

# INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DEL SUR DE GUANAJUATO



## TEÑIDO DE FIBRAS NO SINTÉTICAS CON PGIMENTOS EXTRAÍDOS DE *TRADESCANTIA* *PALLIDA* USANDO MORDIENTES NATURALES

Opción 2: Titulación integral

– Tesis profesional

Elaborado por:

Miguel Angel Silva Silva

Que presenta para obtener el título de:

**INGENIERO AMBIENTAL**

Asesor:

M. C. Susana Ramírez Guízar

**“TEÑIDO DE FIBRAS NO SINTÉTICAS CON  
PIGMENTOS EXTRAÍDOS DE *TRADESCANTIA  
PALLIDA USANDO MORDIENTES NATURALES*”**

Elaborada por:

**Miguel Angel Silva Silva**

Aprobado por. ....

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

Revisado por. ....

Ing. José Luis Rocha Pérez  
Docente de la carrera de Ingeniería Ambiental  
Revisor de la opción 2 de titulación Integral.

Revisado por. ....

Dr. Edgar G. Blanco Díaz  
Jefe de la división de Ingeniería Ambiental  
Revisor de la opción 2 de titulación Integral



## LIBERACIÓN DE PROYECTO PARA LA TITULACIÓN INTEGRAL

Uriangato, Gto. 02/Julio/2024

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): Miguel Angel Silva Silva	
Carrera: Ingeniería Ambiental	Núm. de control: A18120253
Nombre del proyecto: Teñido de fibras no sintéticas con pigmentos extraídos de tradescantia pallida usando mordientes naturales	
Producto: Tesis Profesional	

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

ATENTAMENTE

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

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

Dr. Edgar G. Blanco Díaz	M.C. Susana Ramírez Guizar	Ing. José Luis Rocha Pérez

c.c.p.- Expediente



## **Agradecimientos**

A dios, por haberme guiado y por haberme permitido llegar a esta estancia de mi carrera, por llegar a esta etapa final. A mis padres, hermanos que me apoyaron en el transcurso de la carrera, así como el apoyo en el tiempo en que estuve trabajando en la tesis, a ellos que me brindaron su apoyo y cariño, siempre se mostraron orgullosos de mi esfuerzo. A mis tíos por brindarme labor cuando necesitaba.

A mis compañeros, amigos que me dieron ánimos y me ayudaron a no dejar de pensar que si podría lograr el terminar la tesis.

A mis maestros y asesores, en especial a la M. C. Susana Ramírez Guízar, que me brindaron su apoyo constantemente. Así como las personas que me brindaron trabajo en mi estancia en la Universidad.

# Índice

Portada.....	1
Capítulo 1 .....	12
Introducción. ....	12
Capítulo 2.....	13
Marco teórico (Antecedentes).....	13
2.1 Fibras textiles.....	13
2.1.1 Definición.....	13
2.1.2 Clasificación .....	13
2.2 Lana.....	14
2.2.1 Definición.....	14
2.2.2 Usos .....	14
2.3 Pigmentos.....	14
2.3.1 Definición.....	14
2.3.2 Tipos de pigmentos .....	14
2.3.2.1 Pigmentos orgánicos.....	15
2.3.2.2 Pigmentos inorgánicos.....	15
2.4 Contaminación por teñido .....	15
2.5 Alternativa contra la contaminación: Teñido natural .....	16
2.5.1 Teñido natural.....	16
2.6 Mordientes .....	17
2.6.1 Alumbre potásico.....	17
2.6.2 Cremor tártaro .....	18

2.6.3 Aloe Vera.....	18
2.7 Tradescantia Pallida .....	18
Capítulo 3.....	20
Planteamiento del problema .....	20
3.1 Identificación.....	20
3.2 Justificación.....	20
3.3 Alcance.....	20
Capítulo 4.....	22
Objetivos .....	22
4.1 Objetivos generales.....	22
4.2 Objetivos específicos.....	22
Capítulo 5.....	23
Metodología .....	23
5.1 Materiales .....	23
5.2 Métodos.....	23
5.2.1 Producción de madejas .....	23
5.2.2 Pre-mordentado (Lavado de fibra).....	23
5.2.3 Mordentado .....	23
5.2.4 Extracción del colorante natural.....	24
5.2.5 Ajuste de pH .....	24
5.2.6 Teñido de lana .....	24
5.2.7 Realizar pruebas de solidez a la luz y lavado .....	25
5.2.8 Medición de color antes y después de las pruebas de solidez.....	26
5.2.9 Analizar los datos obtenidos de las pruebas de solidez.....	26

Resultados .....	27
6.1 Extraer pigmentos de <i>Tradescantia pallida</i> .....	27
6.2 Pruebas de pH.....	27
6.3 Teñir fibras naturales. ....	28
6.4 Pruebas de solidez al lavado .....	31
6.5 Pruebas de solidez a la luz UV .....	31
6.6 Medición de color antes y después de las pruebas para determinar el mejor método de teñido. ....	32
Capítulo 7 .....	38
Análisis de Resultados.....	38
7.1 Extraer pigmentos de <i>Tradescantia pallida</i> .....	38
7.2 Cambio de pH.....	38
7.3 Teñir fibras naturales. ....	38
7.4 Análisis de los resultados de la prueba de solidez al lavado .....	45
7.5 Análisis de los resultados de la prueba de solidez a la luz .....	46
Capítulo 8.....	54
Conclusiones y trabajo a futuro.....	54
Referencias bibliográficas .....	56

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de diseño experimental.....	25
Figura 2. Solución del pigmento extraído de tradescantia pallida con una concentración 0.1 g/L.....	27
Figura 3. Soluciones de pigmentos con pH diferente (a) pH ácido (b) pH natural (c) pH básico. ....	28
Figura 4. Madejas teñidas con diferentes mordientes a concentración de 0.5 g/L.	30
Figura 5. Madejas etiquetadas después del proceso de teñido.....	30
Figura 6. Madejas secándose después del proceso de lavado cuando ya estaban teñidas.....	31
Figura 7. Sistema utilizado en la prueba de solidez a la luz UV.....	32
Figura 8. Muestras teñidas sin ninguna prueba de solidez. ....	39
Figura 9. Tratamiento por luminosidad de los diferentes tratamientos de teñido. .	42
Figura 10. Tratamiento por tonalidad de rojo de los diferentes tratamientos de teñido. ....	43
Figura 11. Tratamiento por tonalidad de amarillo de los diferentes tratamientos de teñido. ....	44
Figura 12. Muestras teñidas sometidas a la prueba de solidez a la luz UV. ....	45
Figura 13. Muestras teñidas sometidas a la prueba de solidez al lavado. ....	46
Figura 14. Tratamiento por desgaste por lavado de los diferentes tratamientos de teñido. ....	49
Figura 15. Tratamiento por desgaste por luz UV de los diferentes tratamientos de teñido. ....	50
Figura 16. Tratamiento por desgaste general de los diferentes tratamientos de teñido. ....	51
Figura 17. Tratamiento por desgastes (Lavado y Luz UV). ....	52

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Diferentes variables de teñido.....	22
--	----

Tabla 2. Datos obtenidos por el espectrofotómetro de la fibra de lana natural, los números 1,2 y 3 se refieren a las repeticiones de lectura de datos.....27

Tabla 3. Datos obtenidos por el espectrofotómetro de la fibra de lana teñida, sin ningún tratamiento, los números 1,2 y 3 se refieren a las repeticiones de lectura de datos  
.....27

Tabla 4. Datos obtenidos por el espectrofotómetro de la fibra de lana teñida, con tratamiento de solidez al lavado, los números 1,2 y 3 se refieren a las repeticiones de lectura de datos.....28

Tabla 5. Datos obtenidos por el espectrofotómetro de la fibra de lana teñida, con tratamiento de solidez a la luz UV, los números 1,2 y 3 se refieren a las repeticiones de lectura de datos.....30

Tabla 6. Tabla comparativa de tratamientos relevantes.....44

### **INDICE DE ECUACIONES**

Ecuación 1.....36

**Título de la tesis:**

“TEÑIDO DE FIBRAS NO SINTÉTICAS CON PIGMENTOS EXTRAÍDOS DE *TRADESCANTIA PALLIDA* USANDO MORDIENTES NATURALES”

**Resumen**

En la actualidad se han presentado altos niveles de contaminación del medio ambiente, en la región la contaminación del agua es un tema muy importante, esto por las abundantes descargas de aguas residuales que contienen una gran cantidad de productos químicos, en los últimos tiempos se ha dado el uso de productos biodegradables, donde en algunos destacan pigmentos naturales, los cuales son una solución a la contaminación.

La presente tesis tiene como propósito determinar el o los tratamientos de teñido de fibras no sintéticas (lana), con pigmentos extraídos de *tradescantia pallida* usando mordientes naturales que logren mantener su color después de ser sometidos a pruebas de solidez. El documento contiene una investigación donde se encuentra información de temas de interés al proyecto, así como los diferentes puntos de relevancia del proyecto y una redacción del proceso llevado a cabo para obtener resultados, estos se pudieron medir por medio de un espectrofotómetro.

## **Abstract**

At present, there are high levels of contamination, in the region water contamination is a very important issue, due to the abundant discharge of wastewater containing a large amount of chemicals, in recent times there has been the use of biodegradable products, where in some natural pigments stand out, which are a solution to pollution.

The purpose of this thesis is to determine the treatment(s) for dyeing non-synthetic fibers (wool) with pigments extracted from *Tradescantia pallida* using natural mordants that manage to maintain their color after being subjected to fastness tests. The document contains research where information on topics of interest to the project is found, as well as the different points of relevance of the project and a writing of the process carried out to obtain results, these could be measured by means of a spectrophotometer.

## **Palabras clave** (Keywords)

*Tradescantia pallida*, mordiente, aloe vera

## **Capítulo 1**

### **Introducción.**

El uso de fibras, ya sean naturales o artificiales, conlleva una gran demanda dentro del mercado. En los últimos tiempos, quienes requieren de estas materias, han utilizado las más convenientes para ellos, y sin dudarlo las más convenientes, suelen ser las de origen químico, pero, sin embargo, estas requieren de procesos que suelen ser una gran amenaza para el medio ambiente. El uso de pigmentos, colorantes y mordientes químicos, es otra de las grandes amenazas al medio ambiente, al utilizar los últimos mencionados, se llega a tener un alto consumo de agua, y desechos de aguas residuales en cantidades alarmantes.

Por lo tanto, una solución sostenible y muy confiable, es el teñido natural, de esto se podría hablar sobre usar una fibra, pigmento o mordiente, la fibra animal más conocida es la lana de oveja, ya que por su sencilla adquisición no causa problema alguno el usarla; los pigmentos de origen natural, los encontramos dentro de algunas cosas que usamos en nuestra vida cotidiana, de hecho algunos de nuestros alimentos contienen pigmentos, a muchas de las plantas se les puede extraer pigmentos, las tonalidades dependerán del tipo de planta y de la parte de la planta que se utilice. Mientras que los mordientes son utilizados para abrir las fibras y a estas se les pueda fijar los colores del pigmento, algunos son de fácil adquisición, y también los utilizamos en nuestra vida cotidiana.

En el presente proyecto, se llevó a cabo el uso de diferentes materiales naturales, la fibra natural que se utilizó, fue lana de oveja, el cremor tártaro y alumbre potásico son mordientes orgánicos, y fueron los empleados en el proyecto, mientras que, para obtener el pigmento natural, se utilizaron las hojas de la especie *Tradescantia pallida*.

## **Capítulo 2**

### **Marco teórico (Antecedentes).**

#### **2.1 Fibras textiles**

##### **2.1.1 Definición**

Una fibra textil es un sólido de estructura más o menos cilíndrica, macroscópicamente homogéneo, caracterizado por su flexibilidad, pequeña sección transversal y una elevada relación longitud/grosor. Se utiliza como materia prima para obtener materiales textiles.

##### **2.1.2 Clasificación**

En función de su origen, las fibras textiles pueden clasificarse en dos grandes grupos:

- Fibras naturales. Son las que se presentan como tales en la naturaleza. Proviene del reino vegetal, animal o mineral. Las fibras naturales de origen vegetal pueden provenir de la semilla, del tal o de la hoja de la planta. Las fibras de origen animal pueden dividirse en lana (pelo de la oveja), pelos (de animales que no son la oveja) y sedas (segregación de diversas especies de gusanos). La única fibra natural de origen mineral es el amianto.
- Fibras sintéticas. Son aquellas que se obtienen a través de procesos de transformación de los polímeros que forman las fibras. Hay dos tipos, las orgánicas y las inorgánicas. Las orgánicas pueden fabricarse a partir de polímeros naturales que sufren una transformación por acción de agentes químicos (fibras artificiales), o bien de polímeros obtenidos por síntesis química (fibras sintéticas). En inglés las fibras químicas se denominan *Man Made Fibers (MMF)*, lo cual tiene sentido porque no se extraen directamente

- de la naturaleza, sino que se obtienen a través de tecnologías humanas. Las fibras inorgánicas están constituidas principalmente por los productos químicos inorgánicos, en base a elementos naturales tales como carbono, silicio y boro (Gallissá, 2017).

## **2.2 Lana**

### **2.2.1 Definición**

La lana es una fibra textil formada en los folículos de la piel del ovino que integra el vellón del animal. Constituye una fibra suave y rizada, que en forma de vellón recubre el cuerpo de las ovejas. Está formada a base de la proteína llamada queratina, en torno al 20-25% de proporción total.

### **2.2.2 Usos**

Los usos de la lana están en relación directa con una gama de diámetros que la hacen utilizable en ropa (industria textil). Dos tercios de la lana van a la manufactura de prendas (telas, chompas, abrigos, etc.), un tercio se destina a la manufactura de sabanas antiestáticas o alfombras antirruido.

En la industria de la construcción se utilizan hojas aglomeradas de lana gruesa para aislamiento térmico y/o acústico (Gómez, 2009).

## **2.3 Pigmentos**

### **2.3.1 Definición**

Los pigmentos son sustancias de origen natural que proporcionan un color particular que dependen de su naturaleza, estos se encuentran en grandes cantidades de organismos vivos en la naturaleza, como plantas y animales.

### **2.3.2 Tipos de pigmentos**

Los pigmentos pueden clasificarse, en dos grandes grupos: orgánico e inorgánicos, una diferencia entre estos, son que los pigmentos orgánicos son de origen vegetal o animal, mientras que los pigmentos inorgánicos son de origen mineral, se obtienen a escala industrial (Flores, 2021).

### **2.3.2.1 Pigmentos orgánicos**

Los pigmentos orgánicos son derivados de la corteza de los árboles, raíces, líquenes, néctar de frutas y flores. Se debe agregar que, los colores orgánicos igualmente pueden proceder de animales y se fabrican mediante la cocción de insectos como es el caso de la cochinilla para obtener un color peculiar, moluscos y entre otros (Barrera, 2024).

### **2.3.2.2 Pigmentos inorgánicos**

Los pigmentos inorgánicos se denominan también como pigmentos minerales pues algunos se hallan en la naturaleza. En relación a sus características, es difícil generalizar, porque estas difieren de uno a otro y están ligadas al sistema de obtención. Los pigmentos obtenidos a altas temperaturas presentan una mayor estabilidad al calor y mejor solidez a la intemperie (Medina, 2008).

Más de diez mil diferentes tipos de pigmentos y colorantes sintéticos son usados en diferentes industrias como la textil, papelera, cosmética y farmacéutica, entre otras. Muchas actividades industriales liberan grandes cantidades de efluentes, contaminadas con colorantes, al ambiente. La principal fuente emisora de colorantes es la industria textil (Cortázar, n.d.)

## **2.4 Contaminación por teñido**

La industria textil es una de las más importantes de nuestro país. Sin embargo, es una de las industrias con mayor consumo de agua y las aguas residuales que se generan contiene un gran número de contaminantes de diferente naturaleza. Entre los contaminantes se destacan los colorantes. Estos compuestos se diseñan para ser altamente resistentes, incluso a la degradación microbiana, por lo que son difíciles de eliminar en las plantas de tratamiento convencionales (Cortazar, *et al.*, 2014).

## **2.5 Alternativa contra la contaminación: Teñido natural**

Frente al escenario de los colorantes industriales y su alto índice de toxicidad y consumo de agua, se presenta una solución sostenible mediante el uso eficiente de recursos naturales, con el fin de minimizar el impacto ambiental y brindar un beneficio social al involucrar pigmentos naturales para la industria textil.

En la actualidad existe una tendencia por retomar los colorantes naturales sustituyendo los colorantes sintéticos. Químicamente los tintes naturales tienen la virtud de teñir fibras naturales y la industria de la moda experimenta un resurgimiento para responder de manera ética y sustentable buscando fórmulas para el teñido con tintes y mordientes naturales sobre fibras textiles de origen vegetal y animal (López, 2022).

### **2.5.1 Teñido natural**

Los tintes naturales fueron los únicos usados desde la antigüedad hasta que se descubrieron los sintéticos a mediados del siglo XIX, acompañando la evolución de la humanidad para satisfacer su necesidad de llevar el color a los textiles que formaban parte de su vida cotidiana.

El teñido natural tiene múltiples beneficios, siendo un factor clave en el desarrollo de la moda sostenible y en la creciente demanda de productos que utilicen tintes

naturales, causada por la concientización de los consumidores por la preservación del ambiente y su salud. Además, se ha comprobado que los colorantes de origen natural poseen efectos benéficos para la salud de las personas, debido a que en algunos casos cuando estos forman parte de la planta tienen la función de absorber los rayos UV manteniendo esta función en el ámbito textil, sin provocar irritaciones ni alergias (Rodas, 2021).

Las plantas tintóreas se utilizaron mucho en distintos contextos, pero debido a que son materiales perecederos, no sobrevivieron por mucho tiempo, y por esta razón es muy difícil de encontrar evidencias arqueológicas de este tipo. Algunos investigadores postulan que una de las primeras formas del uso de pintura entre grupos humanos, es lo que se conoce como pintura corporal, la cual no se circunscribió a una función ritual, sino también a una adaptación al ambiente, y funciona como un tipo de repelente para insectos (Guirola, 2010).

## **2.6 Mordientes**

Son sustancias químicas, se caracterizan por ser solubles en agua y sirven para fijar el colorante a la fibra de manera uniforme y estable al contacto con la luz y el agua. Antiguamente se empleaban con este fin ciertos productos naturales como: cenizas, hojas de palta o corteza de nogal. Productos como limón, sal, alumbre, vinagre, orina humana, cenizas, zumo de penco negro, entre otros, se han utilizado en diversas regiones. Hoy en día se utilizan sales solubles de metales como aluminio, cobre hierro y estaño en cantidades mínimas para no dañar la fibra, ya que si se usan en exceso pueden dejarla rígida y áspera. Los mordientes también son utilizados para variar las tonalidades del color agregándolos en la parte final del teñido (Palacios, 2022).

### **2.6.1 Alumbre potásico**

Se trata de un mineral compuesto por alumbre de potasio, una especie de sal de aluminio y potasio hidratado. Se encuentra de manera natural en yacimientos de todo el mundo, especialmente en Oriente Medio.

Su aspecto es el de una piedra semitransparente y de color blanquecino que cuenta con muchos usos y beneficios, desde desodorante hasta cicatrizante, pasando por la limpieza de tejidos (El Mundo, 2022).

### **2.6.2 Cremor tártaro**

El cremor tártaro es un compuesto denominado bitartrato potásico o también sal ácida. Un polvo blanco que se encuentra de forma natural en plantas, pero también en el mundo del vino formado tras la fermentación de la uva y decantados en el fondo de los barriles. En la industria alimentaria se conoce como aditivo E-334 (Balanzino, 2024)

### **2.6.3 Aloe Vera**

En el género Aloe, se conocen alrededor de 200 o más especies distribuidas por tierras de todo el mundo tropical o subtropical. La “*Enciclopedia Pictórica de Plantas Exóticas*”, presenta 120 fotos de las diferentes especies. No obstante, la mejor conocida en el mundo es la Aloe vera.

Su poder de resistencia a las sequías, es tan fuerte que puede vivir sin agua por varios años, dentro de las casas, solo dependiendo de la humedad del ambiente.

El aloe vera es una planta siempre verde, de hojas largas y carnosas. Normalmente crece en estado espontáneo en las lomas, a orilla de los caminos y en lugares pedregosos, donde llueve poco (Ortiz, 2010).

## **2.7 Tradescantia Pallida**

El género *Tradescantia*, perteneciente a la familia *Commelinaceae*, incluye unas 65-70 especies de plantas perennes, rara vez anuales, normalmente con raíces fibrosas o tuberosas. Las hojas se disponen en espiral o en dos filas, y son sésiles o más raramente pecioladas. Sus inflorescencias suelen ser terminales, a veces también axilares, y se componen de pares unidos de cimas sésiles o más raramente pecioladas. Sus inflorescencias suelen ser terminales, a veces también axilares, y se componen de pares unidos de cimas sésiles, contraídas, envueltas por brácteas cimboriformes con apariencia foliar o no.

***Tradescantia Pallida***. Planta herbácea, suculenta, con tallos ascendentes, de hasta 40 cm de largo, glabros, de color violeta purpura. Hojas dispuestas en espiral, algo carnosas, de oblongo-elípticas a elíptico-lanceoladas, de 7-15 x 2-3,5 cm, con base simétrica, de redondeada a anchamente cuneada, al ápice agudo y el margen diminutamente ciliado; son glabras o glabrescentes, de color verde glauco, rojizas o con mayor frecuencia de color violeta purpureo. Inflorescencias terminales, con pedúnculos de 6-11 cm de largo, generalmente con 2 brácteas desiguales, parecidas a las hojas, pero de menor tamaño. Flores subsésiles o sobre pedicelos de 5-6 cm de largo, blanco-pilosos en el ápice. Cáliz con sépalos hialinos, libres, de 7-8 mm de longitud; corola con pétalos unguiculados, conniventes en la base, de la 1,5-2 cm de longitud, rosados, más raramente blancos. Estambres epipétalos, con los filamentos espaciadamente barbados. Fruto en capsula trilocular. Es nativa de México (Sánchez, 2004).

## **Capítulo 3**

### **Planteamiento del problema**

#### **3.1 Identificación.**

Los textiles sintéticos como poliéster producen, a partir de su desgaste, fibras muy pequeñas que forman parte de los contaminantes conocidos como micro plásticos. Su creciente presencia en el ambiente se debe al intenso uso de tejidos sintéticos y a que estos no se biodegradan con facilidad (Vázquez, 2019). Un tema de gran relevancia en el campo textil ha sido la contaminación por colorantes. Los colorantes, en especial los de origen sintético que se encuentran presentes en las aguas residuales, son responsables de muchos de los efectos nocivos para el medio ambiente, la flora y la fauna (Arango, 2007). Junto con los colorantes hay un punto importante dentro de la industria, los mordientes. Los mordientes químicos, generalmente sales metálicas, se utilizan ampliamente en el sector de teñido de textiles debido a su excelente capacidad de fijación del tinte, en el proceso de teñido, los efluentes causan problemas ambientales y de salud (Kümmerer, 2023).

#### **3.2 Justificación.**

La demanda de pigmentos de origen natural ha aumentado debido a sus métodos de extracción sostenibles y que en comparación con los tintes sintéticos no causan toxicidad en el medio ambiente o en las personas.

#### **3.3 Alcance.**

El objetivo del proyecto es por medio de las determinar un tratamiento adecuado de teñido natural con la especie *tradescantia pallida*, para sustituir los tradicionales teñidos con productos sintéticos, los cuales, son una fuerte fuente de contaminación.

Se llevará a cabo el uso tres biomordientes y se determinara también cual es el adecuado para el teñido que se realizara. Estos mordientes tienen un impacto ambiental muy bajo en comparación con los mordientes metálicos. Se utilizarán técnicas de pre-mordentado para abrir las fibras y mordentado para fijar y evitar que se pierda el color después del lavado o exposición a la luz solar.

## Capítulo 4

### Objetivos

#### 4.1 Objetivos generales.

Teñir fibras de lana empleando el pigmento extraído de las hojas de *Tradescantia pallida* utilizando mordientes naturales.

#### 4.2 Objetivos específicos.

- Producir madejas de fibra de lana.
- Extraer pigmentos de *Tradescantia pallida*.
- Realizar el proceso de pre-mordentado en las fibras.
- Diseñar un análisis factorial alternando las variables del teñido (diferentes: concentraciones, pH y mordientes).
- Teñir fibras naturales.
- Realizar pruebas de solidez al lavado y solidez a la luz y analizar los datos antes y después de las pruebas para determinar el mejor método de teñido.

## **Capítulo 5**

### **Metodología**

#### **5.1 Materiales**

La fibra a utilizarse será lana de ovejas, se utilizarán mordientes naturales (aloe vera, alumbre potásico y cremor tártaro). El pigmento natural será obtenido a partir de *Tradescantia pallida*.

#### **5.2 Métodos**

##### **5.2.1 Producción de madejas**

Se llevará a cabo la realización de madejas con la fibra, las madejas deberán de tener un peso de 4 g.

##### **5.2.2 Pre-mordentado (Lavado de fibra)**

Antes de ser utilizada la fibra, será dispuesta a un proceso de lavado. El lavado se llevará a cabo con jabón biodegradable de la marca Roma 4g/L 85°C por 1 hora.

##### **5.2.3 Mordentado**

En el proceso de mordentado se utilizarán tres tipos de mordientes naturales el aloe vera, otro una combinación de cremor tártaro y alumbre potásico y la tercera combinación de los tres, cabe mencionar que de la solución de mordentado se tomará que por cada madeja se utilizarían 100 ml de solución de mordentado y serán expuestas por 45 minutos a 85°C. Las preparaciones de mordentado serán las siguientes:

- Aloe vera. Se recolectan hojas frescas aloe vera, a estas se les da un lavado para después quitar la parte verde, es decir la capa exterior y solamente obtener la parte líquida está se utiliza para lograr la primera solución de mordentado de aloe vera 200ml/ 800 ml H<sub>2</sub>O.
- Cremor tártaro y alumbre potásico. Para esta solución se utiliza el 10% de alumbre potásico y 5% de cremor tártaro respecto del peso de las madejas que se utilizarán. Las madejas pesan 4 g por lo que de alumbre potásico se utilizara 0.4 g y de cremor tártaro 0.2 g para la solución de 100 ml.
- Aloe vera, Cremor tártaro y alumbre potásico. En esta se utilizarán las mismas cantidades que las soluciones de mordentado anteriores.

### 5.2.4 Extracción del colorante natural

La extracción del colorante natural de *Tradescantia pallida* se obtendrá por medio de una preparación de 5g y 10 g por cada 100 ml de agua. La parte utilizada será la hoja, la cual se cortará en pequeños trozos de aproximadamente 1 cm<sup>3</sup>, dichas preparaciones serán sometidas a una cocción de 1 hora a 90°C. después de esto, el líquido con los trozos de hoja será filtrado para así obtener solamente el líquido. Los pedazos de hoja se desechan.

### 5.2.5 Ajuste de pH

Se ajustará el pH para obtener soluciones acidas, alcalinas y neutras. El pH alcalino se obtendrá directamente de la cocción, pues se espera tenga un valor adecuado para utilizarse como un pH neutro.

Esto se obtendrá utilizando NaOH y HCl, los pH conseguidos se espera estén dentro de los valores adecuados.

### 5.2.6 Teñido de lana

Se utilizará la solución de la extracción de pigmento de *Tradescantia pallida* para la tinción, se necesitarán 100 ml de solución por madeja. Después de teñirse se exprimarán y se dejarán secar.

Para el teñido, como ya se había mencionado se utilizarán 2 concentraciones 0.05 g/L y 0.1 g/L, además de que por cada concentración se tendrán en cuenta los tres pH así como los tres diferentes mordientes, se llevaran a cabo 3 repeticiones de cada uno, es decir se teñirán 27 madejas por cada concentración. Como se muestra en la Figura 1, donde se muestran las siguientes abreviaciones 3R. Tres repeticiones, ALVE. Aloe vera, CT/AP. Cremor tártaro y Alumbre potásico y AVCA. Aloe vera, Cremor tártaro y Alumbre potásico.

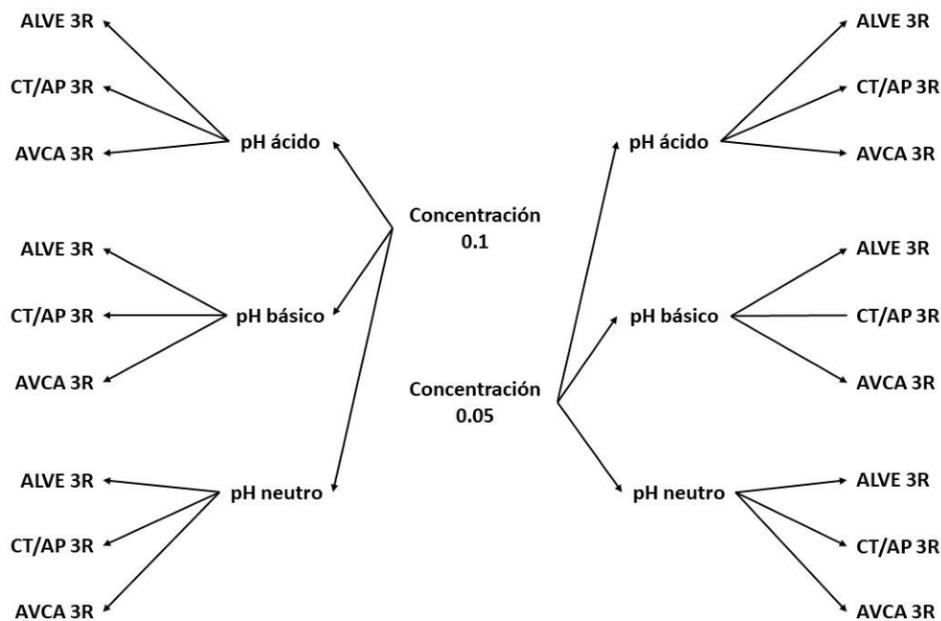


Figura 1. Diagrama de diseño experimental.

### 5.2.7 Realizar pruebas de solidez a la luz y lavado .

Las madejas secas ya teñidas se someterán a pruebas de solidez. Para tener ordenadas las madejas se utilizarán porta hilos para de cada una de las 54 madejas; se someterán a tres pruebas (ninguna, solidez al lavado y solidez a la luz).

Como primer punto se realizarán 2 muestras en portahilos de cada una de las madejas, 1 muestra se quedará intacta y la otra muestra será sometida a la prueba de solidez a la luz, para esto se utilizará Lámpara UV onda corta 254nm, onda larga 365nm y cabe mencionar serán utilizadas las dos ondas. El restante de la madeja será lavado con el jabón marca Roma, y después será enjuagada y se dejará secar, ya seca la madeja se colocará en el portahilos para tener la tercera muestra producto de la prueba solidez al lavado.

### **5.2.8 Medición de color antes y después de las pruebas de solidez.**

Se menciona el antes y el después, pues en el punto anterior se mencionó que de cada madeja se realizaran 3 muestras, una de ellas será sin ninguna prueba de solidez y a las otras dos se le realizara una prueba a cada una.

Se utilizará el espectrofotómetro "Spectra", de sencillo uso, es necesario descargar la aplicación "Spectro by Variable" en la tienda de aplicaciones de un celular. El espectrofotómetro se conecta vía bluetooth al celular ya conectado, al oprimir el botón del espectrofotómetro este arrojará una serie de datos en la aplicación.

### **5.2.9 Analizar los datos obtenidos de las pruebas de solidez.**

Se analizarán todos los datos obtenidos, para determinar de acuerdo a las tinciones realizadas, cuáles con las variables más adecuadas al momento de teñir.

## Capítulo 6

# Resultados

### 6.1 Extraer pigmentos de *Tradescantia pallida*.

La solución obtenida de la extracción del pigmento fue de un tono entre rosado y violeta, la solución se percibía agradablemente. En la Figura 2 se muestran dos frascos con la solución de concentración 0.1 g/L.

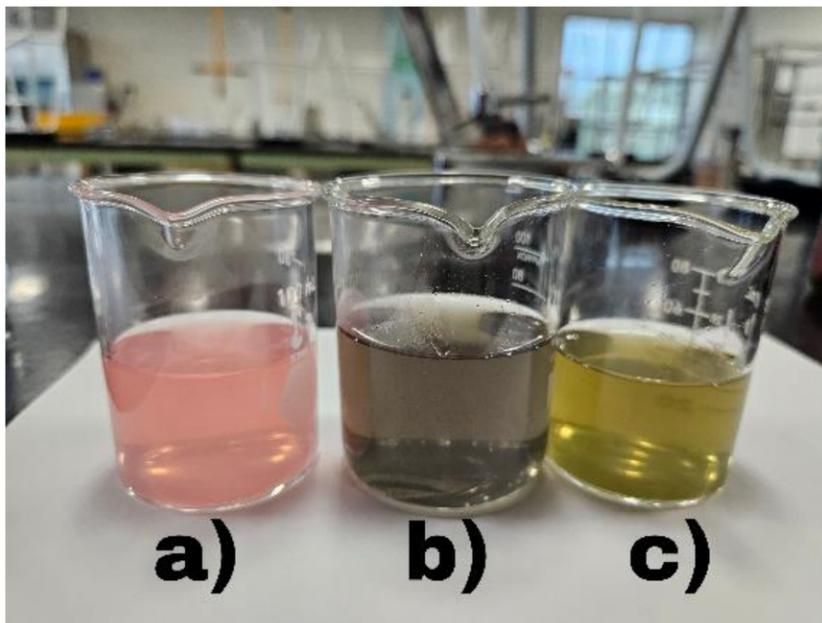


Figura 2. Solución del pigmento extraído de *tradescantia pallida* con una concentración 0.1 g/L.

### 6.2 Pruebas de pH.

Se hicieron pruebas cambiando el pH a la solución del pigmento extraído de *tradescantia pallida*, el pH de la solución sin alterarse se tomó como un pH neutro, mientras que para obtener los pH ácido y básico, se usó NaOH y HCl. En la Figura 3 se muestra que la solución de pigmento con pH neutro tiene una tonalidad un tanto

morada, mientras que la que contiene el pH ácido su tono es más rosado y la del pH básico luce con un tono verdoso.



*Figura 3. Soluciones de pigmentos con pH diferente (a) pH ácido (b) pH natural (c) pH básico.*

### **6.3 Teñir fibras naturales.**

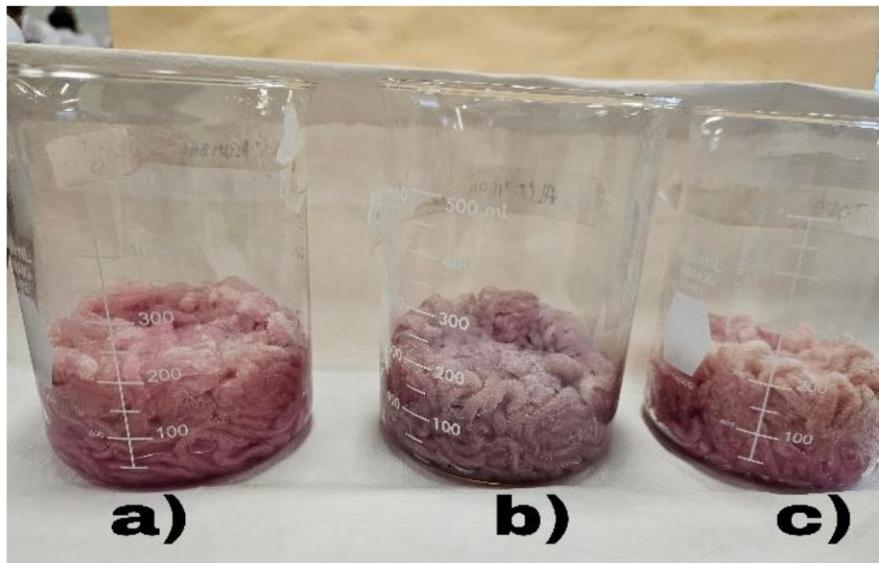
En la tabla 1 se muestra una serie de datos enumerados de acuerdo a las características de cada madeja, se tienen las siguientes abreviaciones A, B y N. pH ácido, básico y neutro; ALVE. Aloe vera, CT/AP. Cremor tártaro y Alumbre potásico, AVCA. Aloe vera, Cremor tártaro y Alumbre potásico. Por medio de este número al escoger una madeja al azar sabremos las variables aplicadas a esta fibra. Ejemplo: si tomamos la madeja número 32, tomamos la madeja teñida con una concentración de 0.1g/L, con un pH ácido y que se mordentó con cremor tártaro y alumbre potásico.

Tabla 1. Diferentes variables de teñido.

## Capítulo 6. Resultados.

Concentración	pH	Mordiente	No.	Concentración	pH	Mordiente	No.
0.05	A	ALVE	1	0.1	A	ALVE	28
0.05	A	ALVE	2	0.1	A	ALVE	29
0.05	A	ALVE	3	0.1	A	ALVE	30
0.05	A	CT/AP	4	0.1	A	CT/AP	31
0.05	A	CT/AP	5	0.1	A	CT/AP	32
0.05	A	CT/AP	6	0.1	A	CT/AP	33
0.05	A	AVCA	7	0.1	A	AVCA	34
0.05	A	AVCA	8	0.1	A	AVCA	35
0.05	A	AVCA	9	0.1	A	AVCA	36
0.05	B	ALVE	10	0.1	B	ALVE	37
0.05	B	ALVE	11	0.1	B	ALVE	38
0.05	B	ALVE	12	0.1	B	ALVE	39
0.05	B	CT/AP	13	0.1	B	CT/AP	40
0.05	B	CT/AP	14	0.1	B	CT/AP	41
0.05	B	CT/AP	15	0.1	B	CT/AP	42
0.05	B	AVCA	16	0.1	B	AVCA	43
0.05	B	AVCA	17	0.1	B	AVCA	44
0.05	B	AVCA	18	0.1	B	AVCA	45
0.05	N	ALVE	19	0.1	N	ALVE	46
0.05	N	ALVE	20	0.1	N	ALVE	47
0.05	N	ALVE	21	0.1	N	ALVE	48
0.05	N	CT/AP	22	0.1	N	CT/AP	49
0.05	N	CT/AP	23	0.1	N	CT/AP	50
0.05	N	CT/AP	24	0.1	N	CT/AP	51
0.05	N	AVCA	25	0.1	N	AVCA	52
0.05	N	AVCA	26	0.1	N	AVCA	53
0.05	N	AVCA	27	0.1	N	AVCA	54

Las variables tuvieron importancia dentro del teñido, pues dieron lugar a tener diferentes tonalidades de color. En la Figura 4 se muestran madejas teñidas aun sin exprimir, las cuales se mordentaron de manera diferente (a) alumbre potásico, cremor tártaro y aloe vera (b) aloe vera (c) alumbre potásico y cremor tártaro.



*Figura 4. Madejas teñidas con diferentes mordientes a concentración de 0.5 g/L.*

Después de exprimirse, las madejas se etiquetaron con un número, de acuerdo a las variables que este se sometió. En la Figura 5 se muestran madejas secándose ya etiquetadas.



*Figura 5. Madejas etiquetadas después del proceso de teñido.*

## **6.4 Pruebas de solidez al lavado**

Se realizó la prueba de solidez al lavado para verificar si la fibra al someterse a ésta conservaba el mismo tono o tenía un cambio significativo, la prueba de solidez al lavado se realizó utilizando el mismo método que el lavado inicial en donde se utilizó jabón biodegradable en una concentración de 4g/L a 85°C por 1 hora. Después de realizar la prueba, las madejas se dejaron secar a condiciones ambiente, esto sin dejar que les diera la luz del sol directamente.

Observando a simple vista las madejas no sufrieron afectación alguna, en la Figura 6 se muestran las madejas secándose después del lavado.



*Figura 6. Madejas secándose después del proceso de lavado cuando ya estaban teñidas.*

## **6.5 Pruebas de solidez a la luz UV**

La prueba de solidez a la luz UV se realizó con el objetivo, de lograr ver si las madejas al ser sometidas, tendrían un cambio de tonalidad de color.

Se utilizó un sistema de lámparas de UV para llevar a cabo dicha prueba, estas se colocaron en la tapa de una caja, para en el fondo de esta colocar las muestras secas y no les diera luz del exterior (Figura 7).



*Figura 7. Sistema utilizado en la prueba de solidez a la luz UV.*

En esta prueba las afectaciones fueron ligeramente visibles, en algunas no se llegó a observar cambio.

### **6.6 Medición de color antes y después de las pruebas para determinar el mejor método de teñido.**

Cuando se hicieron las pruebas de solidez, se observaron algunos cambios nulos y otros ligeros en las muestras, la observación no es un método muy seguro, por lo que se realizó una medición de color de las fibras mediante el espectrofotómetro “Spectra” para asegurarse de los cambios ocasionados por las pruebas.

## Capítulo 6. Resultados.

A continuación, se muestran los valores obtenidos en las muestras que no fueron sometidas a ninguna prueba, a las que se les hizo una prueba de solidez al lavado y a las que se sometieron a pruebas de solidez a la luz (Tabla 2-5). También se midió el color de una fibra de lana que no fue sometida a ningún paso de los del proyecto, tomándolo como un blanco.

Tabla 2. Datos obtenidos por el espectrofotómetro de la fibra de lana natural, los números 1,2 y 3 se refieren a las repeticiones de lectura de datos.

	1			2			3		
X	L	a	B	L	a	b	L	a	b
	71	1.2	14.4	71	1.2	14.5	71	1.2	14.4

Tabla 3. Datos obtenidos por el espectrofotómetro de la fibra de lana teñida, sin ningún tratamiento, los números 1,2 y 3 se refieren a las repeticiones de lectura de datos.

	1			2			3		
	L	a	B	L	a	b	L	a	b
1	71.9	3.2	14.3	71.9	3.2	14.3	71.9	3.2	14.3
2	72.3	3.2	15	72.2	3.1	15.1	72.3	3.1	15.1
3	72.2	3.9	15.4	72.1	3.8	15.4	72.1	3.8	15.5
4	72.5	2.7	13.5	72.5	2.7	13.5	72.5	2.7	13.5
5	72.4	3.1	13.3	72.4	3	13.4	72.4	3	13.4
6	73.1	3.7	13.9	73.1	3.7	13.9	73.1	3.7	13.9
7	69.5	3.1	15.9	69.5	3.1	15.9	69.6	3.1	15.9
8	70.7	2.2	15.8	70.6	2.2	15.8	70.6	2.2	15.8
9	70.9	2.6	15.7	70.9	2.6	15.6	70.9	2.6	15.7
10	68	2.3	13.7	68	2.3	13.7	68	2.3	13.7
11	70	2.2	14.1	70.1	2.2	14.1	70.1	2.3	14
12	68.5	2.6	15.1	68.6	2.6	15.1	68.6	2.6	15.1
13	69.3	1.7	16.1	69.1	1.7	16.1	69.1	1.7	16.1
14	70.3	1.1	15.6	70.3	1.1	15.6	70.3	1.1	15.6
15	69.3	1.6	15.9	69.3	1.6	15.9	69.3	1.6	15.9
16	67.7	2.1	17.4	67.7	2	17.5	67.7	2	17.5
17	67.7	1.9	16.2	67.8	1.9	16.2	67.7	1.9	16.2
18	68.1	1.6	15.7	68.1	1.6	15.7	68.1	1.7	15.6
19	67.1	2.4	11.1	67.1	2.4	11.1	67.2	2.4	11.1

## Capítulo 6. Resultados.

20	65.9	2.8	9.7	65.8	2.8	9.7	65.8	2.8	9.6
21	67.2	2.6	10.3	67.2	2.6	10.4	67.2	2.6	10.3
22	71.9	3.3	13.9	71.9	3.4	13.8	71.9	3.4	13.8
23	71.4	2.8	14.1	71.4	2.8	14.1	71.4	2.8	14.1
24	72.8	1.8	13.4	72.8	1.8	13.4	72.8	1.8	13.4
25	67.6	2.8	15.8	67.6	2.8	15.7	67.6	2.8	15.7
26	70.2	3.3	15.2	70.3	3.3	15.2	70.2	3.3	15.2
27	70.5	3.8	15.1	70.5	3.8	15	70.5	3.8	15.1
28	65.3	3.2	12.3	65.3	3.2	12.3	65.3	3.2	12.4
29	66.7	3.4	10.5	66.7	3.4	10.5	66.8	3.4	10.6
30	64	3.4	13	64	3.5	12.9	64	3.5	13
31	71.3	3.6	14.6	71.3	3.7	14.6	71.3	3.7	14.6
32	73.1	3.3	13.8	73.2	3.3	13.8	73.2	3.3	13.8
33	74.6	3.4	13.3	74.7	3.4	13.4	74.7	3.4	13.4
34	71.9	3	14.8	71.9	3	14.8	71.9	3	14.8
35	71.4	3.2	16.2	71.4	3.2	16.2	71.4	3.2	16.3
36	69.6	3.1	17	69.6	3.1	17.1	69.7	3.1	17.1
37	60.7	3.1	15.1	60.7	3.1	15.2	60.7	3.2	15.1
38	65	2.5	14.4	65	2.6	14.4	65	2.6	14.4
39	61.3	1.8	13	61.4	1.8	13	61.4	1.9	13
40	66.9	2.2	24.2	66.9	2.2	24.2	66.8	2.2	24.2
41	66.2	2.4	23.9	66.2	2.5	23.9	66.2	2.5	23.8
42	68.1	2.5	19.3	68	2.5	19.2	68.1	2.5	19.3
43	66.6	2.3	23.3	66.6	2.3	23.3	66.6	2.2	23.4
44	63	1.8	22.3	62.6	1.8	22.4	62.1	1.8	22.4
45	65.2	2.7	20.9	65	2.7	21	65	2.7	20.9
46	64.2	2.5	11.5	64.2	2.5	11.5	64.2	2.5	11.4
47	67.9	2.4	10.6	67.9	2.5	10.7	67.9	2.5	10.7
48	65.1	2.4	11.3	65.2	2.3	11.1	65.1	2.3	11.3
49	69.8	2.8	18.7	69.8	2.8	18.7	69.8	2.8	18.6
50	69.4	2.5	17.1	69.4	2.5	17.1	69.4	2.5	17.1
51	67.7	2.2	16.3	67.7	2.3	16.1	67.6	2.3	16.2
52	69.1	3.9	16.5	69.1	3.9	16.5	69.1	3.9	16.5
53	68.5	3.2	17.5	68.5	3.2	17.6	68.5	3.2	17.6
54	68.1	2.8	17.3	68.1	2.7	17.3	68.1	2.7	17.3

Tabla 4. Datos obtenidos por el espectrofotómetro de la fibra de lana teñida, con tratamiento de solidez al lavado, los números 1,2 y 3 se refieren a las repeticiones de lectura de datos.

## Capítulo 6. Resultados.

	1			2			3		
	L	a	B	L	a	b	L	a	b
1	69.1	2.3	14.9	69.1	2.3	15	69.1	2.4	14.9
2	74.3	2.6	14.8	74.3	2.5	14.9	74.3	2.6	14.9
3	71.6	3.1	15.9	71.6	3	15.9	71.6	3.1	15.9
4	74.6	2.3	14.3	74.6	2.3	14.1	74.6	2.3	14.1
5	72.6	2.3	14.1	72.6	2.3	14.1	72.6	2.3	14.1
6	73.3	1.9	12.8	73.2	1.9	12.9	73.2	1.9	12.9
7	69.4	2.4	16.3	69.4	2.4	16.3	69.4	2.4	16.3
8	71.2	2.3	16.2	71.2	2.3	16.2	71.2	2.3	16.2
9	72.1	2.7	17.3	72	2.8	17.3	72.1	2.7	17.2
10	67.9	2.8	15	69.7	2.7	15.3	68.7	2.7	15.4
11	68.6	2.4	15	68.6	2.4	15	68.6	2.4	15
12	71.2	1.6	14.6	71.3	1.5	14.6	71.3	1.5	14.6
13	70.1	0.9	18	70.1	0.9	18.1	70.1	0.9	18
14	69.7	1.2	19.3	69.27	1.1	19.4	69.8	1.1	19.3
15	71	1.1	18.9	71	1.1	18.9	71	1.1	18.8
16	68.8	1.5	19.1	68.8	1.5	19	68.9	1.5	19.1
17	64.8	1.6	18.4	64.8	1.6	18.4	63.7	1.9	18
18	69.9	2	17	70	1.9	17	70	1.9	17
19	69.3	2	13.4	69.3	2	13.4	69.3	2.1	13.3
20	69.3	1.6	12.7	69.4	1.6	12.7	69.4	1.6	12.6
21	70.1	1.7	13.9	70.2	1.7	13.9	70.2	1.7	13.9
22	70.9	0.3	21.7	70.9	0.3	21.8	70.9	0.4	21.7
23	72.2	0.3	22.1	72.3	0.3	22.1	72.3	0.3	22.1
24	73.7	-0.2	21.2	73.7	-0.2	21.3	73.7	-0.2	21.2
25	68.1	1.7	21.3	68.1	1.7	21.3	68.2	1.7	21.2
26	66.9	1.5	22.5	66.9	1.6	22.5	66.9	1.6	22.4
27	68.7	1.3	22.8	68.8	1.3	22.7	68.8	1.2	22.8
28	61	1.3	19.4	60.9	1.3	19.4	60.9	1.3	19.3
29	64.1	1.8	19.5	64.2	1.7	19.5	64.2	1.7	19.5
30	64.8	1.6	21.4	64.8	1.6	21.4	64.8	1.6	21.3
31	72.5	2.5	15.7	72.6	2.5	15.8	72.5	2.5	15.8
32	71.7	1.7	17.3	71.8	1.7	17.3	71.9	1.7	17.3
33	73	2.1	15.7	73	2.2	15.7	73	2.1	15.7
34	72.6	1.9	17.9	72.7	1.9	18	72.7	1.9	17.9
35	68.9	2	18.2	68.9	2	18.2	68.9	2	18.2
36	71.2	2.6	18.7	71.2	2.6	18.7	71.2	2.6	18.7
37	63.4	1.7	15.7	63.4	1.7	15.7	63.4	1.8	15.7
38	66.9	2.3	14.9	66.9	2.3	15	66.9	2.3	15

## Capítulo 6. Resultados.

39	65.4	2.4	15.2	65.4	2.3	15.3	65.5	2.4	15.3
40	63.6	1.7	33.2	63.6	1.7	33.2	63.6	1.7	33.3
41	67	0.2	30.4	66.8	0.2	30.5	66.8	0.2	30.5
42	66	0.7	29.8	66.1	0.7	29.8	66.2	0.7	29.9
43	65.7	0.8	31	65.7	0.8	31	65.7	0.8	31
44	66	0.8	30.2	65.9	0.8	30.3	65.9	0.9	30.1
45	65.8	1	30.6	65.9	1	30.6	65.9	1	30.6
46	66.7	1.5	13.7	66.8	1.5	13.7	66.8	1.5	13.7
47	66.1	1.9	13.7	66.1	1.9	13.7	66.2	1.9	13.7
48	67.6	1.7	14.3	67.6	1.7	14.3	67.6	1.7	14.3
49	70.7	-0.6	28.4	70.7	-0.6	28.5	70.7	-0.6	28.4
50	71.3	-0.8	28.3	71.3	-0.8	28.3	71.3	-0.8	28.3
51	71	-0.6	28.4	71	-0.6	28.4	71.1	-0.6	28.3
52	68.8	0	28.1	68.8	0	28	68.7	0	28
53	68.2	0.7	28.2	68.2	0.7	28.2	68.2	0.7	28.2
54	66.1	0.4	28.2	66	0.5	28.2	66.1	0.4	28.2

Tabla 5. Datos obtenidos por el espectrofotómetro de la fibra de lana teñida, con tratamiento de solidez a la luz UV, los números 1,2 y 3 se refieren a las repeticiones de lectura de datos.

	1			2			3		
	L	a	B	L	a	b	L	a	b
1	71.6	2.8	18.4	71.5	2.8	18.4	71.5	2.8	18.4
2	71.5	3.7	19.4	71.6	3.7	19.4	71.6	3.7	19.4
3	68.2	2.8	19.2	68.2	2.9	19.1	68.2	2.9	19.1
4	71.6	3.3	17.6	71.6	3.3	17.6	71.6	3.3	17.6
5	71.2	3.7	18.1	70.9	3.8	17.9	70.8	3.8	18
6	69.7	3.7	16	69.7	3.7	16	69.8	3.7	15.9
7	69.8	3.2	19.9	69.8	3.2	19.9	69.8	3.2	19.9
8	71.7	3.2	19.2	71.7	3.2	19.2	71.7	3.2	19.2
9	73.2	3.5	18.5	73.1	3.5	18.3	72.9	3.5	18.2
10	69.3	2.2	15.1	69.3	2.2	15.1	69.3	2.2	15.1
11	66.2	2.4	16.3	66.2	2.5	16.2	66.2	2.4	16.3
12	67.4	2.1	16.1	67.5	2.1	16.1	67.5	2.1	16.1
13	70.2	2.3	18.7	70.2	2.3	18.6	70.2	2.3	18.7
14	71.3	1.8	18.1	71.3	1.7	18.1	71.3	1.8	18
15	67.8	1.8	19.1	67.8	1.9	19.1	67.8	1.9	19.1
16	67.5	2.4	19.4	67.5	2.4	19.3	67.5	2.4	19.4
17	65	2.1	18.7	65	2.1	18.7	65	2.1	18.8

## Capítulo 6. Resultados.

18	67	2.5	18.6	67	2.5	18.6	67	2.5	18.5
19	67.1	2.5	13.1	67.1	2.5	13.1	67.1	2.5	13.1
20	66.9	2.5	12.4	66.9	2.5	12.4	66.9	2.5	12.3
21	67.5	2.1	11.6	67.5	2.2	11.6	67.5	2.2	11.6
22	71.3	2.6	14.7	71.3	2.7	14.7	71.3	2.6	14.7
23	70.8	2.6	17.3	70.8	2.6	17.2	70.8	2.6	17.2
24	72	2.7	17.6	72	2.8	17.5	72	2.8	17.6
25	68.8	3.5	19.5	68.6	3.6	19.4	68.6	3.5	19.5
26	67	3.4	18.6	67	3.4	18.7	67	3.4	18.6
27	67.8	3.2	19.5	67.8	3.2	19.4	67.8	3.2	19.4
28	65.5	3.2	15.3	65.5	3.2	15.3	65.5	3.2	15.3
29	65.4	3.4	14.7	65.4	3.4	14.8	65.4	3.4	14.7
30	65.9	3.5	14.2	65.9	3.5	14.2	65.9	3.4	14.3
31	73.8	3.7	16	73.8	3.6	16	73.8	3.7	16
32	69.8	2.9	15.8	69.8	2.9	15.8	69.9	2.9	15.8
33	72.9	3.2	15.2	73	3.2	15.2	73	3.2	15.2
34	71.4	3.4	18.1	71.4	3.4	18.1	71.4	3.4	18
35	69.4	4.1	18.9	69.4	4	18.9	69.3	4	18.9
36	70.1	3.4	20.4	70.1	3.4	20.4	70.1	3.5	20.3
37	62.1	2.6	16.2	62.1	2.7	16.1	62.1	2.6	16.2
38	63.7	2.5	16.1	63.8	2.6	16	63.8	2.6	16
39	62.7	2.4	15.2	62.8	2.4	15.3	62.8	2.5	15.2
40	66.5	2.6	25.4	66.6	2.6	25.4	66.6	2.6	25.4
41	66.7	2.5	26.3	66.6	2.5	26.2	66.6	2.6	26.2
42	67.5	2.6	23.1	67.5	2.6	23.1	67.5	2.6	23.1
43	64.5	3.4	24	64.5	3.4	23.9	64.5	3.4	24
44	64.5	3	23.6	64.5	3	23.7	64.5	3	23.7
45	65.5	3.1	21.9	65.5	3.1	22	65.6	3.1	22
46	65.4	2.4	13	65.4	2.5	13	65.4	2.4	13.1
47	66.2	2.4	12.3	66.2	2.4	12.2	66.2	2.4	12.3
48	67.1	2.5	13.7	67.1	2.4	13.8	67.1	2.5	13.8
49	70	2	17.6	70	2	17.6	70	2	17.7
50	70	2.7	19.1	70	2.7	19.1	70	2.7	19.1
51	69.6	2.4	19	69.6	2.4	19	69.6	2.4	19
52	68.3	2.9	18.8	68.3	2.9	18.8	68.3	2.9	18.8
53	66.6	3	19.9	66.6	3	20	66.6	3	29
54	67.5	3	19.2	67.5	3.1	19.1	67.5	3.1	19.2

## **Capítulo 7**

### **Análisis de Resultados**

#### **7.1 Extraer pigmentos de *Tradescantia pallida*.**

Se determino por medio de la extracción de pigmento realizada, que la planta *Tradescantia pallida*, si es adecuada para este uso. Además de que, a las diferentes concentraciones, se obtenían diferentes tonos de solución. La misma planta fue utilizada en otro trabajo, por lo que está comprobado la propiedad para poder extraer pigmento de la planta (Mendes, 2016).

#### **7.2 Cambio de pH.**

El cambio de pH en la solución del pigmento extraído de *Tradescantia pallida*, logro ser una variable de suma importancia dentro del proyecto, ya que con este cambio la solución pudo tener diferentes tonalidades, por lo que la fibra teñida, también obtuvo distintos tonos. Dentro del proyecto *influencia del PH en las propiedades pigmentarias de la goetita sintética*, se estudió y comprobó en minerales que a manera que el pH cambia las propiedades pigmentarias en este caso las tonalidades llegan a cambiar (Restrepo, *et al.*, 2008).

#### **7.3 Teñir fibras naturales.**

Las variables fueron de suma importancia, para obtener las diferentes tonalidades de teñido. Dos variables fueron las más notorias, el mordentado y la concentración.

En la Figura 8, se pueden observar las distintas muestras de las fibras teñidas por los diferentes tratamientos, recordemos que la numeración de cada muestra es para identificar que tratamiento se le dio, cabe mencionar que en esta figura las muestras

después de su número tienen una “N”, la cual especifica que no se le realizó ninguna prueba de solidez.

Las fibras mordentadas con cremor tártaro y alumbre potásico se identificaban por ser de tonos claros, las mordentadas con aloe vera, ya no se notaban igual, tenían un poco más de tonalidad y las mordentadas con los tres mordientes fueron fibras que tuvieron una tonalidad un poco más oscura a la hora de teñirse; mientras que las fibras teñidas con concentración de 0.05 g/L eran de un tono claro mientras que las fibras teñidas con concentración de 0.1 g/L eran de tonos más oscuros o no tan claros, ya se ha comprobado en otros proyectos que a mayor concentración los tonos suelen ser más fuertes, tal es el caso del proyecto *Dyeing of wool fabric with natural dye extracted from Dalbergia Sissoo using natural mordants* (Kümmerer, 2023).



Figura 8. Muestras teñidas sin ninguna prueba de solidez.

Por medio de la medición de color a través del espectrofotómetro, se obtuvieron los datos mostrados en el capítulo anterior, estos fueron integrados a un Análisis de la Varianza (ANOVA) en *Rstudio*, se obtuvieron graficas de caja que nos facilitaron el interpretar los datos de una manera más sencilla, estas se muestran posteriormente. Se utilizo la Ecuación 1 para calcular el índice general de diferencia de color, este permite evidenciar si el observador podrá o no percibir la diferencia de color (Ramírez, 2010).

$$\Delta E_{r,s} = \sqrt{(L_r^* - L_s^*)^2 + (a_r^* - a_s^*)^2 + (b_r^* - b_s^*)^2}$$
$$\Delta E_{r,s} = \sqrt{(\Delta L_{r,s}^*)^2 + (\Delta a_{r,s}^*)^2 + (\Delta b_{r,s}^*)^2}$$

Ecuación 1

Donde aplicaremos los valores de L, a y b de los obtenidos de la medición de color.

En la Figura 9, se puede observar la luminosidad respecto de los tratamientos de teñido, el tratamiento que obtuvo el valor más alto de luminosidad fue el siguiente:

- 0.1-A-CT/AP

En la Figura 10, se observa la tonalidad de rojo respecto de los tratamientos de teñido realizado, los tratamientos más acercados a un tono rojo fueron los siguientes:

- 0.1-A-CT/AP
- 0.05-A-ALVE
- 0.1-A-ALVE

En la Figura 11, se observa la tonalidad de amarillo respecto de los tratamientos de teñido realizado, los tratamientos más acercados a un tono amarillo fueron los siguientes:

- 0.1-B-CT/AP
- 0.1-B-AVCA

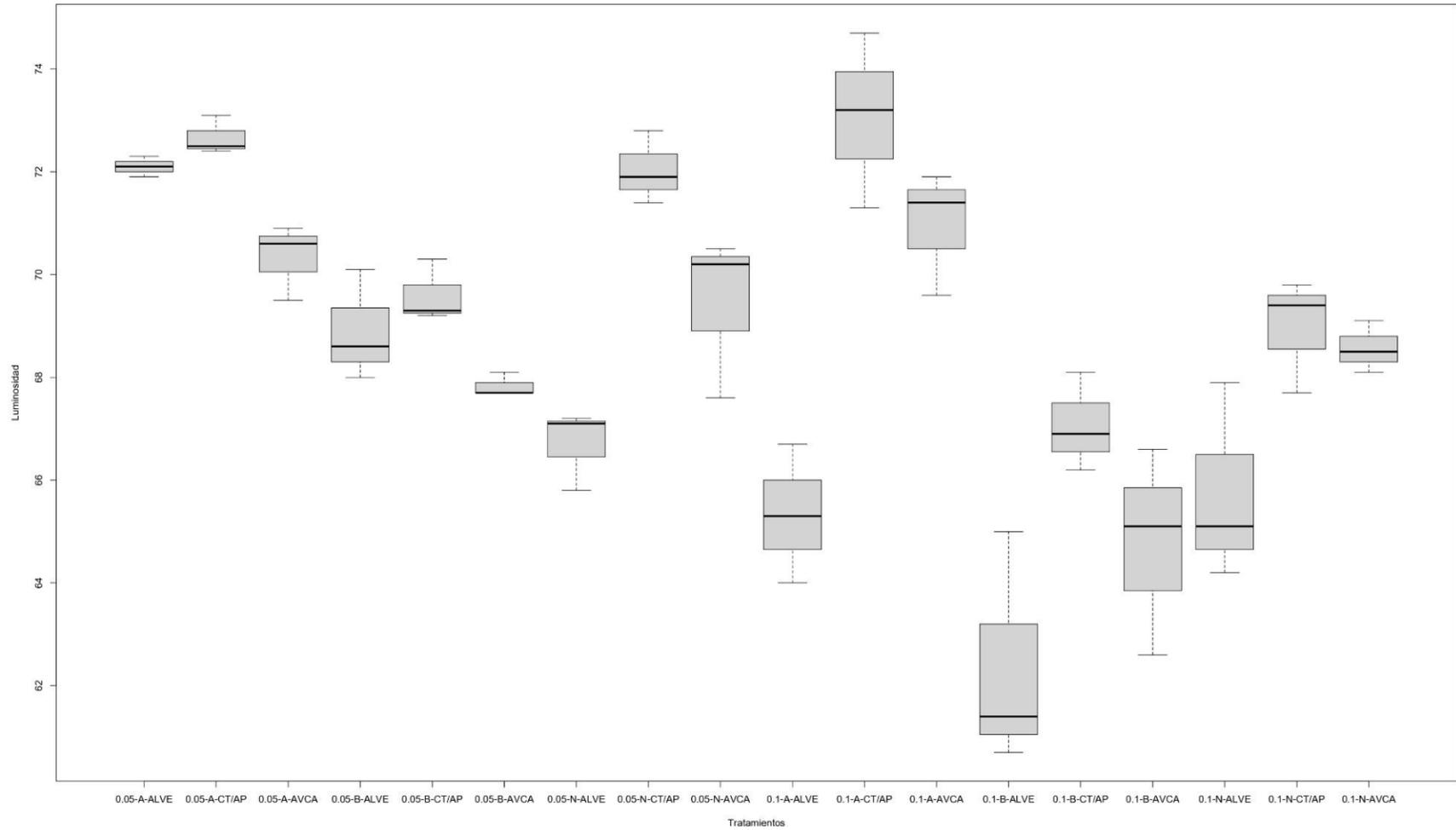


Figura 9. Tratamiento por luminosidad de los diferentes tratamientos de teñido.

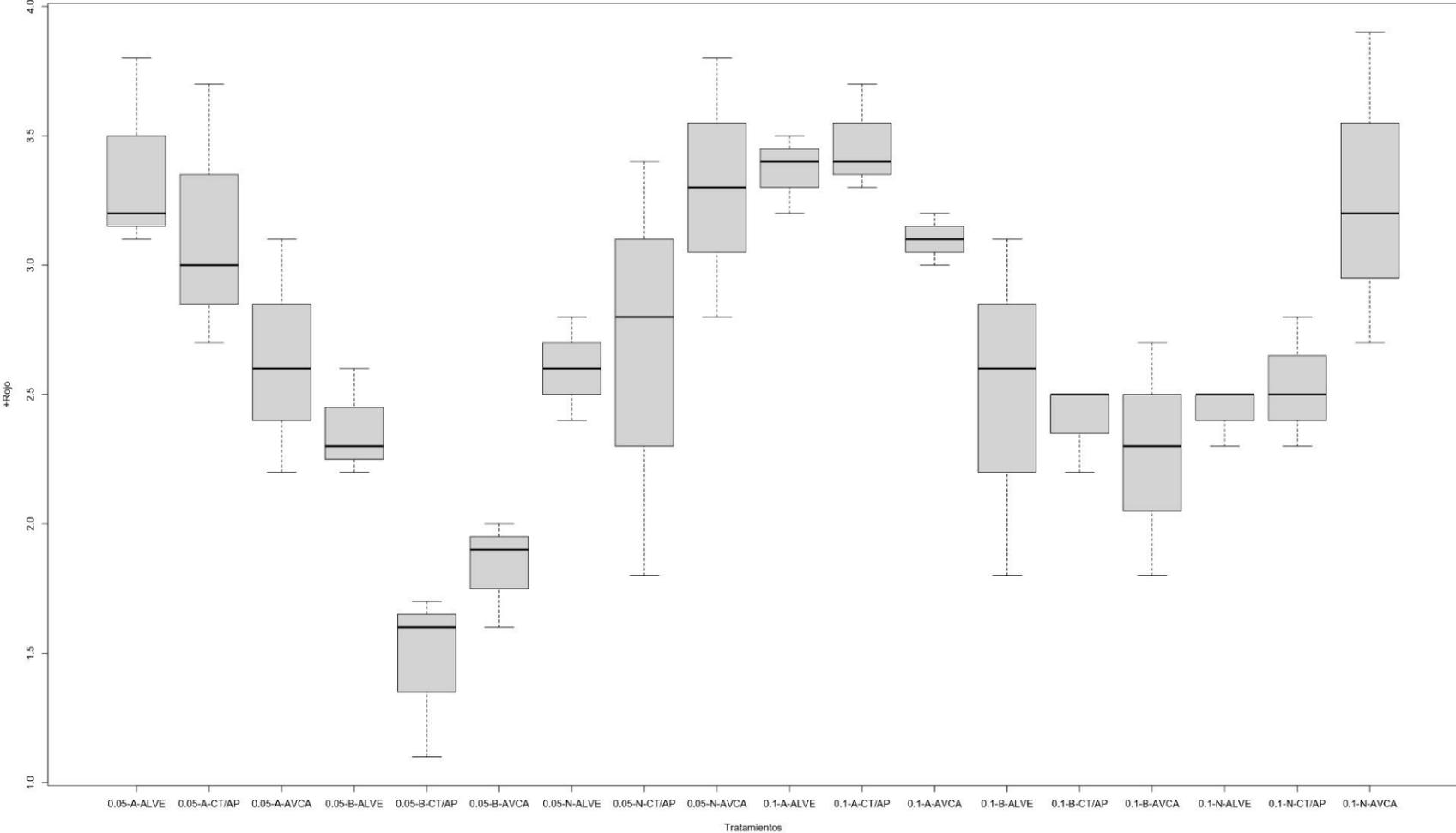


Figura 10. Tratamiento por tonalidad de rojo de los diferentes tratamientos de teñido.

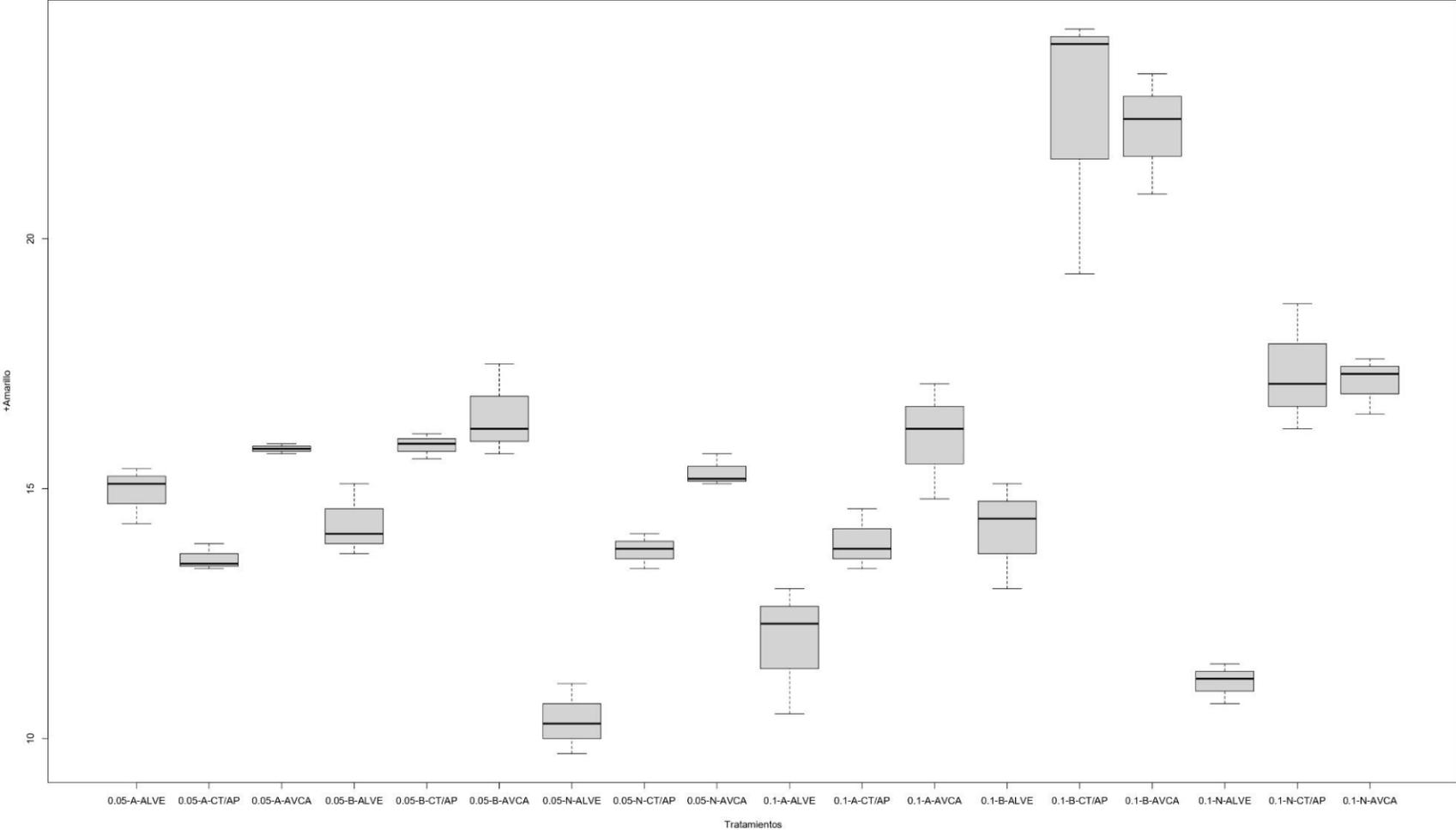


Figura 11. Tratamiento por tonalidad de amarillo de los diferentes tratamientos de teñido.

## **7.4 Análisis de los resultados de la prueba de solidez al lavado**

Como se mencionó en el capítulo anterior, la prueba de solidez al lavado fue la que afectó ligeramente a las fibras teñidas, con esto no se quiere decir que se perdió el color, más bien se obtienen otras tonalidades, por las que se puede llegar a tomar como alternativa el lavado, como proceso de obtención de diversos colores en la fibra.

En la Figura 12, se pueden observar las diferentes muestras de las fibras teñidas por los distintos tratamientos, en este caso las muestras son las que fueron sometidas a la prueba de solidez al lavado, cabe mencionar que en esta figura las muestras después de su número tienen “LA”, la cual especifica que se le realizó la prueba de solidez al lavado.



*Figura 12. Muestras teñidas sometidas a la prueba de solidez a la luz UV.*

## 7.5 Análisis de los resultados de la prueba de solidez a la luz

En la Figura 13, se pueden observar las diferentes muestras de las fibras teñidas por los distintos tratamientos, en este caso las muestras son las que fueron sometidas a la prueba de solidez a la luz UV, cabe mencionar que en esta figura las muestras después de su número tienen “LU”, la cual especifica que se le realizó la prueba de solidez a la luz UV.



Figura 13. Muestras teñidas sometidas a la prueba de solidez al lavado.

En las siguientes gráficas se puede observar el desgaste por la prueba de desgaste realizada, así se determina cuáles son los tratamientos de teñidos más adecuados en la fibra utilizada.

En la Figura 14, se puede observar el desgaste que se tuvo por medio del lavado a las fibras teñidas, los tratamientos que más desgastes presentaron son los siguientes:

- 0.1-N-CT/AP
- 0.1-N-AVCA

Mientras que los menos afectados fueron los siguientes:

- 0.05-A-ALVE
- 0.05-A-CT/AP
- 0.05-A-AVCA
- 0.05-B-ALVE

En la Figura 15, se puede observar el desgaste que se tuvo por medio del lavado a las fibras teñidas, los tratamientos que más desgastes presentaron son los siguientes:

- 0.05-N-AVCA
- 0.05-A-ALVE
- 0.05-A-CT/AP

Mientras que los menos afectados fueron los siguientes:

- 0.05-N-ALVE
- 0.1-B-ALVE
- 0.1-B-AVCA

En la Figura 16, se puede observar el desgaste general a las fibras teñidas, en esta imagen se toman en cuenta que tanto se desgasto cada fibra teñida con diferente tratamiento, por las dos pruebas de solidez, se puede observar en la figura que el desgaste en general fue casi idéntico en todas las fibras.

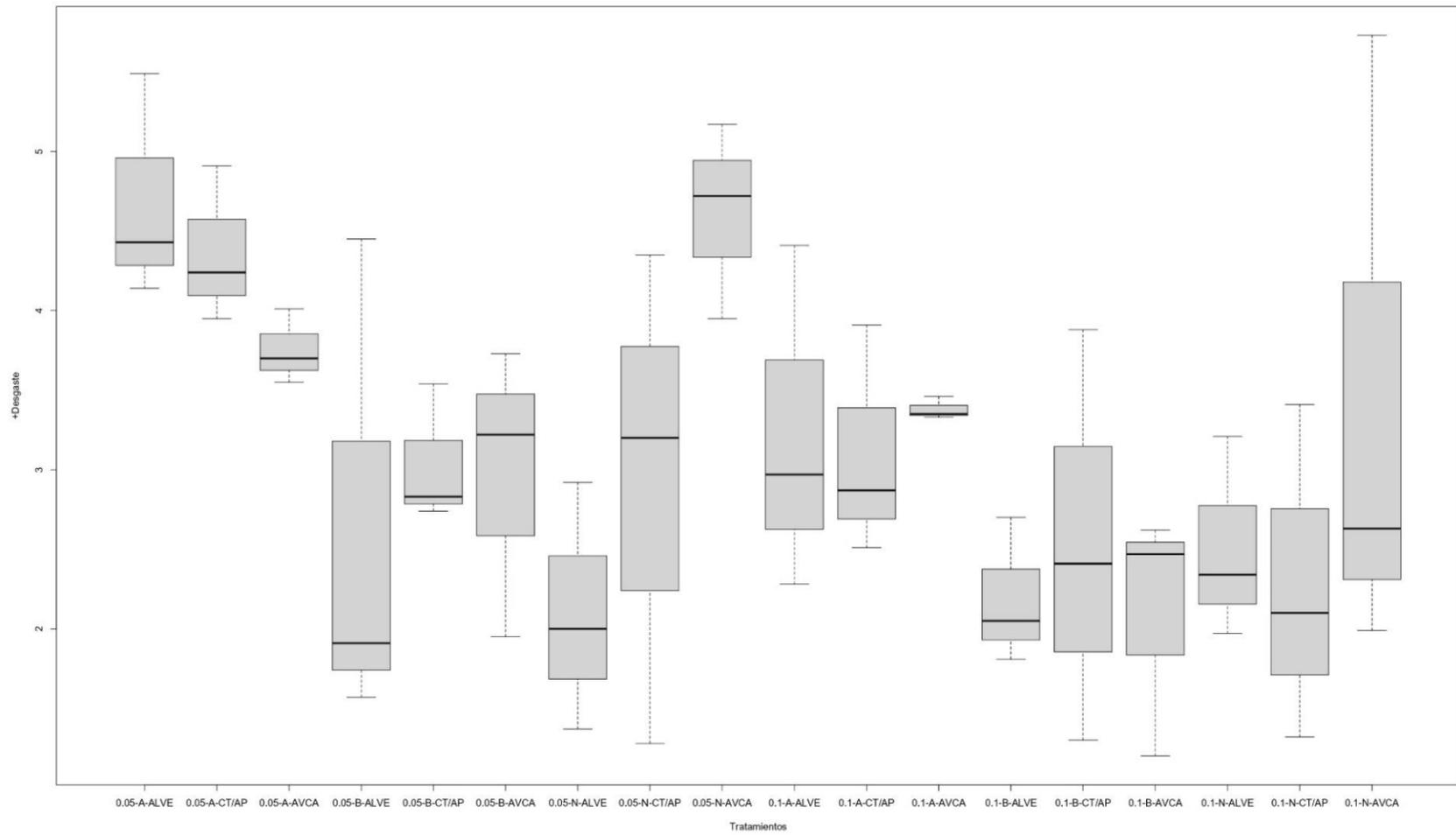


Figura 14. Tratamiento por desgaste por lavado de los diferentes tratamientos de teñido.

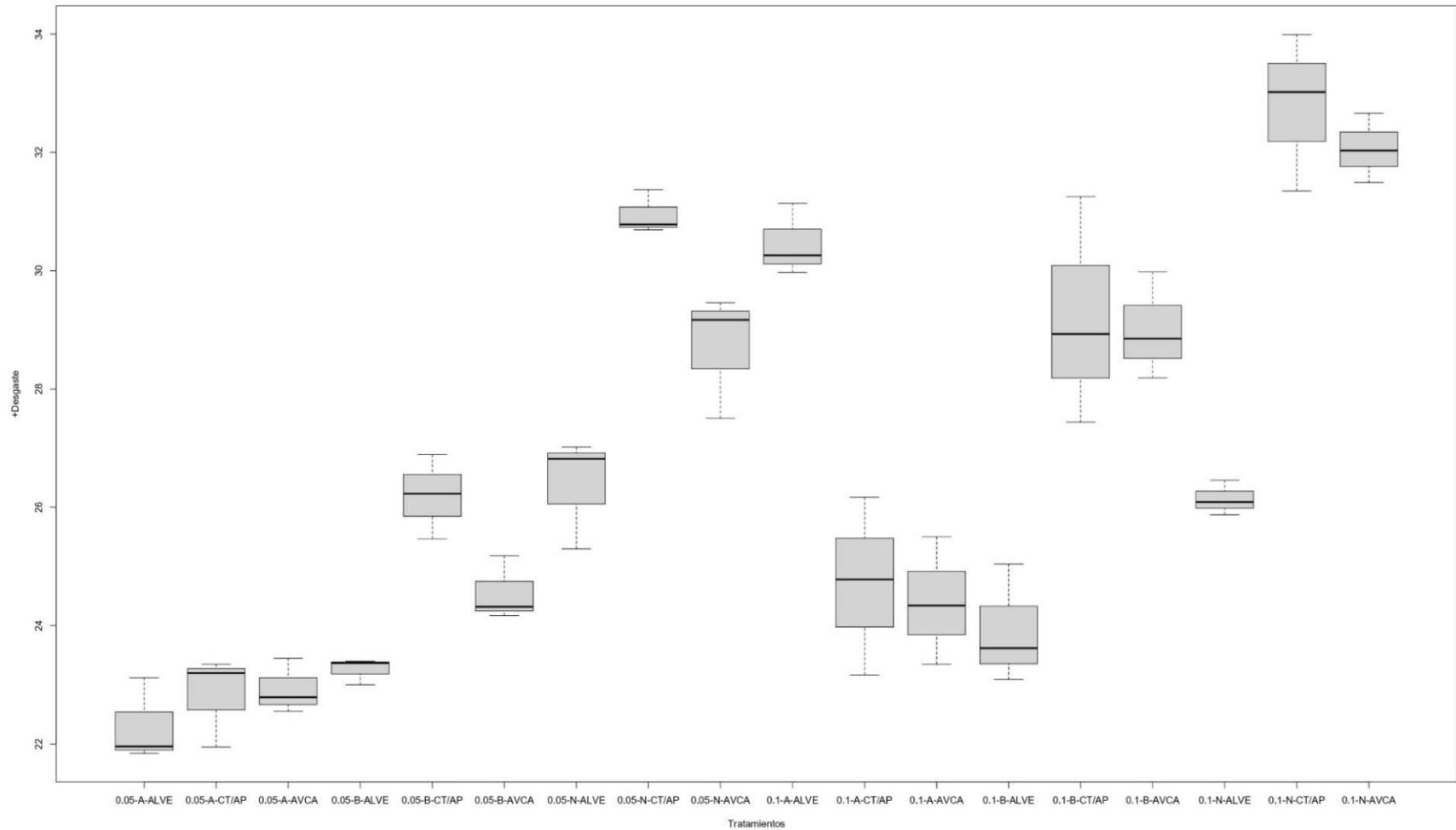


Figura 15. Tratamiento por desgaste por luz UV de los diferentes tratamientos de tinte.

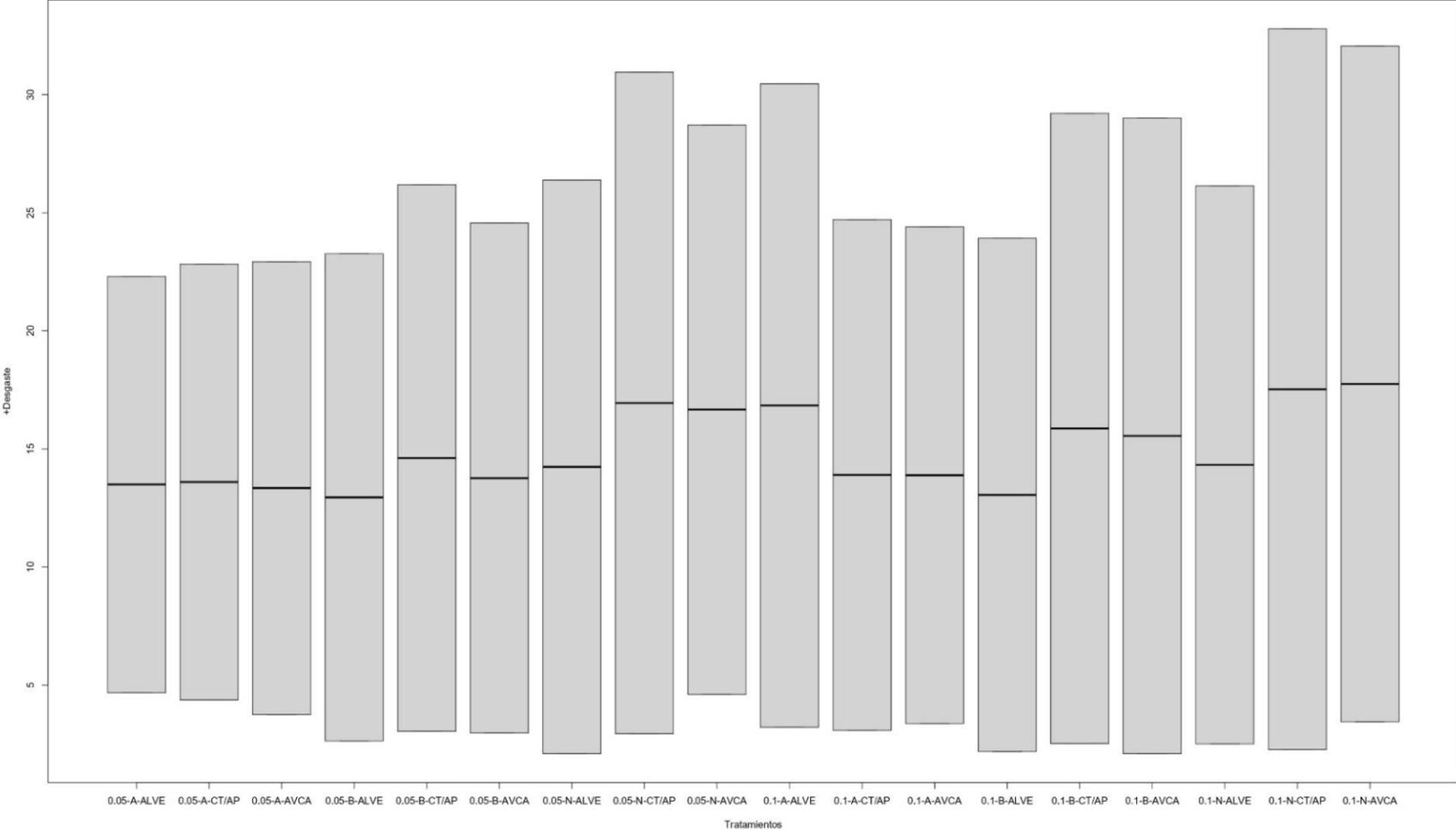


Figura 16. Tratamiento por desgaste general de los diferentes tratamientos de teñido.

En la Figura 17, podemos observar una comparativa de los dos desgastes que se dieron a las fibras teñidas, podemos observar que el desgaste por lavado es mas significativo que el desgaste por la luz UV.

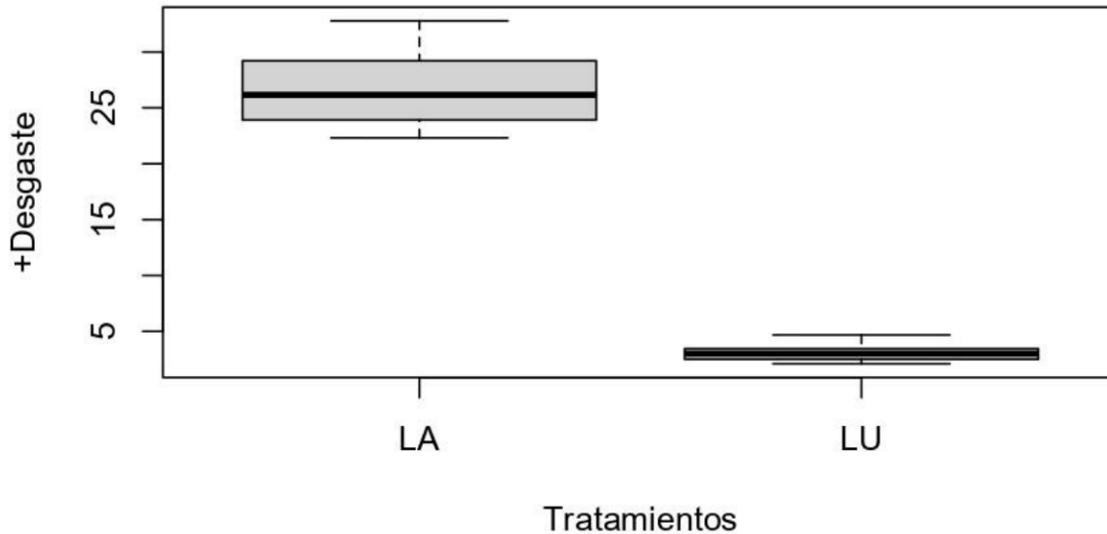


Figura 17. Tratamiento por desgastes (Lavado y Luz UV).

En la Tabla 6, se muestra una comparación de los tratamientos que tuvieron mayor relevancia por el ANOVA realizado. Se muestra cuales fueron los que tuvieron mayor índice de luminosidad (L), así como de tonos de color, y que tan desgastados quedaron después de las pruebas de solidez. En base a estos resultados se determinó lo siguiente:

- Para tener una mayor longitud se debe de realizar el teñido con el tratamiento 0.1-A-CT/AP.
- Si hablamos de obtener una tonalidad más cercana al rojo, la solución de pigmento tendrá que tener un pH ácido.
- Si hablamos de obtener una tonalidad más cercana al amarillo, la solución de pigmento tendrá que tener un pH básico y en este caso una concentración de 0.1g/L.

En general, los tratamientos que menos afectados se mostraron por las pruebas de solidez son los que se mordentaron con aloe vera.

Tabla 6. Tabla comparativa de tratamientos relevantes.

Tratamiento	Desgaste lavado				Desgaste luz		
	L	Rojo	Amarillo	Mayor	Menor	Mayor	Menor
0.05-A-CT/AP					X	X	
0.05-A-ALVE		X			X	X	
0.05-A-AVCA					X		
0.05-B-ALVE					X		
0.05-N-AVCA						X	
0.05-N-ALVE							X
0.1-A-CT/AP	X	X					
0.1-A-ALVE		X					
0.1-B-CT/AP			X				
0.1-B-ALVE							X
0.1-B-AVCA			X				X
0.1-N-CT/AP				X			
0.1-N-AVCA				X			

## **Capítulo 8**

### **Conclusiones y trabajo a futuro**

Fueron realizados diferentes tratamientos, se obtuvieron diferentes tonalidades, también mencionar que se realizaron las dos pruebas de solidez y como era de esperarse los colores tomaron otros tonos.

La planta *Tradescantia pallida*, fue el principal elemento del trabajo realizado. Se comprobó que la planta es una excelente base para extraer pigmentos, también se comprobó que la planta de *Aloe vera* es un excelente mordiente orgánico, cabe mencionar su fácil adquisición y manejo dentro del trabajo realizado, además de mencionar que la fibra de lana se tiñe de manera diferente de acuerdo a los diferentes tratamientos aplicados.

La diferencia de los tratamientos dependió de la concentración de pigmento, del pH de la solución de pigmento y del mordiente aplicado. Cabe mencionar que el desgaste por la prueba de solidez fue insignificante, por lo que la prueba de solidez al lavado fue la elegida para determinar cuáles tratamientos tienen mayor resistencia.

El tratamiento adecuado para tener una mayor luminosidad en la intensidad de color es con concentración de 0.1 g/L con pH ácido y Mordentado con cremor tártaro y alumbre potásico, además de que este se obtiene con una tonalidad roja, mientras que el tratamiento con concentración 0.1 g/L con pH básico y mordentado con *Aloe vera*, es el que más se acerca a la tonalidad amarilla sin tener un desgaste ni muy poco ni muy significativo.

El mordentado con *Aloe vera* fue el mejor en cuanto aguante de las pruebas de solidez sin importar la concentración de la solución de pigmento, mencionar que a cuanto mayor concentración de esta los tonos pueden llegar a tener mayor intensidad de color.

## ***Capítulo 8. Conclusiones y trabajo a futuro.***

---

Dentro del trabajo a futuro, se deben de realizar diferentes pruebas de solidez, así como medir el color con distintos equipos, para tener mayor información y datos más adecuados, se puede tomar en cuenta el trabajar con diferentes especies de *Tradescantia*.

## **Referencias bibliográficas**

Arango Ruíz, Á., Garcés Giraldo, L. F. (2007). *Remoción del colorante azoico amaranto de soluciones acuosas mediante electrocoagulación* (Vol. 6, Número 2)

Balanzino, M (2024). *Cremor tártaro ¿qué es y como reemplazarlo?* The Gourment Journal

Barrera Guamán, B. S. (2024). *Experimentación con pigmentos naturales y ecológicos para su aplicación en la ilustración de textiles y moda*. UTA.

Cortázar Martínez, A., Coronel Olivares, C., Escalante Lozada, A., & González Ramírez, C. (2014). *Contaminación generada por colorantes de la industria textil*. Vida científica Boletín Científico de la Escuela Preparatoria No. 4. Recuperado de <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/prepa4/article/view/186>

Cortázar Martínez, A., Coronel Olivares, C., Escalante Lozada, A. & González Ramírez, C. (n.d.). *Biotecnología aplicada a la degradación de colorantes de la industria textil*. Universidad y ciencia. Recuperado de

Flores Zavala, B. T. (2021). *Caracterización del pigmento presente en el pericarpio del fruto del nogal (nogalina) como tintura orgánica*. ESPOCH

Gallissá, E. C., (2017). *Propiedades físicas para caracterizar la calidad de las fibras textiles*.

Gómez, O. T. (2009). *Cadena productiva de lana de oveja en el sector textil y de confecciones* (Vol. 12, Número 2). Revista de la Facultad de Ingeniería Industrial.

Guirola, C. (2010). *Tintes Naturales su uso en Mesoamérica desde la época prehispánica*. Asociación FLAAR Mesoamérica.

[https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0186-29792010200009](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-29792010200009)

## Referencias bibliográficas.

---

- Kümmerer, K. (2023). *Dyeing of wool fabric with natural dye extracted from Dalbergia Sissoo using natural mordants*.
- López Epiayu, R. M. (2022). *Dividivi para teñido textil de composición natural*. Institución Universitaria Pascual Bravo.
- Medina Castro, J. (2008). *Pigmentos orgánicos e inorgánicos utilizados en las industrias de pinturas o recubrimientos y del plástico*. Universidad de Chile.
- Mendes, V., De Lima, S. R., Torres, J. O., Atunes, A.C., Messias, D. N., Andrade, A. A., Dantas, N. O., Zilio, S. C. & Pilla, V. (2016). *Preliminary spectroscopic and thermo-optical characterization of anthocyanin unpurified crude extracted from Tradescantia Pallida Purpurea*. *Dyes and Pigments*.  
<https://doi.org/10.1016/j.dyepig.2016.06.020>
- Ortiz, J.L. (2010). *Aloe Vera: La Planta Del Futuro: Sábila*. Edición No.1 recuperado de <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=bWCB4uNQIJC&oi=fnd&pg=PP2&dq=sabila+&ots=XOw9WOkfIZ&sig=JJ8koA6rxc4hWe4V0p19MisHTkI#v=onepage&q&f=false>
- El Mundo (2022). *Qué es la piedra de alumbre y para qué sirve este aliado de belleza natural*. El Mundo  
<https://www.elmundo.es/yodona/belleza/2022/01/18/61e52910fdddf27198b4592.html>
- Palacios Ochoa, C. (2022). *Tinturado natural técnicas ancestrales*. Universidad del Azuay.
- Ramírez Navas, J. S. (2010). *Espectrocolorimetría en caracterización de leche y quesos*. Tecnología Láctea Latinoamericana. Universidad del Valle.
- Restrepo Baena, O. J., Vásquez Jiménez, C. F., Bustamante Rúa, M. O. (2008). *Influencia del pH en las propiedades pigmentarias de la goetita sintética*. Universidad de Colombia.

## **Referencias bibliográficas.**

---

Rodas Farfán, M. I. (2021). *Ensayos para la obtención de tintes naturales a partir de raíces de plantas*. Universidad del Azay

Sanchez de Lorenzo Caceres, J. M. (2004). *Las especies del genero tradescantia cultivadas en España*.

Vázquez Rodríguez, G. A. (2019). *Los microplásticos textiles (o la increíble historia de cómo tu suéter termina en el salero)* Vol.70, Número 1.