

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DEL SUR DE GUANAJUATO



EXTRACCIÓN DE PIGMENTOS NATURALES Y TEÑIDO TEXTIL SUSTENTABLE

Opción 2: Titulación integral – Tesis profesional

Elaborada por:

Paulina Isabel Vega Paniagua

Que presenta para obtener el título de:

INGENIERO AMBIENTAL

Asesor:

M. C. Susana Ramírez Guízar

Uriangato, Gto.

Mayo de 2023

“EXTRACCIÓN DE PIGMENTOS NATURALES Y TEÑIDO TEXTIL SUSTENTABLE.”

Elaborada por:

Paulina Isabel Vega Paniagua

Aprobado por. M.C. Susana Ramírez Guízar
Docente de la carrera de Ingeniería Ambiental
Asesor de la opción 2 de titulación integral.

Revisado por Q.F.B. Fernando Daniel Bedolla Flores
Docente de la carrera de Ingeniería Ambiental
Revisor de la opción 2 de titulación integral

Revisado por. ING. Alfredo Torres Martínez
Docente de la carrera de Ingeniería Ambiental
Revisor de la opción 2 de titulación integral



LIBERACIÓN DE PROYECTO PARA LA TITULACIÓN INTEGRAL

Uriangato, Gto., 28/04/2023

Asunto: Liberación de proyecto para la titulación integral

M.C. José Gabriel Aguilera González
Director Académico
ITSUR
PRESENTE

Por este medio informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para la titulación integral:

Nombre de estudiante y/o egresado(a): Paulina Isabel Vega Paniagua	
Carrera: Ingeniería Ambiental	Núm. de control: A16120336
Nombre del proyecto: Extracción de pigmentos naturales y teñido textil sustentable	
Producto: Tesis profesional	

Agradezco de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de nuestras y nuestros egresados.

Dr. Edgar Guadalupe Blanco Díaz
Jefe de División de Ingeniería Ambiental
ITSUR

La comisión revisora ha tenido a bien aprobar la reproducción de este trabajo.

M. C. Susana Ramírez Guízar	Q. F. B Fernando Daniel Bedolla Flores	ING. Alfredo Torres Martínez



Instituto Tecnológico Superior
del Sur de Guanajuato
COORDINACIÓN
INGENIERÍA AMBIENTAL

c.e.p.- Expediente

Julio 2017

Agradecimientos:

Primeramente, agradecer a Dios por permitirme concluir en esta etapa de mi vida, en mis estudios universitarios, a mis padres y hermanos que son el motor que impulsan a cada uno de mis sueños, siendo los mejores guías, les dedico este logro a ustedes, por todo el apoyo recibido tanto económico como emocional, apoyándome en cada una de mis decisiones y recibiendo siempre su amor incondicional en este proceso, gracias por creer en mí, así como también a mis amigos que conocí en el transcurso de la carrera compartiendo momentos inolvidables y en el crecimiento profesional.

Gracias a mis docentes de la División de Ingeniería Ambiental por la semilla de aprendizaje que me sembraron en estos años, por su dedicación, paciencia, tolerancia y perseverancia hacia mi persona en especial a mi asesora de proyecto M.C Susana Ramírez Guízar, al Dr. Edgar Guadalupe Blanco Diaz por el enorme apoyo que me brindaron.

Y por último y no menos importante al Instituto Tecnológico Superior del Sur de Guanajuato por darme la oportunidad de estar en sus instalaciones y por todos los buenos los conocimientos adquiridos por el desarrollo personal y profesional.

INDICE

Capítulo 1	12
Introducción.	12
Capítulo 2	13
Marco teórico (Antecedentes)	13
2.1 Contaminación del agua	13
2.2 Consumo de agua en la industria textil	14
2.3 Colorantes textiles	15
2.4 Tipos y componentes químicos de colorantes	16
2.5 Problemas causados por el teñido textil	18
2.6 Toxicidad de los colorantes textiles	19
2.7 Efectos toxicológicos, dermatológicos y antimicrobianos de colorantes naturales.	21
2.8 Fases del teñido ecológico sustentable	22
2.9 Colorantes naturales	23
2.10 Mordientes	23
2.11 Tradescantia (Commelinaceae)	24
2.12 Propiedades físicas de la lana de borrego	25
2.13 Propiedades físicas del algodón.	27
Capítulo 3	28
Planteamiento del problema	28
3.1. Identificación.	28
3.2. Justificación.	28
3.3. Alcance.	28
Capítulo 4	29
Objetivos	29
4.1 Objetivos generales.	29
4.2 Objetivos específicos.	29
Capítulo 5	30

Metodología	30
5.1 Recolecta de nuestra materia prima.	30
5.2 Lavado y mordentado de las fibras	31
5.3 Extracción de pigmento y teñido	31
5.4 Concentración de la planta	32
5.5 Cambio de color con pH.	32
5.6 Diseño de experimento	33
5.7 Aplicación de encuestas para pruebas sensoriales.	33
Capítulo 6	35
Resultados	35
6.1 Propiedades tintóreas cualitativas.	35
6.2 Concentración de la planta.	35
6.3 Tiempo y temperatura.	36
6.4 Teñido a diferentes pH.....	37
6.5 Muestras finales.....	39
6.6 Análisis sensorial (color y textura).	40
Capítulo 7	41
Análisis de Resultados.....	41
7.1 Propiedades tintóreas cualitativas	41
7.2 Concentración, tiempo y temperatura	41
7.3 Teñido a diferentes pH.....	42
7.4 Análisis sensorial	42
Capítulo 8	49
Conclusiones y trabajo a futuro.....	49
Referencias bibliográficas	50

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Tradescantia Zebrina.....	30
Figura 2. Tradescantia Quadricolor.....	30
Figura 3. Lana de borrego.....	30
Figura 4. Algodón.....	30
Figura 5. Proceso de extracción de pigmento natural y teñido.....	31
Figura 6. Escala para medir el pH.....	32
Figura 7. Diseño experimental del proyecto.....	33
Figura 8. Fibras de algodón recién salidas del proceso de tinción a diferentes pH, (a) pH neutro, (b) pH ácido y (c) pH básico.....	35
Figura 9. Colores con Tradescantia Zebrina a diferentes concentraciones.....	36
Figura 10. Colores con Tradescantia Quadricolor a diferentes concentraciones.....	36
Figura 11. Extracción de pigmento a 5 minutos.....	37
Figura 12. Extracción del pigmento a 20 minutos.....	37
Figura 13. Fibras de algodón teñidas con Tradescantia Zebrina, (a) pH 3, (b) pH 10 y (c) pH neutro.....	37
Figura 14. Fibras de lana teñidas con Tradescantia Zebrina, (d) pH 3, (e) pH 10 y (f) pH neutro.....	38
Figura 15. Fibras de algodón teñidas con Tradescantia Quadricolor, (g) pH 3, (h) pH 10 e (i) pH neutro.....	38
Figura 16. Fibras de lana teñidas con Tradescantia Quadricolor, (j) pH 3, (k) pH 10 e (l) pH neutro.....	38
Figura 17. Diferencias de tonos (colores) Tradescantia Zebrina.....	39
Figura 18. Diferencias de tonos (colores) Tradescantia Quadricolor.....	39

Figura 19. Porcentaje de opiniones de textura en fibras (ásperas o suaves)	44
Figura 20. Porcentaje con mayor agrado de los encuestados.....	44
Figura 21. Comparación y clasificación de fibras.....	45
Figura 22. Fibras con mayor tonalidad en color.....	46
Figura 23. Agrado de fibras en base a la tonalidad de color.....	47
Figura 24. Color que destaca en las fibras.....	48
Figura 25. Clasificación de homogeneidad del color.....	48
Figura 26. Muestra con 1g de planta Tradescantia Zebrina.....	53
Figura 27. Muestra con 2g de planta Tradescantia Zebrina.....	53
Figura 28. Muestra con 3g de planta Tradescantia Zebrina.....	53
Figura 29. Muestra con 4g de planta Tradescantia Zebrina.....	53
Figura 30. Muestra con 10g de planta Tradescantia Zebrina.....	53
Figura 31. Muestra con 20g de planta Tradescantia Zebrina.....	53
Figura 32. Muestra con 1g de planta Tradescantia Quadricolor.....	54
Figura 33. Muestra con 2g de planta Tradescantia Quadricolor.....	54
Figura 34. Muestra con 3g de planta Tradescantia Quadricolor.....	54
Figura 35. Muestra con 4g de planta Tradescantia Quadricolor.....	54
Figura 36. Muestra con 10g de planta Tradescantia Quadricolor.....	54
Figura 37. Corte de la hoja para mejor extracción.....	55
Figura 38. Añadir los trozos y esperar el punto de ebullición.....	55
Figura 39. Lana de borrego mordentada y soluciones para cambio de pH.....	55

Figura 40. Peso establecido para todas las muestras.....	55
Figura 41. Regla de tres del peso establecido para tres muestras.....	55
Figura 42. Medir pH para todas las muestras.....	55
Figura 43. Fibra de lana teñida a 50gr.....	56
Figura 44. Extracción de la fibra después del teñido.....	56
Figura 45. Lavar la fibra para comprobar el color de teñido.....	56
Figura 46. Fibra con mayor agrado en pH ácido.....	56

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tipos de colorantes químicos.....	16
Tabla 2. Componentes químicos de colorantes sintéticos.....	17
Tabla 3. Elementos y escala de grados toxicológicos en la salud humana.....	20

Título de la tesis:

“EXTRACCIÓN DE PIGMENTOS NATURALES Y TEÑIDO TEXTIL SUSTENTABLE”.

Resumen

En la presente investigación se plasma la gran problemática ambiental que provoca la industria de textiles, puesto que es la segunda más contaminante a nivel mundial. Durante la etapa de pigmentación de la fibra textil, se emplea una gran variedad de productos altamente tóxicos y nocivos para el medio ambiente y la salud humana, en donde se destaca el uso de colorantes sintéticos, siendo los más perjudiciales a nivel ecológico y social, afectando a las matrices hídricas y del suelo, además de generar alergias, irritaciones, enfermedades cardiovasculares y respiratorias.

Para mitigar los impactos negativos y promover una alternativa al uso de estos compuestos químicos, este trabajo de investigación hace énfasis en la obtención de un colorante natural que proviene de la planta *Tradescantia (Commelinaceae)* (spp), que pueda suplir a los colorantes artificiales, se ha comprobado que posee características tintóreas en diferentes tonalidades dependiendo de su pH, siendo posible el pigmentado en lana de borrego y algodón. Se estableció una concentración y tiempo de pigmentación a cada una de las muestras. Se realizaron encuestas a 31 personas con la finalidad de obtener respuestas en cuanto a textura y color de las fibras.

Abstract

In the present investigation, the great environmental problems caused by the textile industry are reflected, since it is the second most polluting industry worldwide. During the pigmentation stage of the textile fiber, a wide variety of highly toxic and harmful products for the environment and human health are used, where the use of synthetic dyes stands out, being the most harmful at an ecological and social level, affecting water and soil matrices, in addition to generating allergies, irritations, cardiovascular and respiratory diseases.

To mitigate the negative impacts and promote an alternative to the use of these chemical compounds, this research work emphasizes obtaining a natural colorant that comes from the *Tradescantia* (Commelinaceae) (spp) plant, which can replace artificial colorants, It has been verified that it has dyeing characteristics in different shades depending on its pH, making it possible to dye it in sheep's wool and cotton. A concentration and pigmentation time were established for each of the samples. Surveys were carried out on 31 people in order to obtain answers regarding the texture and color of the fibers.

Palabras claves (*keywords*)

Colorantes naturales, industria textil, toxicidad de colorantes

Capítulo 1

Introducción.

El agua es un recurso natural indispensable que a lo largo del tiempo ha venido solventando las necesidades de la humanidad, utilizándola para las diferentes actividades cotidianas una de las cuales e importante es la industria textil.

Gran parte de las industrias se encuentran en países en desarrollo, los cuales tienen deficiencia en sistemas de agua. Alrededor del 90% de aguas residuales se descargan sin llevar acabo un tratamiento adecuado y aproximadamente dos millones de toneladas de residuos agrícolas, industriales y domésticos tienden a parar a canales o ríos. Dentro de las industrias manufactureras, las textiles son las que generan una gran cantidad de contaminantes.

En la actualidad el producto textil ha aumentado debido a la creciente demanda de la población. Las fábricas y sus aguas residuales se han ido incrementando proporcionalmente, provocando un importante problema de contaminación en el mundo. La industria textil representa dos tercios del mercado, a lo cual la producción total anual de colorantes sintéticos se calcula en 700,000 toneladas. Durante el proceso de teñido, aproximadamente del 10% al 15% de los tintes utilizados, se liberan en el agua residual. Y se ha reconocido como la causa principal de contaminación ambiental en su mayoría.

El presente trabajo tiene como propósito obtener un colorante natural que pueda sustituir a los colorantes artificiales. Para esto se utilizó la planta *Tradescantia* (*Commelinaceae*) (spp), debido a que no se han realizado los estudios adecuados de sus propiedades tintóreas.

Capítulo 2

Marco teórico (Antecedentes).

2.1 Contaminación del agua

La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha considerado que el agua está contaminada cuando su composición o estado natural se ven modificados de tal modo que pierde las condiciones aptas para los usos a la que está destinada, el agua contaminada presenta alteraciones físicas, (temperatura, color, densidad, suspensión, radiactividad, etc.) químicas (sustancias disueltas, composición, etc.) o biológicas por lo que no puede cumplir sus funciones ecológicas.

Se menciona que la contaminación de las aguas puede tener un origen natural o un origen antrópico, este último se produce a causa de las diversas actividades desarrolladas por el ser humano, las cuales son la principal fuente de contaminación de las aguas, ya que el desarrollo y la industrialización conllevan a un mayor uso del agua y una gran generación de residuos muchos de los cuales llegan a parar a ésta.

Por lo general, las fuentes de contaminación de origen natural son muy dispersas y no provocan altas concentraciones de contaminantes, excepto en lugares muy concretos, relacionados con yacimientos minerales específicos.

Principales fuentes de contaminación de origen antrópico de las aguas son:

- Vertidos industriales. Se usan para varios fines (textiles, procesado, refrigeración, transporte, disolventes, etc.).
- Vertidos de aguas residuales urbanas como son las domiciliarias las negras y las de limpieza.

- Vertidos de explotaciones ganaderas. Aportan estiércol y orines con contaminantes como microorganismos patógenos, sólidos en suspensión, materia orgánica, nitrógeno y fósforo.
- Vertidos de aguas residuales agrícolas. Incluyen fertilizantes inorgánicos, estiércol y orines, otros abonos plaguicidas diversos (DDT), herbicidas, sales del agua de riego, etc. (Rodríguez, 2010)

2.2 Consumo de agua en la industria textil

En la industria de teñido y acabado de textiles se ha creado un gran problema de contaminación, ya que es una de las industrias con mayor uso de químicos en la tierra y el principal contaminador de agua limpia (después de la agricultura). Hoy en día, la industria fabrica más de 3600 tintes textiles individuales.

Se ha investigado que industria utiliza más de 8000 productos químicos en varios procesos de fabricación textil, incluidos el teñido y el estampado. Muchos de estos productos químicos son venenosos y dañinos para la salud humana directa o indirectamente. Se requieren grandes cantidades de agua para el procesamiento, teñido y estampado de textiles.

El consumo específico de agua para teñir varía de 30 a 50 litros por kg de tela según el tipo de tinte utilizado. El consumo total de agua del teñido de hilo es de unos 60 litros por kg de hilo. La sección de teñido contribuye al 15% a 20% del flujo total de aguas residuales.

También se requiere agua para lavar la tela, el hilo, teñidos y estampados para lograr solidez al lavado y fondos brillantes. Agentes de lavado como jabones a base de sosa cáustica; se utilizan enzimas, etc. para este fin. Esto elimina el exceso de color y pasta del sustrato. También se necesita agua para limpiar las

máquinas de impresión para eliminar la pasta de color suelta de las mantillas de impresión, las pantallas de impresión y los recipientes de teñido.

Se han identificado unos 72 productos químicos tóxicos en el agua únicamente a partir del teñido de textiles, 30 de los cuales no se pueden eliminar. Esto representa un problema ambiental atroz para los fabricantes de prendas de vestir y textiles. (Kant, 2012)

2.3 Colorantes textiles

Son los compuestos químicos sintéticos que tiene estructura aromática y pesada a la biodegradación debido a la naturaleza. Los tintes son tóxicos para flora y fauna acuática, ya que reducen la penetración de la luz y obstruyen el proceso de fotosíntesis en sistema acuático.

Los tintes que utiliza la industria textil ahora son en su mayoría sintéticos son derivados de dos fuentes, alquitrán de hulla y productos intermedios a base de petróleo. Estos tintes se comercializan como polvos, gránulos, pastas o dispersiones líquidas.

Estos nuevos tintes se desarrollan regularmente para satisfacer las demandas de nuevas tecnologías, nuevos tipos de telas, detergentes, avances en maquinarias de teñido junto con la superación de los graves problemas ambientales preocupaciones planteadas por algunos tintes existentes.

Los tintes textiles industriales deben elevarse para cumplir con todos estos requisitos técnicos nuevos y específicos. Con el cambio del perfil del producto de la industria textil desde los textiles de algodón de alto costo hasta las fibras sintéticas duraderas y versátiles, el patrón de consumo de estos tintes también está pasando por cambios rápidos. Ahora en día, el poliéster representa una parte importante del consumo de tinte. En consecuencia, también se prevé que los tintes

dispersos, que se utilizan crezcan a un ritmo más rápido. Colorantes reactivos con vinilo sulfonato (cromóforo azoico) grupo (-N=N-) representan alrededor del 60% de los colorantes utilizados en industria textil. (Catanho, 2006)

Estos compuestos son solubles en agua y suelen tener una alta concentración en los residuos descarga de agua (alcanzando hasta el 50%) representando el porcentaje de colorantes que no fijan en fibras textiles. (Al-Degs, 2000)

2.4 Tipos y componentes químicos de colorantes

En la industria textil existen diversos tipos de fibras como: lana, algodón, nylon, poliéster, etc., a las cuales aplican diferentes métodos de teñido por su capacidad y grado de fijación de los colorantes.

Se pueden agrupar en tres categorías: colorantes para fibras de celulosa, colorantes para fibras proteicas y colorantes para fibras sintéticas. No todos los colorantes se fijan a la fibra durante el proceso de teñido. (Karthikeyan, 2006)

Tabla 1. Tipos de colorantes químicos. (Zaruma, 2018)

Ácidos	Suelen usarse en las fibras de nylon, lana, seda, papel, tintas y piel, normalmente se aplica en los baños de tintes neutros.
Básicos	Estos son usados en papel, poliacrilonitrilos, nylon, poliéster y seda, su aplicación es para baños de tintura básicos.
Directos	Utilizados en algodón, rayón, piel y nylon, su aplicación es en la inmersión de la fibra en un baño con un electrolito. Forma enlaces de hidrógeno.
Dispersos	Se utilizan en poliéster, poliamida, acetato acrílico y plásticos, se aplica en forma de presión coloidal con altas temperaturas y presión, unión del colorante e interacciones

	dipolares.
Mordaz	Son empleados en lana, piel y algodón, su aplicación es en conjunto con sales de cromo.
Al azufre	Se emplean para el algodón, lana, ceda y nylon su aplicación es en los grupos reactivos del colorante que reaccionan con los grupos funcionales de la fibra para enlazarse covalentemente bajo la influencia de la temperatura y pH.
A la tina	Son utilizados en algodón, rayón y lana, se aplica con reducción de hidrosulfito de sodio, después de la impregnación, se oxida.

Tabla 2. Componentes químicos de colorantes sintéticos. (Ibañez A. F., 2014)

Óxidos metálicos	Óxidos de hierro II y III, aluminio, titanio, plomo II y IV, zinc, cobalto, cadmio, manganeso, magnesio y silicio.
Sulfuros	Arsénico I y II, mercurio, cadmio, selenio, aluminio y calcio.
Silicatos	Cobre, calcio, hierro II y III, magnesio, potasio aluminio y algunos hidratos de éstos.
Cromatos	Estroncio, bario, plomo II y IV y sus hidratos; acetatos de calcio, de cobre y arsénico.

Otros componentes	Arseniato de cobalto, fosfoarseniato de cobalto, estannato de cobalto II, euxanthato de magnesio, antimoniato de plomo, hexaferrocianoferrato de hierro II, nitrito de potasio, nitrito de cobalto, fosfato de calcio y selenuro de cadmio.
--------------------------	---

2.5 Problemas causados por el teñido textil

Un gran problema es el proceso de coloración ya que tiene un gran impacto ambiental, principalmente en relación con el consumo de agua, químicos, energía y emisiones al aire. Estos impactos están interconectados y en cada paso del proceso se utiliza agua y productos químicos, lo que da como resultado un efluente altamente contaminante. Además, la maquinaria del proceso requiere un alto consumo de energía, a menudo procedente de la quema de combustibles fósiles, lo que genera emisiones a la atmósfera y contribuye al cambio climático y los gases de efecto invernadero.

En el teñido de los tejidos, es una gran problemática por el desperdicio de agua y se ha investigado y analizado que en la industria textil se utilizan de seis a nueve billones de litros de agua cada año solo para teñir tejidos. Una posible solución es encontrar materiales de inspiración biológica que ayuden a disminuir la menor cantidad de agua posible en la industria.

Otro problema son los productos químicos se dice que tres cuartas partes del agua consumida por los molinos para teñir termina en residuo no potable, una mezcla tóxica de colorantes, sales, alcalinos, metales pesados y químicos que son utilizados para fijar el color de nuestra ropa, algunos de los productos químicos que se utilizan en los talleres de la India están prohibidos en Europa y es un dilema para aquellas personas que usamos ropa importada. Una posible solución para este problema es crear tintes o colorantes orgánicos. (Jess, 2019)

2.6 Toxicidad de los colorantes textiles

La toxicidad de los colorantes es variable, pero la sobreexposición a la mayoría de ellos genera síntomas que comienzan a manifestarse cuando las enfermedades crónicas ya están latentes. Todos los colorantes deben manipularse con precaución, pudiendo ser los causantes de graves intoxicaciones agudas. (Ibañez A. F., 2014)

En la prevención de las enfermedades laborales hay dos instancias claves: la prevención primaria y la prevención secundaria. En la prevención primaria, la acción se concentra en la anulación del riesgo o en medidas dispuestas para poner al factor bajo control. El objetivo reemplazar la sustancia riesgosa por otra que cumpliera con las mismas funciones, pero resultara inocua para los trabajadores, o bien, que la sustancia se utilizara de forma que no implicara el contacto, por cualquier vía, del trabajador con ella. Cuando se habla en cambio de prevención secundaria estamos haciendo referencia a la posibilidad de efectuar un diagnóstico precoz de las dolencias, de forma tal de detectar el proceso en un momento donde resulte reversible. La vigilancia de la población expuesta dependerá de los riesgos encontrados cuando no se cumplan estas prevenciones. (Albiano, 2003)

Los elementos que componen los pigmentos minerales incluidos en el contralor industrial y que están declarados como tóxicos: Las siglas IARC (International Agency for Research on Cáncer), ECR (Enfermedad Crónica Relacionada), CMP (Concentración Máxima Permitida) e IBE (Índice Biológico de Exposición) se emplean en este texto para la descripción de sus efectos tóxicos.

La escala de grados en toxicología significa: 1, carcinogénico en humanos; 2 A y B, probable carcinogénico en humanos; 3 no clasificable como carcinogénico; 4 probablemente no carcinogénico en humanos. (Ibañez A. , 2013)

Tabla 3. Elementos y escala de grados toxicológicos en la salud humana. (Ibañez A. F., 2014)

Elementos químicos de colorantes textiles industriales.	Siglas y grados toxicológicos	Daños a la salud humana
Antimonio	IARC, Grado 2B posible carcinógeno.	Aparato digestivo y respiratorio (cáncer de pulmón), encéfalo y medula espinal, sangre y piel.
Arsénico	IARC, Grado 1, carcinógeno.	Piel, enfermedad de Bowen, bronco pulmonar, angiosarcoma hepático.
Cadmio	IARC, Grado 1, carcinógeno.	Cáncer de pulmón, próstata.
Cromo	IARC, Grado 1, carcinógeno.	Enfermedad broncopulmonar y de senos paranasales.
Manganeso	CIIA, no definido.	Parkinson mangánico, enfermedad del SNC (cuerpo estriado).
Mercurio	IARC, no definido.	SNC (cuerpo estriado) y periférico, psicomotriz y del comportamiento.

Plomo	IARC, Grado 2B, cancerígeno.	SNC (cuerpo estriado) y periférico, medula ósea, gónadas y riñón.
Selenio	IARC, Grado 3, teratígeno.	Cancerígeno no en humanos.

2.7 Efectos toxicológicos, dermatológicos y antimicrobianos de colorantes naturales.

Se descubren las ventajas de los colorantes sintéticos tales como disponibilidad, bajo costo, excelente solidez del color y amplia gama de colores. Los colorantes naturales han aumentado recientemente con el aumento de la conciencia ambiental. El uso de colorantes naturales no tóxicos, hipoalergénicos y ecológicos en la industria textil se ha convertido en algo importante para evitar los efectos peligrosos de los colorantes sintéticos.

A pesar de los excelentes resultados de los colorantes sintéticos desde la producción de estos depende de fuentes petroquímicas, una variedad de colorantes sintéticos consiste en que son tóxicos y aminoras cancerígenas. El uso de colorantes naturales ha sido investigado en los últimos años debido a que no son tóxicos y no tienen propiedades alérgicas. (Merdan & Eyupoglu, 2017)

La toxicidad se puede definir como la capacidad de una sustancia para causar daño a un ser vivo, tejido y el sistema nervioso y da lugar a una variedad de enfermedades cuando es absorbido por piel viva. En la literatura se conoce como DL50 la cifra correspondiente a la toxicidad y clasificación de una sustancia. El término DL50 se refiere a la dosis letal para el 50% de la prueba en animales. (Gutierrez & Salsamendi, 2001)

En la naturaleza, una variedad de colorantes naturales se encuentra como no tóxicos, no alérgicos, y no cancerígenos. En general, se sabe que los materiales textiles están disponibles para ataques microbianos y para absorber una cantidad sustancial de humedad para el crecimiento microbiano y para proporcionar una gran superficie. (Slater, 2003)

En particular, las fibras naturales basadas en proteínas y celulosa proporcionan oxígeno, nutrientes, temperatura y humedad para el crecimiento microbiano. Debido a estas propiedades de los materiales textiles, los investigadores buscan desarrollar agentes antimicrobianos y antibacterianos para materiales textiles como lo son: plata nanométrica, hipoclorito básico de magnesio, óxido de zinc, nitrato de plata, cloruro de oxitetraciclina, ácido oxolínico, flumequina, sarafloxacin, florfenicol, sulfadiazina, sales poliméricas de amonio cuaternario, metales pesados, halógenos, sales de ácidos grasos y sales de fosfonio ya que tienen calidad antibacteriana y antimicrobiana. Los agentes antibacterianos actúan contra bacterias con cinco mecanismos, que también son inhibiciones del metabolismo celular de bacterias. (Merdan & Eyupoglu, 2017)

2.8 Fases del teñido ecológico sustentable

a) Preparación de insumos, materiales y equipos:

Preparación de las especies para el teñido: Incluye la recolección de las plantas. En algunos casos, es necesario secar y moler; en otras, macerar partes de la planta.

Preparación de las fibras: las fibras que se van a teñir deben estar limpias de impurezas, por lo que es recomendable lavarlas con agua tibia y jabón, y secarlas antes de iniciar el proceso de tinturado. Además, es necesario elaborar pequeñas

madejas en forma de ocho (8) sin apretar demasiado, para que se tiña de manera uniforme y evitar que se enrede.

b) Teñido o tinturado: Se coloca el agua a hervir, a fuego alto para que pueda calentarse rápido. Se coloca la planta a la cual se va a extraer el pigmento. Se mueve la fibra para que el proceso de teñido quede totalmente homogéneo. Sacar la fibra después de cierto tiempo y enjuagar con agua limpia y a temperatura ambiente.

c) Para el secado: Se recomienda secar bajo la sombra, de preferencia en un lugar frío y con poca luz, hasta que seque y se fije el color. (Pazos, 2017)

2.9 Colorantes naturales

Los colorantes naturales son sustancias químicas que tienen la propiedad de transferir color a las fibras, los cuales provienen de origen vegetal, animal y mineral.

Éstos surgen de diferentes procesos artesanales entre los cuales se encuentra la maceración, la fermentación y la cocción. Los hay solubles en agua que basta con un hervor para que el tinte se desprenda, y los hay insolubles, los cuales necesitan una fermentación previa. Otras sustancias necesitan de un vehículo intermedio para ceder el color, el cual se denomina mordiente. (Papa, 2018)

2.10 Mordientes

Los mordientes son sustancias químicas naturales o sintéticas, que actúan como intermediarios entre la fibra y el colorante, logrando la fusión molecular entre la fibra y el colorante, éste se impregne al interior de la fibra y ayude a fijar el color del tinte a la lana, produciendo una unión química cuyo efecto es la resistencia al paso del tiempo, al sol y al agua.

El mordiente rompe el enlace hidrogenado situándose el ion metálico del mordiente en la proximidad del átomo de hidrógeno de la fibra. Si se introduce la fibra mordida en la disolución del tinte, se forma un conjunto ion del mordiente-tinte que es insoluble. La naturaleza química de la disolución mordiente-tinte puede ser ácida o alcalina. (Portillo & RE, 2013)

Antiguamente se empleaba para esa función ciertos productos naturales como las cenizas, corteza de nogal, sal, vinagre, crémor tártaro, orín y soda. Hoy en día se utilizan sales solubles de metales como aluminio, hierro, cobre y estaño, estos dos últimos son tóxicos. (Papa, 2018)

2.11 Tradescantia (Commelinaceae)

El género Tradescantia incluye unas 70 especies de plantas perennes, rara vez anuales o de vida corta, erectas o postradas, glabras o con pelos diversos, normalmente con raíces fibrosas o tuberosas. Sus hojas generalmente se disponen en espiral o en dos filas, y son sésiles o, más raramente, pecioladas, a veces carnosas, paralelinervias, con colores o discolores, verdes o de colores diversos y a menudo con rayas.

Las tradescantias tienen aplicaciones ornamentales diversas, utilizándose algunas como plantas cobertoras del terreno por su facilidad de enraizar en los nudos, o como plantas de interior en maceta o cestos colgantes, especialmente las de hojas coloreadas. (Anderson & Woodson, 1935)

Son plantas bastante resistentes que se adaptan muy bien a diversas situaciones, multiplicándose con facilidad por división y esquejes. Gustan de suelos algo fértiles, que drenen bien pero que retengan algo la humedad, sobre todo en la época de crecimiento; prefieren una exposición luminosa y temperaturas mínimas de entre 12 y 15 °C, excepto T. virginiana que, por su procedencia, soporta

temperaturas inferiores. Las especies que tienen hojas algo carnosas o con pelos deben ser regadas evitando que éstas se mojen. La mayoría tienen interés por el color de su follaje o por sus flores que, aunque duran poco, son producidas durante un tiempo bastante prolongado. También se utilizan como bioindicadores, para detectar efectos mutagénicos de los contaminantes atmosféricos, como el benceno, las dioxinas o diversos metales pesados, tan peligrosos para la salud humana, ya que éstos producen en sus tejidos alteraciones del ADN que pueden ser observadas y medidas. Además de las especies tratadas en este trabajo, en viveros a veces se ofrece a la venta *Tradescantia hirta*, nativa de México.

Actualmente, gracias a los trabajos del especialista D.R. Hunt, se incluyen dentro de este género algunas especies que tradicionalmente se habían conocido con otros nombres y otros géneros, como *Campelia zanoniana*, *Rhoeo spathacea*, *Setcreasea pallida* o *Zebrina péndula*, creándose para ellas, respectivamente, las nuevas secciones *Campelia*, *Rhoeo*, *Setcreasea* y *Zebrina*. (Sánchez de Lorenzo, 2020)

2.12 Propiedades físicas de la lana de borrego.

- **Resistencia:** es la propiedad que le permite a la lana estirarse en gran proporción, antes de romperse. Esto es muy importante, desde el punto de vista textil, dados que procesos de industrialización tales como cardado, peinado e hilado, someten a considerables tensiones a las fibras de lana, que deben poseer extensibilidad suficiente para conservarse íntegras a través de los mencionados procesos.
- **Elasticidad:** esta propiedad, se refiere al hecho que la lana regresa a su largo natural, luego de estirarse, dentro de ciertos límites, ya que llega un momento en que, al romperse los enlaces químicos, la lana no vuelve a su largo original. La elasticidad de la lana es debida a la estructura helicoidal

de sus moléculas. Gracias a esta propiedad de recobramiento de la extensión, la lana tiene la habilidad de retener la forma de las vestimentas, y mantener la elasticidad de las prendas.

- Higroscopicidad: las fibras naturales tienen la propiedad de absorber humedad de la atmósfera y, entre ellas, la lana es la que absorbe en mayor proporción, esta propiedad de la lana de absorber vapor de agua en una atmósfera húmeda y de perderla en un ambiente seco puede ocurrir hasta un 50% de su peso en escurrimiento.
- Flexibilidad: es la propiedad de las fibras de lana, de que puedan ser dobladas con facilidad, sin quebrarse o romperse, propiedad importante para la industria de hilandería y tejeduría.
- Aislamiento térmico: se basa en la capacidad de las fibras de no compactarse, lo que permite retener entre ellas una capa constante de aire.
- Resistencia al fuego: es la propiedad química de la lana, dónde la fibra se somete a una temperatura elevada y presenta una tendencia limitada a producir llama. Esto es de gran ventaja frente a las fibras sintéticas.
- Afieltrado: es una propiedad fundamenta para la elaboración de fieltros de lana, pero totalmente indeseable para otros fines textiles, ya que es la causante del encogimiento de las prendas. (Zunino, 2016)

2.13 Propiedades físicas del algodón.

- Longitud de las fibras: La longitud del algodón varía de acuerdo a los factores genéticos entre 10 a 60 mm y más frecuente está entre 25 y 30 mm.
- Resistencia: El algodón es de resistencia media. Las fibras más resistentes son las más gruesas, lo que no quiere decir que los hilos hechos con esas fibras sean más fuertes. La humedad también aumenta la resistencia en un 20% cuando los hilos están mojados.
- Color: El algodón nunca se presenta blanco, sino una coloración crema. El color del algodón es determinado por el grado de reflectancia y amarillez. La reflectancia indica cuanto brillo o apagamiento tiene una muestra y la amarillez indica el grado de pigmentación de color.
- Elongación: Es el incremento en la longitud de la muestra durante el ensayo de resistencia. Para el algodón, el porcentaje de cambio de longitud corresponde hasta la fuerza hecha para que se rompa la fibra.
- Finura: Está relacionada con el diámetro de la fibra, es decir cuanto mayor sea su largo, menor será su diámetro y viceversa.
- Longitud: Varía entre desde 10 a 60 milímetros y la longitud más común esta entre 25 y 30 milímetros.
- Micrón aire: El micrón aire está relacionado con la finura y madurez de la fibra. El método es muy conocido y se determina mediante la resistencia al flujo de aire que ofrece una muestra de peso conocido comprimida a un volumen específico dentro de una cámara porosa. (Obando, 2013)

Capítulo 3

Planteamiento del problema

- 3.1. Identificación.** Una de las principales problemáticas de la contaminación del agua son los colorantes sintéticos empleados por la industria textil por su alto grado de toxicidad; puesto que los efluentes que se descargan de las industrias llegan directamente a los cuerpos de agua sin ningún tratamiento, afectando al ecosistema acuático e impidiendo la penetración de la luz haciendo que ocurra una reducción de oxígeno y por ende la muerte de las especies que habitan.
- 3.2. Justificación.** Los colorantes que son empleados para el teñido textil industrial en su mayoría son tóxicos, cancerígenos y mutagénicos ocasionando y exponiendo al ser humano a enfermedades graves. Una alternativa son los colorantes de origen natural que no causan estos efectos.
- 3.3. Alcance.** La principal razón para realizar este proyecto es suplir los colorantes sintéticos por colorantes naturales a base de la planta *Tradescantia (Commelinaceae spp.)*, llevando a cabo un diseño experimental para lograr la obtención de dicho colorante y teñir diferentes tipos de fibras tales como algodón y lana de borrego.

Capítulo 4

Objetivos

4.1 Objetivos generales.

- Extraer un pigmento natural de la planta *Tradescantia* (*Commelinaceae* spp.)
- Teñir en fibras de lana de borrego y algodón.

4.2 Objetivos específicos.

- Verificar que la planta cuenta con propiedades tintóreas.
- Probar la eficacia del colorante extraído en las fibras textiles.
- Determinar los tiempos de teñido y las concentraciones adecuadas para el teñido.
- Aplicar un diseño experimental para ver las variaciones de colores en el teñido
- Realizar análisis sensorial.

Capítulo 5

Metodología

5.1 Recolecta de nuestra materia prima.

La colecta de plantas fue en algunos de los viveros de Uriangato, Guanajuato, los tipos de *Tradescantia* (*Commelinaceae spp.*) seleccionados para la experimentación se muestran (Figuras 1 y 2.).



Figura 1. Tradescantia Zebrina



Figura 2. Tradescantia Quadricolor

Así como también las fibras a disponer, lana de borrego que se consiguió de Lerma del Estado de México y el algodón de Moroleón Guanajuato., (Figura 3 y 4.).



Figura 3. Lana de borrego



Figura 4. Algodón

5.2 Lavado y mordentado de las fibras

Para el lavado, solamente se agregó jabón Roma a las fibras asegurándose que hiciera suficiente espuma, esto para verificar si fue un lavado exitoso.

Para el Mordentado de las fibras, se colocó agua a hervir añadiendo las fibras bien lavadas de lana y algodón agregando 2 gramos de alumbre potásico que es el 10% del peso total de las fibras y 1 gramo de cremor tártaro que es el 5% de los 20 gramos del material a emplear.

5.3 Extracción de pigmento y teñido

En el siguiente mapa conceptual (Figura 5) se muestra el proceso para llevar a cabo la extracción de pigmento natural y el teñido en lana y algodón.

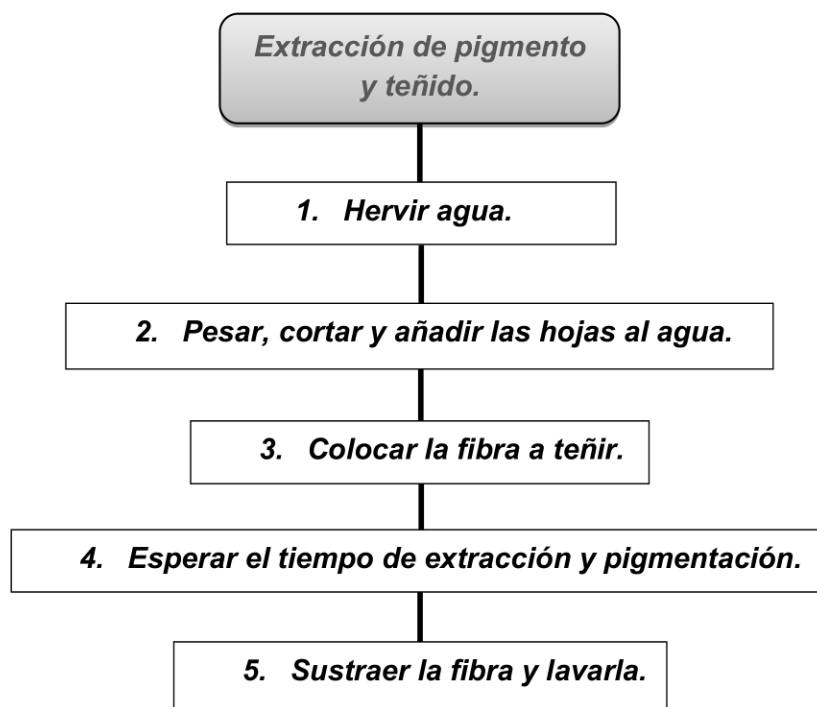


Figura 5. Proceso de extracción de pigmento natural y teñido

1. Hervir agua en el vaso de precipitados.

2. Pesar y cortar las hojas de la planta en trozos pequeños para una extracción rápida, añadiéndolas al agua hirviendo.
3. Colocar la fibra a teñir.
4. Se espera el tiempo establecido, para que la fibra absorba el pigmento y tenga un teñido homogéneo.
5. Extraer la fibra y pasar al cristalizador con agua limpia a temperatura ambiente y observar el color que adquirió durante el proceso del pigmentado y comprobar si es totalmente homogéneo.

5.4 Concentración de la planta

Se estableció una cantidad exacta del peso de la planta para que se aprovechara de la mejor manera la materia prima, iniciando con muestras experimentales para probar cuanta cantidad de planta se necesita para pigmentar la fibra, estableciendo un tiempo fijo en el que la planta deja de extraer su pigmento.

5.5 Cambio de color con pH.

Se realizarán pruebas a pH neutro, ácido (3) y básico (10) para para identificar si existe cambio de color.

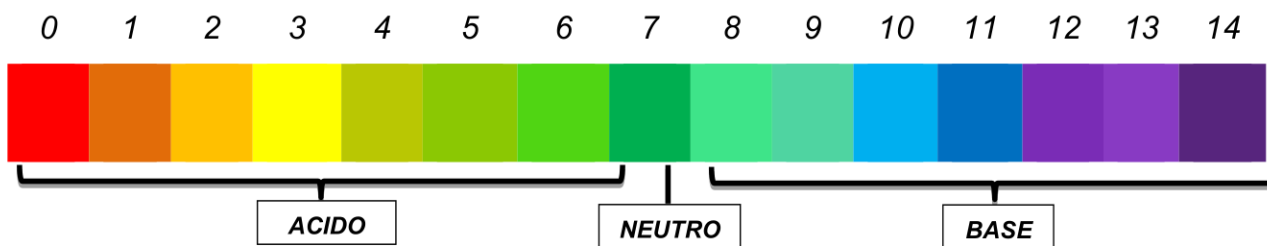


Figura 6. Escala para medir el pH

5.6 Diseño de experimento

Con el objetivo de llevar a cabo un buen proceso de extracción de pigmento natural y teñido en fibras sustentables, siguiendo un diseño experimental haciéndose en base al mismo para obtener buenos resultados y llevar un proceso organizado y descifrable, véase en la figura 7.

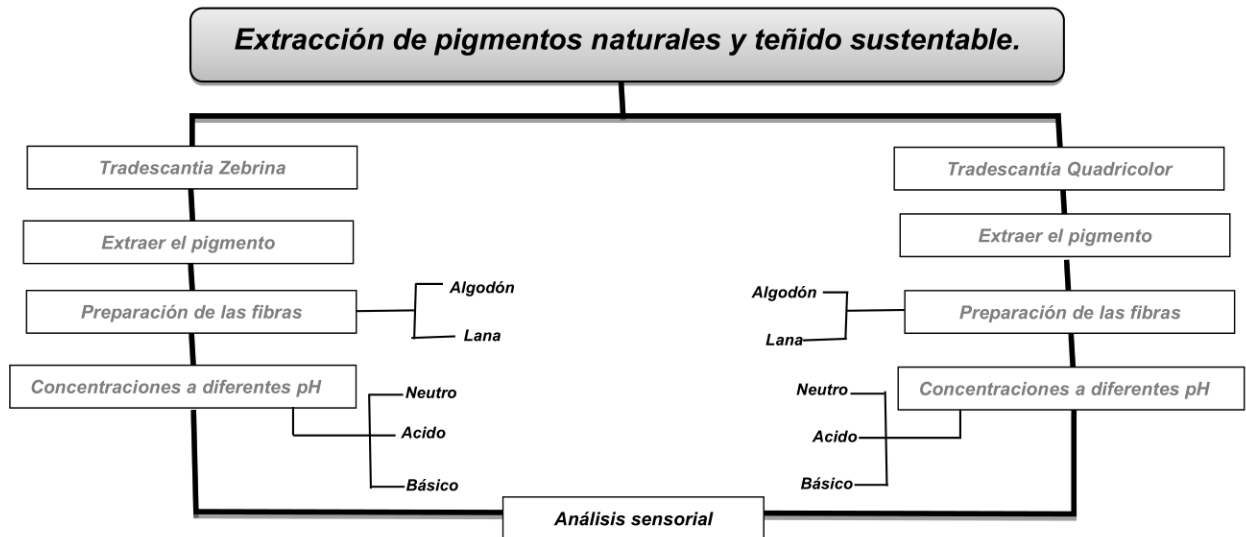


Figura 7. Diseño experimental del proyecto

5.7 Aplicación de encuestas para pruebas sensoriales.

Las encuestas se llevaron a cabo dentro de la institución a 31 jueces, esto con el fin de realizar pruebas sensoriales en textura y color.

Antes de aplicar las encuestas se les proporciono una nomenclatura a cada muestra (fibra), esto para no predisponer al encuestado. (Baños, 2014)

En las encuestas designadas se cumplieron los requerimientos utilizados para un mejor estudio estadístico que son:

- No predisponer al encuestado.
- Lugar tranquilo y aislado.

- No presionar a la persona.
- Darle solamente instrucciones para lo que se va a realizar.
- Si hay alguna duda, responder sin predisponer.
- Al finalizar, revisar hojas de respuestas.

Capítulo 6

Resultados

6.1 Propiedades tintóreas cualitativas.

De acuerdo con los objetivos específicos uno de los cuales es determinar que la planta posee propiedades tintóreas, lo que es un resultado positivo puesto que se demostró que la planta *Tradescantia (Commelinaceae spp.)* puede pigmentar las fibras en su pH neutro, ácido y básico, se utilizaron soluciones como HCl y NaOH para este proceso, obteniendo los siguientes resultados mostrados a continuación (Figura 8).

a)



b)



c)



Figura 8. Fibras de algodón recién salidas del proceso de tinción a diferentes pH, (a) pH neutro, (b) pH ácido y (c) pH básico

6.2 Concentración de la planta.

Se realizaron las primeras pruebas necesarias para calcular cuanta es la cantidad de materia prima a emplearse y verificar si hay diferencias en cuanto al cambio de color por lo que se llevaron a cabo muestras a 1g, 2g, 3g, 4g, 5g, 10g y 50g para los dos tipos de *Tradescantia (Commlinaceae)*, obteniendo los siguientes resultados (figuras 9 y 10), haciendo una comparación en cuanto al color lo cual la diferencia de colores es totalmente visible.



Figura 9. Colores con Tradescantia Zebrina a diferentes concentraciones

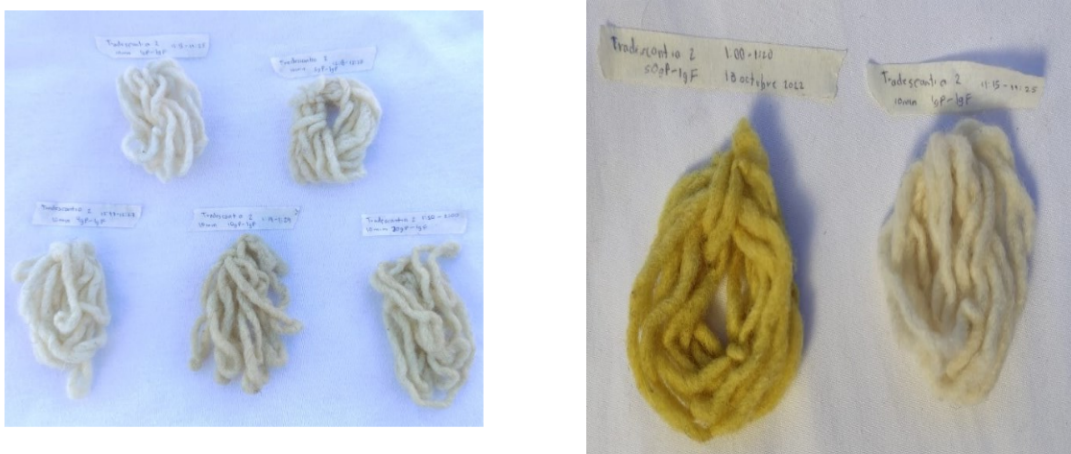


Figura 10. Colores con Tradescantia Quadricolor a diferentes concentraciones

6.3 Tiempo y temperatura.

El tiempo y la temperatura son factores de suma importancia durante el proceso de extracción y teñido de fibras, por lo que se seleccionaron diferentes tiempos como son 5, 10, 15 y 20 minutos. Así se estableció un tiempo para todas las muestras dado que las hojas dejan de extraer el pigmento a cierto tiempo mostrado en la figura 11. En cuanto a la temperatura el agua se llevó hasta su punto de ebullición manteniéndose como una constante.

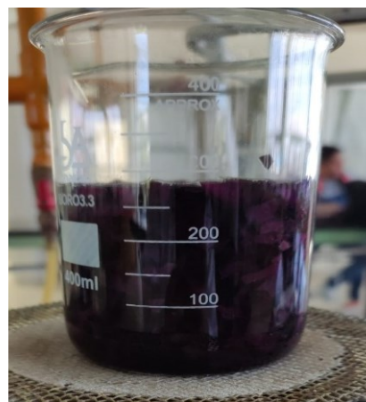
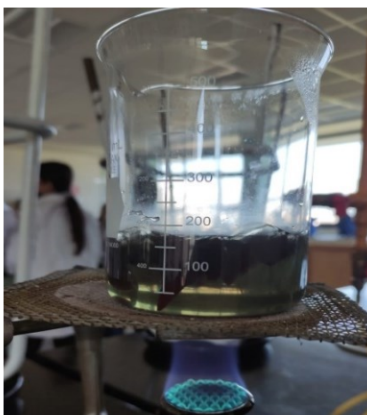


Figura 11. Extracción de pigmento a 5 minutos Figura 12. Extracción del pigmento a 20 minutos

6.4 Teñido a diferentes pH.

De acuerdo al diseño experimental (sección 5.6) se obtienen los siguientes resultados en las fibras seleccionadas, lana y algodón y al cambiar el pH de estas (Figura 13-16).

a)



b)



c)

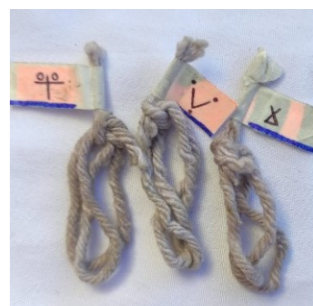


Figura 13. Fibras de algodón teñidas con **Tradescantia Zebrina**, (a) pH 3, (b) pH 10 y (c) pH neutro

a)



b)

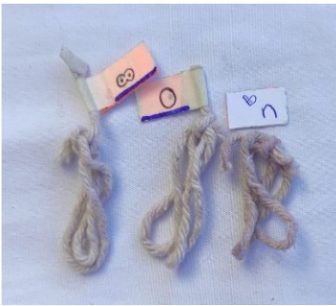


c)

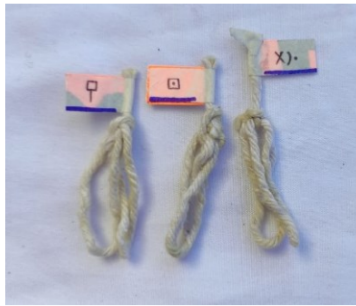


Figura 14. Fibras de lana teñidas con **Tradescantia Zebrina**, (a) pH 3, (b) pH 10 y (c) pH neutro

a)



b)



c)



Figura 15. Fibras de algodón teñidas con **Tradescantia Quadricolor**, (a) pH 3, (b) pH 10 e (c) pH neutro

a)



b)



c)



Figura 16. Fibras de lana teñidas con **Tradescantia Quadricolor**, (a) pH 3, (b) pH 10 y (c) pH neutro

6.5 Muestras finales.

En las siguientes muestras que se observan en las figuras 15 y 16 puede observarse que todas son diferentes y no hay ninguna de un mismo color o en tonalidad, el cambio es muy visible para todas. En total se obtuvieron 36 muestras las cuales serán utilizadas para el análisis sensorial.



Figura 17. Diferencias de tonos colores Tradescantia Zebrina



Figura 18. Diferencias de tonos colores Tradescantia Quadricolor

6.6 Análisis sensorial (color y textura).

Se realizaron encuestas para obtener un análisis sensorial en cuanto a textura y color, realizadas dentro de la institución a 31 jueces, los resultados se analizaron en Excel obteniendo los porcentajes y graficas precisas, de las diferentes opiniones de las personas encuestadas y de esta manera comprobar si el teñido en las fibras fue homogéneo o poseyeron alguna diferencia, al igual en la textura si ellos pueden distinguir entre lana y algodón. La encuesta aplicada contenía siete preguntas presentando 12 muestras una de cada uno de los tratamientos realizados.

6.6.1 Textura

1. ¿Cuál es la cualidad de las fibras que se presentaron, ásperas o suaves?
2. ¿Cuáles son las fibras en base a textura que más te agradaron?
3. Se presentan seis fibras que puedan tener o NO tener diferencia, realiza una clasificación entre las que creas que son iguales.

6.6.2 Color

4. ¿Cuáles son las fibras con mayor tonalidad?
5. ¿Cuál es la fibra que más te agrada en cuanto al color?
6. ¿Cuál es el color que mayormente se percibe en las fibras? Clasifica
7. Se presentan seis fibras que puedan tener o NO tener diferencia, realiza una clasificación entre las que creas que son iguales.

Capítulo 7

Análisis de Resultados

7.1 Propiedades tintóreas cualitativas

De acuerdo a los resultados obtenidos en el capítulo anterior se demostró que la planta *Tradescantia* (*Commelinaceae spp.*) si posee propiedades tintóreas y puede pigmentar fibras de lana y algodón. De igual manera se demostró que otras especies de *Tradescantia* poseen propiedades similares respecto al teñido (Mendes & Torres, 2016).

7.2 Concentración, tiempo y temperatura

La concentración de la planta y el tiempo son factores importantes del pigmentado y extracción. La concentración de la planta se estableció de acuerdo a que se realizaron pruebas a diferentes cantidades de materia prima por lo que a 50g fue donde la fibra tomo un color visible y homogéneo como se observa en la figura 10. Se menciona en el artículo (Holfeld & Pike, 1985) que la tasa de tinción de las fibras es sensible y son de acuerdo a las propiedades de las mismas. Las fibras generalmente tienen un historial de energía más alto y es inherentemente menos uniforme que el núcleo de la fibra; es decir, la superficie tiene una temperatura de transición de teñido más alta y variable. De acuerdo al estudio (Gutierrez J. M., 2005) es importante determinar cuándo se alcanza un equilibrio tintóreo a fin de evitar errores como consecuencia las falsas apreciaciones, el colorante debe permanecer constante y por regla se deduce un estado de equilibrio donde la concentración del pigmento establece un tiempo de equilibrio falso, esto se refiere que se deben realizar muestras a diferentes tiempos y optar solamente por uno, en este caso fue de 20 minutos para todas las muestras observando que a más tiempo ya no cambia el color las fibras. En el estudio (Hassimi, 2020) habla sobre la temperatura al momento de extracción de pigmento natural y la importancia

porque al momento de que alcanzar el punto de ebullición es cuando se obtiene el colorante realizando pruebas con diferentes temperaturas y soluciones. Y no fue el caso porque solo se empleó el agua y la temperatura fue constante para todas muestras.

7.3 Teñido a diferentes pH

Generalmente, el pH de la solución del pigmento es uno de los parámetros más importantes ya mencionado que controlan la adsorción del tinte y logra el cambio del color dependiendo del mismo. Hay un estudio realizado (SHI & LIN, 1992) que informa que las que las antocianinas de la *Tradescantia (Commelinaceae)* tiene una estabilidad excepcional a los cambios de pH. Informó que la estabilidad se debía a los grupos acilo que podían acumularse arriba y debajo del sitio activo, lo que inhibe el acceso de agua para formar la pseudo-base que se refiere a que no contiene iones de hidroxilos básicos capaces de isomerizarse, por eso surge el cambio de color al cambiar el potencial de hidrogeno (pH). Se utilizaron soluciones de NaOH Y HCl y los valores de pH designados para las muestras fueron de (3) para acido, (10) básico (alcalino) y el neutro de la planta que no se modificó, al aplicar dichas soluciones el color cambiaba fácilmente y era totalmente visible.

También se sabe que existen otras plantas que de igual manera cambian de color conforme cambia el pH, por ejemplo, la Col Nombarda (morada), cuyo colorante es un pigmento natural utilizado principalmente en el área alimenticia. Una clase de compuestos llamados antocianinas se atribuye a este color. El pH de la solución de la col afecta tanto su color como su intensidad (Chigurupati, 2002).

7.4 Análisis sensorial

Se realizan encuestas a 31 personas, 50% eran mujeres y 50% hombres, las encuestas realizadas se llevaron a cabo en el Instituto Tecnológico Superior del Sur de Guanajuato, con el objetivo de comprobar si notan o existe un cambio en las fibras que se les presentan, realizando un análisis sensorial el cual se eligen

dos modalidades a conocer que es la textura y el color de las fibras, en las respuestas obtenidas se deseaba que todas las personas percibieran lo mismo, lo cual no fue así debido a un estudio realizado en (Salcedo, 2022) donde hace mención que todas las personas tenemos un proceso cognitivo y es aquel que nos permite procesar la información que nos llega a través de los sentidos, cada una de las operaciones que se realizan nos permite captar, codificar, almacenar y trabajar información proveniente del exterior como del interior en cuanto a los resultados obtenidos iban a variar un poco porque cada persona tenemos percepciones distintas, los resultados de las opiniones se elaboraron en Excel para obtener porcentajes de graficas precisos y congruentes.

Textura

Los resultados de la primera pregunta es conocer (¿cuál es la cualidad de las fibras que se presentaron, ásperas o suaves?), tiene como objetivo conocer si las fibras que se les presentan son de textura áspera o suave. El 53% de los entrevistados opinaron que la lana se sentía suave y el otro 47% áspera. En cuanto a la opinión de la textura del algodón el 49% sentían suavidad en la fibra y el 51% áspera (Figura 19).

Estos resultados indican que no se tiene la misma percepción sensorial, lo que es válido ya que no todas las personas pueden sentir áspera la lana o el algodón y esto mismo con la suavidad de las mismas.

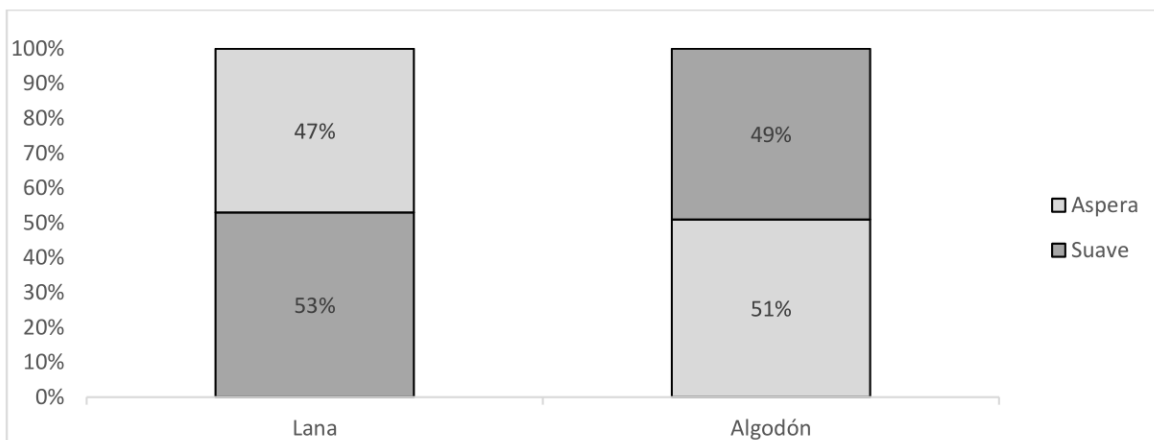


Figura 19. Porcentaje de opiniones de textura en fibras (ásperas o suaves).

El objetivo de pregunta número dos es conocer (¿cuáles son las fibras en base a textura que más te agradaron?), es determinar cuál fibra es de mayor agrado en cuanto a la opinión personal, la fibra en lana nos arroja un 44.41% y el algodón 55.58% (Figura 20), por lo que se determina que la fibra que más agrada es el algodón, esto podría ser por el estudio de (Mogahzy, 2008) donde se hace mención de que al estar en contacto la piel con el algodón da una sensación de suavidad y suele ser que por la comodidad es que sea más preferible.

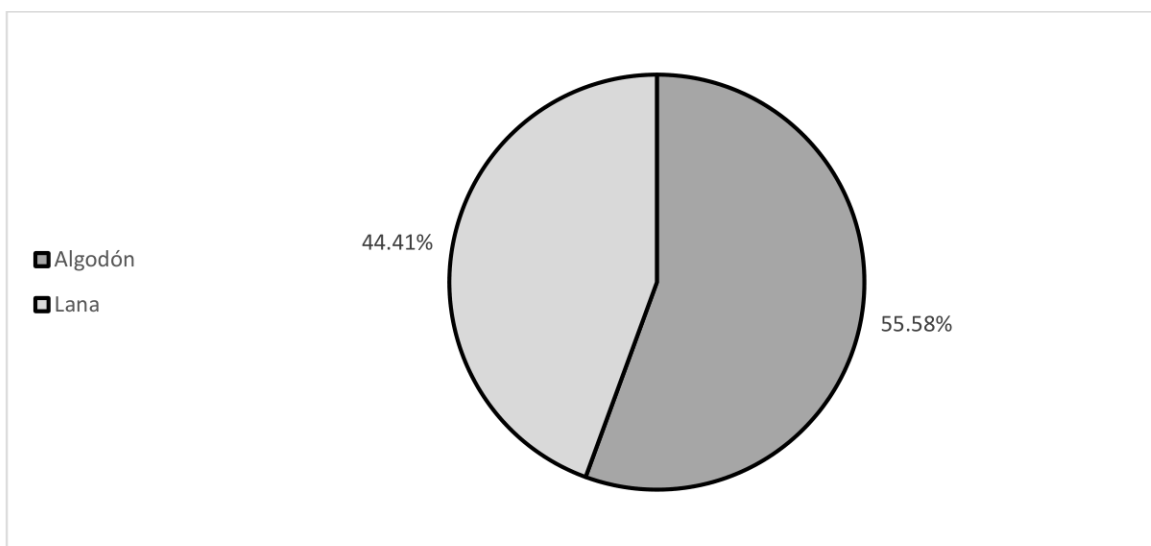


Figura 20. Porcentaje con mayor agrado de los encuestados.

El objetivo de la tercera pregunta (se presentan seis fibras que puedan tener o NO tener diferencia, realiza una clasificación entre las que creas que son iguales) en cuanto a textura, busca determinar si se logra diferenciar entre los tipos de fibras; los entrevistados tenían que realizar dos clasificaciones donde separaban las fibras que tenían cualidades de textura iguales.

La mayoría de los entrevistados (98%) si lograron la correcta clasificación e identificaron las muestras que correspondían a lana y las que correspondían a algodón. Los resultados indican que hay una uniformidad en la textura de las fibras de lana y algodón. Aunque en el estudio (Cadavid, 2013) indica que ambas fibras poseen diferentes propiedades por lo que su uniformidad de ambas es diferente en su estado natural, que no haya pasado por ningún tipo de proceso o tratamiento.

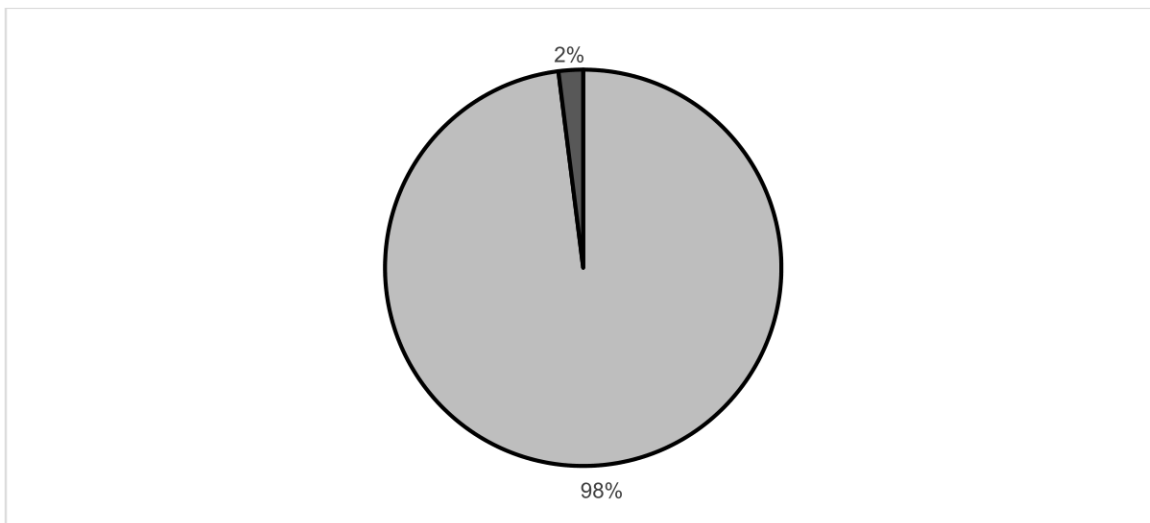


Figura 21. Comparación y clasificación de fibras.

Color

En la cuarta pregunta (¿cuáles son las fibras con mayor tonalidad?), como objetivo es conocer cual fibra sea lana o algodón es en la que se percibe mayor tonalidad en cuanto al color (intensidad).

La planta en la cual se ve la diferencia en cuanto a el matiz del color y pigmentado en las fibras es la *Tradescantia Zebrina* (Figura 17-18) y como resultados se obtiene que el 60.71% de los entrevistados opina que las fibras de lana con tratamiento de pH neutro es la que tiene mayor coloración que cualquier otra, mientras que el 39.28% notan otras fibras con mayor intensidad.

Esto indica que el pigmentado en lana tiene una tonalidad mayor en comparación con el algodón y este cambio se debe a su propiedad de absorción. En el estudio de (Allafi & Hossain, 2020) se menciona que la lana puede llegar a absorber vapores, olores y hasta el ruido, es por eso que el color puede ser de tonos muy visibles e intensos.

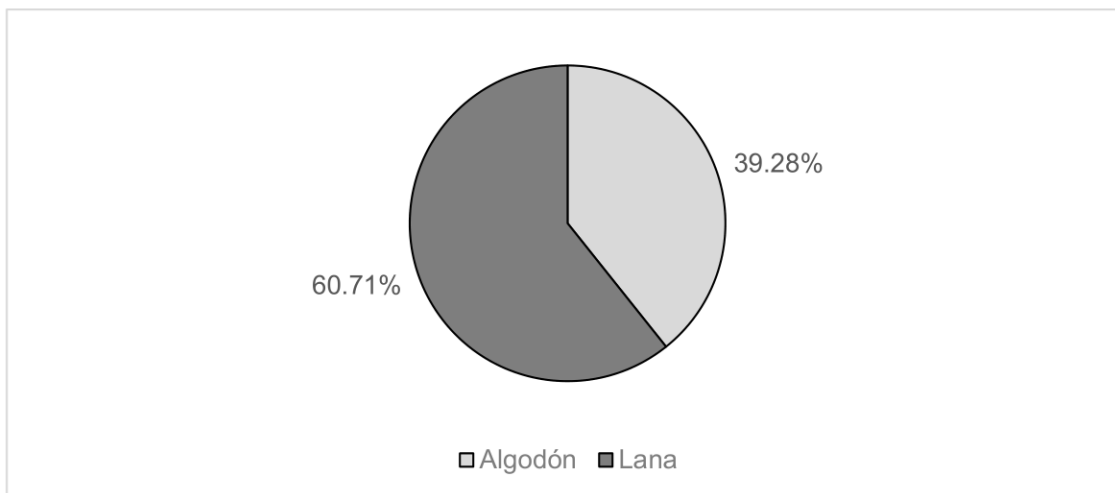


Figura 22. Fibras con mayor tonalidad en color.

El objetivo de la quinta pregunta (¿cuál es la fibra que más te agrada en cuanto al color?), es conocer la fibra que mayormente les agrada en cuanto al criterio y opinión personal. La planta que obtuvo la fibra mas llamativa fue la *Tradescantia Zebrina* a pH ácido (Figura 13) aplicada en el algodón por lo tanto es muy poca la variación en cuanto al porcentaje puesto que el agrado de colores en algodón es mayor, obteniendo un 50.08% y en lana un 49.91% (Figura 23) de agrado, aunque no es mucha la diferencia de los porcentajes se hace notar que el color de la fibra en algodón en tono morado (Figura 13) es llamativo para la mayoría.

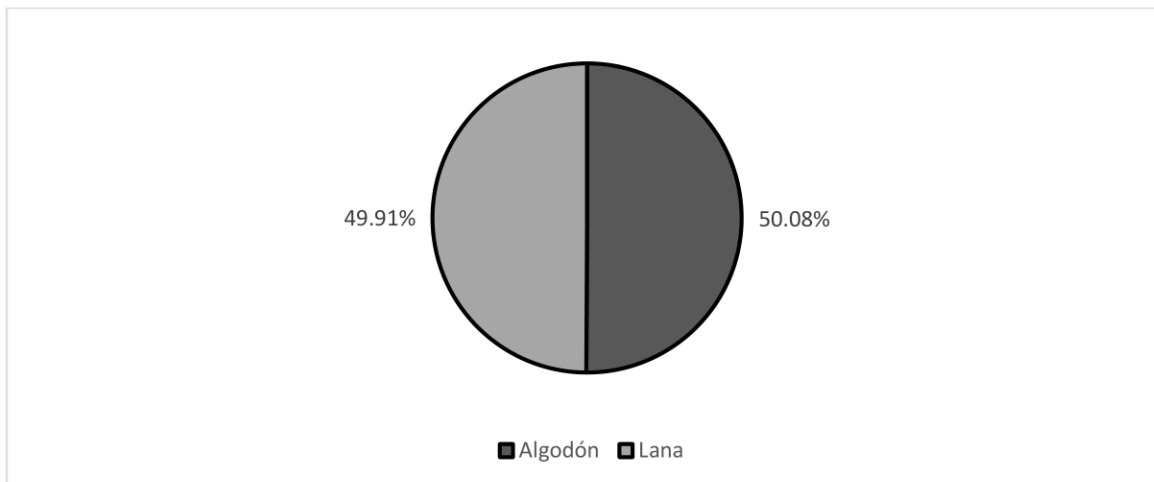


Figura 23. Agrado de fibras en base a la tonalidad de color.

En la sexta pregunta (¿cuál es el color que mayormente se percibe en las fibras?), se les dieron las muestras a los participantes y una clasificación predeterminada de colores para que los encasillaran en cada uno de ellos, el objetivo de esta pregunta es ver cuál es el color que mayormente puede verse en las fibras.

A continuación, se obtuvieron los siguientes resultados mostrados en la figura 24, en donde el color café es el que destaca entre las fibras obteniendo el 22.93%, seguido del verde con 17.60%, aplicado en lana como puede verse en las figuras 17 y 18.

Las preferencias de colores han sido ampliamente investigadas por psicólogos, puesto lo menciona (Crozier, 1999) por un acuerdo generalizado sobre el atractivo de los colores ya sea por la edad, diferencias de género y personalidad que pueden percibirlos de diferente color; por ejemplo, la muestra de *Tradescantia Zebrina* con pH ácido (Figura 13) en algodón, fue clasificada como morada por algunos de los encuestados y otros la identificaron como rosa.

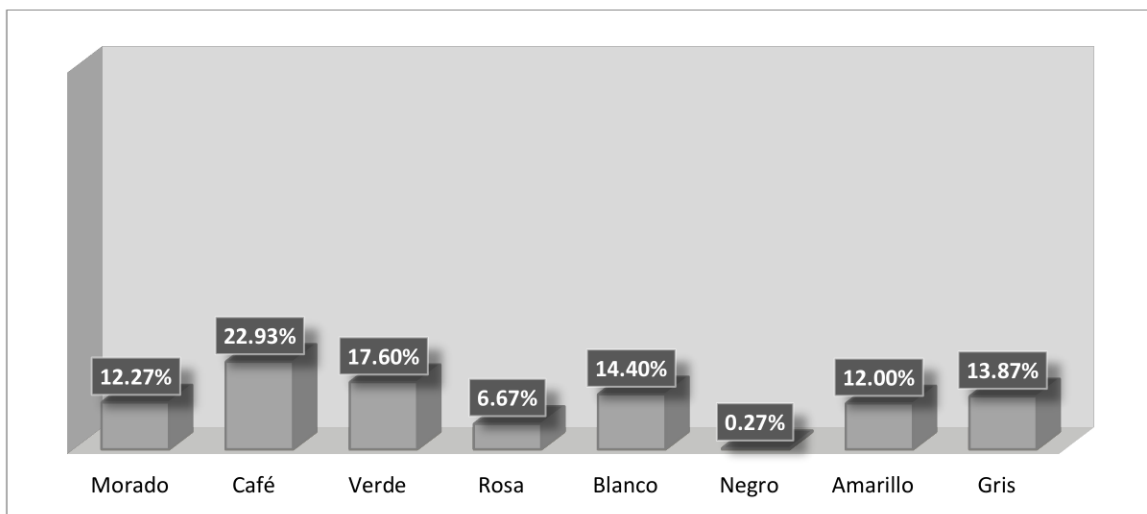


Figura 24. Color que destaca en las fibras.

En la séptima pregunta (se presentan seis fibras que puedan tener o NO tener diferencia, realiza una clasificación entre las que creas que son iguales.) se busca determinar si se logra diferenciar entre el color de las fibras; los encuestados tenían que realizar dos clasificaciones y separar las fibras del mismo color y cualidades.

La mayoría de los entrevistados 92.47% véase en la figura 25, lograron la clasificación correcta, sin embargo, el 7.52% notaban que las fibras tenían algunas variaciones en su teñido. Los resultados indican que las personas observan en su mayoría un teñido uniforme.

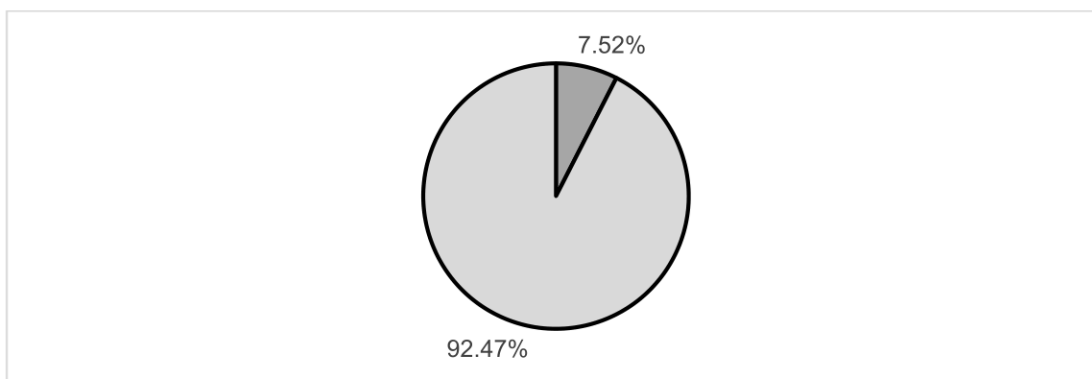


Figura 25. Clasificación de homogeneidad del color.

Capítulo 8

Conclusiones y trabajo a futuro

Se ha comprobado que las hojas de la planta *Tradescantia* (*Commelinaceae spp.*) poseen propiedades y características tintóreas. De igual forma se demostró que puede teñir fibras como lo son la lana de borrego y el algodón; se llevaron a cabo pruebas a pH neutro, ácido y básico obteniendo como resultado la tinción de fibras a colores totalmente diferentes.

Una vez realizadas las tinciones utilizando dos tipos de *Tradescantia*, dos tipos de fibra y diferentes pH, se realizaron encuestas para saber las diferentes opiniones en base a las muestras obtenidas. La planta con mayor tinción de las fibras es la *Tradescantia Zebrina*, puesto que la tonalidad del color si cambiaba muy drásticamente, en cuanto a la fibra con mayor agrado para los encuestados en cuanto a textura y color es el algodón y en base a las muestras obtenidas el color más llamativo para la mayoría fue a pH ácido (3) en algodón obteniendo un tono morado, también se comprobó que color que mayormente se logra ver en las fibras fue el café obteniendo un porcentaje alto para concluirlo.

El trabajo a futuro, se deben realizar más pruebas e investigaciones para una mejor fijación del color en las fibras ya que al momento de estar mucho tiempo en contacto con la piel va haciendo que el color disminuya y no sea intenso como al comienzo de que pasan por el proceso del teñido.

Referencias bibliográficas

- Rodriguez, J. P. (2010). Contaminacion del agua. *Contaminacion ambiental en colombia*. (págs. 255-300). Bogota: Fundacion en causa por el desarrollo humano.
- Albiano, F. N. (17 de Septiembre de 2003). *Toxicologia laboral*. Obtenido de Criterios para la vigilancia de los trabajadores expuestos a sustancias quimicas peligrosas.:
<http://www.cucba.udg.mx/sites/default/files/proteccioncivil/normatividad/ToxicologiaLaboralVigilanciadelosTrabajadores.pdf>
- Al-Degs, Y. (2000). Effect of carbon surface chemistry on the removal of reactive dyes from textile effluent. *Water Res* 34, 927-935.
- Allafi, F., & Hossain, M. S. (2020). Advancements in Applications of Natural Wool Fiber: Review. *Journal of Natural Fibers.*, 497-512.
- Anderson, E., & Woodson, R. E. (1935). *The species of Tradescantia indigenous to the United States*. Jamaica: The Arnold Arboretum IX, Of Harvard University.
- Baños, E. J. (2014). *Analisis sensorial*. Puebla: Otoño Primera Edicion.
- Cadavid, S. (2013). *Dye for wool, cotton and nylon from the avocado pit*. Medellin: Tecnologia en diseño textil y produccion de modas.
- Catanho, M. (2006). *Evaluation of electrochemical and photoelectrochemical methods for the degradation of three textile dyes*. Brasil: Quimica Nova.
- Chigurupati, N. (2002). *Evaluation of red cabbage dye as a potential natural color for pharmaceutical use*. California: Department of Pharmacy Sciences.
- Crozier, R. W. (1999). "The meanings of colour: preferences among hues". *Pigment & Resin Technology*, Vol. 28, pp. 6-14.
- Gutierrez, J. M. (2005). *Utilizacion de colorantes naturales en el teñido de fibras de algodón en tejido de puntos aplicados por el metodo de agotamiento*. Guatemala: Facultad de Ingenieria.
- Gutierrez, J., & Salsamendi, A. (2001). *Fundamentos de ciencia y toxicologia*. Diaz de Santos.

- Hassimi, A. H. (2020). Natural dye extracted from areca catechu fruits as a new sensitizer for dye-sensitised solar cell fabrication: Optimisation using D-Optimal design . *ELSEVIER*, 240.
- Holfeld, W., & Pike, R. (December de 1985). Role of Fiber Surface in Dye Rate Uniformity. *Textile Chemist & Colorist.*, 19-26.
- Ibañez, A. (2013). *Pigmentos, colorantes y tintes: una particular vision. Parte II*. Buenos Aires: De Interes.
- Ibañez, A. F. (20 de 01 de 2014). PIGMENTOS COLORANTES Y TINTES: UNA PARTICULAR VISIÓN. PARTE II. *EDENLAQ*, 137-145.
- Jess, C. (5 de Junio de 2019). *El teñido de tejidos: el mayor problema de contaminación de la industria de la moda*. Obtenido de Vogue: <https://www.vogue.es/moda/articulos/tintes-toxicos-ropa-problemas-contaminacion-industria-moda>
- Kant, R. (2012). Textile dyeing industry an environmental hazard. *Natural Science*, 22-26.
- Karthikeyan, S. (2006). Impact of textile effluents of fresh water fish *Mastacembelus armatus* (Cuv. & Val). *E-journal of Chemistry.*, 303-306.
- Mendes, V. d., & Torres, S. R. (2016). Preliminary spectroscopic and thermo-optical characterization of anthocyanin unpurified crude extracted from *Tradescantia Pallida Purpurea*. *Dyes and pigments*, 135., 57-53.
- Merdan, N., & Eyupoglu, S. (2017). Textiles and clothing sustainability. En S. Muthu, *Sustainable textile chemical processes*. (págs. 1-14). Singapore: Springer.
- Mogahzy, Y. E. (2008). Friction and surface characteristics of cotton fibers. En Y. E. Mogahzy, *In friction in textile materials*. (págs. pp. 225-252). Auburn University, USA: Woodhead publishing. .
- Obando, P. R. (2013). *Tintura alternativa en hilos de lana con colorantes naturales*. Ecuador: Ibarra.
- Papa, E. (2018). *Investigacion de tintes naturales, aplicado a la lana como fibra natural*. Montevideo: FARQ.

Referencias bibliográficas.

- Pazos, S. (2017). *Teñido en base a tintes naturales: conocimiento y técnicas ancestrales de artistas textiles de Peru y Bolivia*. Lima: Soluciones Practicas.
- Portillo, O., & RE. (2013). *Tintura alternativa en hilos de lana con colorantes naturales*. Bachelor's thesis.
- Rodriguez, J. P. (2010). Contaminacion del agua. *Contaminacion ambiental en colombia*. (págs. 255-300). Bogota: Fundacion en causa por el desarrollo humano.
- Salcedo, D. (2022). Sensory perception, cognition, interactivity and information and communication technologies (ICT) in learning processes. *RECIAMUC.*, 388-395.
- Sánchez de Lorenzo, J. M. (19 de Febrero de 2020). *Tradescantia (Commelinaceae)*. Obtenido de Flora Ornamental Española.: <https://www.arbolesornamentales.es/Tradescantia.pdf>
- SHI, Z., & LIN, M. (1992). Stability of anthocyanins from *Tradescantia pallida*. *Journal Food Science* 57(3)., 758-770.
- Slater, K. (2003). *Environmental impact of textiles: production, process and protection*. Boca Raton: Woodhead Publishing. .
- Zaruma, P. E. (20 de Junio de 2018). Textile industrial dyes and optimal wastewater effluents treatments: a short review. Durango, Durango, Mexico : Revista de la Facultad de Ciencias Quimicas.
- Zunino, R. (2016). *La lana como soporte del cuerpo*. Montevideo: EUCD.

Anexo I: Primeras pruebas realizadas con Tradescantia Zebrina para conocer la concentracion.



Figura 26. Muestra con 1g de planta



Figura 27. Muestra con 2g de planta



Figura 28. Muestra a 3g de planta



Figura 29. Muestra a 4g de planta



Figura 30. Muestra a 10g de planta



Figura 31. Muestra a 20g de planta

Anexo II. Primeras pruebas realizadas con Tradescantia Quadricolor para conocer la concentracion.



Figura 32. Muestra con 1g de planta



Figura 33. Muestra con 2g de planta



Figura 34. Muestra con 3g de planta



Figura 35. Muestra con 4g de planta



Figura 36. Muestra con 10g de planta

Anexo III: Proceso y materiales para llevar a cabo la extracción del colorante natural.



Figura 37. Corte de la hoja para mejor extracción.



Figura 38. Añadir los trozos y esperar el punto de ebullición.



Figura 39. Lana de borrego ya mordentada y soluciones para cambio de pH.

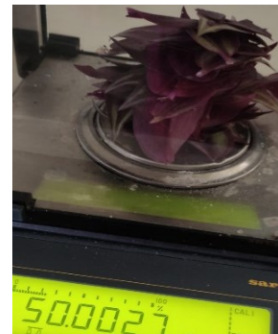


Figura 40. Peso establecido para todas las muestras.

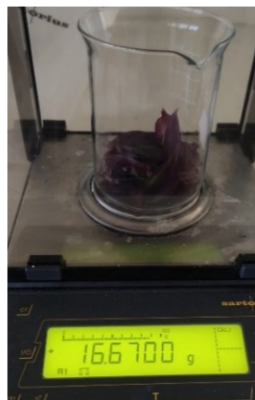


Figura 41. Regla de tres del peso establecido para tres muestras.



Figura 42. Medir pH para todas las muestras.



Figura 43. Fibra de lana teñida a 50gr.



Figura 44. Extracción de la fibra después del teñido.

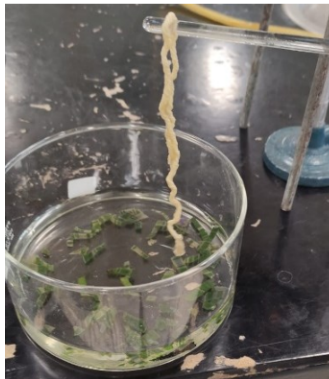


Figura 45. Lavar la fibra para comprobar el color de teñido.



Figura 46. Fibra con mayor agrado en pH ácido.