (2015). Au Naturel: the impact of natural dyes. *ATTCC Review*. Vol.16.No 4.Jul-Agos. Pg 32-40
- Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible y Universidad Nacional De Colombia. (2015). Convenio interadministrativo un-mads no. 338/2015, programa integral de gestión ambiental sectorial. Bogotá, Colombia. subsector textil. http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/Sello_ambiental_colombiano/PGAS_Textil_final_.pdf
- Saxena, S. (2014). *Natural dyes: sources, chemistry, Application and sustainability issues*. Mumbai, India. Central Institute for Research on Cotton Technology.
- Cano, T. (2017). 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 por el mercado. Guatemala. Universidad de san Carlos de Guatemala.
- Bechthld, T. (2009). *Hand book of natural colorants*. Leopold-Franzens University. Australia. A John Wiley and Sons, ltd, publication.
- Ramona, B. (2014). Experimental researches regarding the ecological dyeing with natural extracts. Technical University Gheotge Asachi of Iasi Faculty of Textiles-Leather and Industrial Management. Iasi Romania.Dimitre Mangeron, Bvl NO 67,70050.
- Madaras, W. (1993). *Batchwise dyenig of woven cellulosic fabrics, a practical guide*. 1993. Manchester. Society of dyers and colourist.
- Arteaga, E. (1990). *Extracción de colorantes naturales de origen vegetal para fibras empleadas en la cestería*. Montería. Artesanías de Colombia.
- Wells, K. (1998). *Teñido y estampación de tejidos*. Barcelona. Editorial Acanto.
- Müssig, J. (2010). *Industrial applications of natural fibres, structure, properties and technical applications*. Department of biomimwtics, hochschule bremen-University of Aplied Sciences, Bremen, Germany. Wiley.
- Gutierrez, C. (2016). *LAMBAYENQUE, Algodón nativo y artesanía textil*. Perú. USPM.
- Fletcher, K. Grose, L. (2012) *Gestionar la sostenibilidad en la moda. Diseñar para cambiar materiales, procesos, distribución, consumo*. Barcelona. BLIME.
- Gordon, J. (1993). *Handbook of textile fibres*. Merrow technical library. Gran bretaña.
- Cohen, A. Johnson, I. (2012) *Fabric science*. Nueva York. Fairchild books. Capítulo características de las fibras. Pg 36-37
- Cannon, J. (1994). *Dye plants and dyeing*. Gran Bretaña. The Herbert press. Pg 106.
- Saiz, P. (2014) *Cúrcuma I (Cúrcuma longa L.)*. Reduca (Biología). Serie Botánica. Pg 84-99
<https://eprints.ucm.es/27836/1/C%C3%A9RCUMA%20%20Paula%20Saiz.pdf>
- Taylor, R. (2001). *Curcumin for Inflammatory Bowel Disease: A Review of Human Studies*. *Alternative Medicine Review*,

16(2): 152-156.

Sierra, J. (2009). *Materiales de ingeniería*. 2009. Colombia. Ediciones Ecopetrol.

Mondragón, J. (2002). *Fibras textiles*. Cuautitlán, México. Portal de sección de química orgánica.

Schuster, K. (1955) *Materias primas textiles*. Alemania.

Macedo, B. (2005). *Concepto de sostenibilidad*. Oficina regional de educación para América Latina y el Caribe, UNESCO Santiago. <http://tallerdesustentabilidad.ced.cl/wp/wp-content/uploads/2015/04/UNESCO-El-concepto-de-sustentabilidad.pdf>

Gallopín, G. (2003). *Sostenibilidad y desarrollo sostenible: un enfoque sistémico*. Santiago de Chile.

Boada, A & Rocchi, S. (2005). *M.Kuhndt.Negocios y sostenibilidad más allá de la gestión ambiental*. Bogotá. Politécnico Gran colombiano Editorial.<http://190.131.241.186/bitstream/handle/10823/781/Negocios%20y%20sostenibilidad.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Doménech, J. (2007) *Huella ecológica y desarrollo sostenible*. España. AENOR Editores. CEPAL serie medio ambiente y desarrollo No 64. Naciones unidas

https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5763/S033120_es%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Gil, A. Barcellos, L.(2010).Los desafíos para la sostenibilidad empresarial del siglo XXI. Barcelona. Revista Galega de Economía, Vol 20, No 2,2011.

<http://www.redalyc.org/html/391/39121262007/>

Tinoco, O. Raez, L.Rosales, P.(2009)Perspectivas de la moda sostenible en Perú. UNMSN Revista de la Facultad de Ingeniería Industrial, Vol. 12(2): pp 68-72.

Bur, A. (2013). *Aportes interdisciplinarios en diseño y comunicación desde el marketing, los negocios y la administración*. Marketing sustentable. Utilización del marketing sustentable en la industria textil y de la indumentaria. Buenos Aires. Cuadernos del centro de Estudios de Diseño y Comunicación, Ens No 45.

Zerin, I. (2016) *Effect of Mordanting Process on Cotton Dyeing with Acacia Catechu*. Bangladesh. Department of Textile Engineering, Southeast University.

Adeel, S. (2012). *Influence of UV radations on the extration and dyeting of cotton fabric with curcuma longa L*. Indian Journal of fibre and textile research. vol 37. pg 83-90

Hasan, M. (2014) *Application of Purified Curcumin as Natural Dye on Cotton and Polyester*. Bangladesh. International Journal of Engineering & Technology. Vol 14 No 05.

Naz, S. (2011). *Dyeing properties of cotton fabric using un-irradiated and gamma irradiated extracts of Eucalyptus camaldulensis bark powder*. Indian Journal of Fibre & Textile Research. Vol. 36. Pg 132-136

Repon, R. (2016). *Optimization of Dyeing Time of Eco-friendly Cotton Coloration Using Banana (Musa Sapientum) Floral Stem Sap*. Bangladesh. Chemical and Materials Engineering, vol 4. No 2. Pg 26-3.

Miralles, V. (2017). *Estudio de la cinética de tintura de fibras de algodón con colorantes naturales*. Universidad politécnica de Valencia. Ingeniería textil. Valencia.

Hasan, N. (2017). *Natural dyeing of cotton fabric using turmeric (curcuma longa) and antimicrobial finish*. The department of textile engineering.

AATCC Technical Manual, (2015). Vol 90.

