



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

“Aplicación de Fluido Supercrítico de CO<sub>2</sub> en Teñido de Fibras Textiles para la  
disminución de Consumo de H<sub>2</sub>O”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

Ingeniera Ambiental

**AUTORES:**

Patricia Angelica, Rojas Raymundo (ORCID 0000-0002-0141-1886)

Enny Elizabeth, Yangali Ordinola (ORCID 0000-0003-2107-7413)

**ASESOR:**

Mg. Rita Cabello Torres (ORCID 0000-0002-9965-9678)

**LINEA DE INVESTIGACION**

Calidad Y Gestión De Recursos Naturales

**Lima – Perú**

**2019**

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don (a) Enny Elizabeth Yangali Ordinola,  
Cuyo título es:  
"Aplicación de Fluido supercrítico de CO<sub>2</sub> en teñido de Fibras Textiles para la disminución de Consumo H<sub>2</sub>O"

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: 14  
(Número).....CATORCE..... (letras).

Lima, San Juan de Lurigancho 12 de julio del 2019



.....  
Mg. Fernando Sernaque Aucchuasi  
PRESIDENTE



.....  
Mg. Yimi Tom Lozano Julca  
SECRETARIO



.....  
Mg. Rita Cabello Torres  
VOCAL

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don (a) Patricia Angelica Rojas Raymundo

Cuyo título es:

"Aplicación de Fluido supercrítico de CO<sub>2</sub> en teñido de Fibras Textiles para la disminución de Consumo H<sub>2</sub>O"

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: 14 (Número)  
 ..... CATORCE .....(letras).

Lima, San Juan de Lurigancho 12 de Julio del 2019



.....  
 Mg. Fernando Sernaque Aucchuasi  
 PRESIDENTE



.....  
 Mg. Yimi Tom Lozano Julca  
 SECRETARIO



.....  
 Mg. Rita Cabélllo Torres  
 VOCAL

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

## **DEDICATORIA**

*Este trabajo dedico a dios quien guío nuestro camino, darnos fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban enseñándonos a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.*

*A nuestra familia quienes por ellos somos lo que somos a nuestros padres por su apoyo consejos comprensión amor y ayuda en los momentos difíciles y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar.*

*Gracias también a nuestros queridos profesores que me apoyaron y me permitieron lograr tener conocimientos para la vida profesional durante estos 5 años de convivir dentro de la universidad.*

## **AGRADECIMIENTOS**

*A mis Maestros.*

*Ing. Rita Cabello por su gran apoyo y motivación para la elaboración de esta tesis, y también al Ing. Fernando Sernaque por su apoyo constante y demás Docente que influyeron para llegar a esta etapa.*

### DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Enny Elizabeth Yangali Ordinola, identificado con DNI N° 45521376, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería de la escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental, declaro bajo Juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y autentica. Así mismo, declaro también bajo Juramento que los datos e información que se presenta en la presente Tesis son auténticos y veraces. En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponde ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 12 de Julio 2019



---

Enny Elizabeth Yangali Ordinola

DNI:45521376

### DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Patricia Angelica Rojas Raymundo, identificado con DNI N° 74854235, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería de la escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental, declaro bajo Juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y autentica. Así mismo, declaro también bajo Juramento que los datos e información que se presenta en la presente Tesis son auténticos y veraces. En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponde ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

**Lima, 12 de Julio 2019**



---

Patricia Angelica Rojas Raymundo

DNI:74854235

## **PRESENTACION**

Señores miembros del jurado: En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la tesis titulada “Aplicación de Fluido Supercrítico de CO<sub>2</sub> en Teñido de Fibras Textiles para la disminución de Consumo de H<sub>2</sub>O”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniero Ambiental.

## **ÍNDICE**

<b>PAGINA DE JURADO</b>	II
<b>DEDICATORIA</b>	IV
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	V
<b>PRESENTACION</b>	VIII
<b>RESUMEN</b>	XV
<b>ABSTRACT</b>	XVI
<b>I. INTRODUCCION</b>	17
<b>1.1 REALIDAD PROBLEMÁTICA</b>	18
<b>2.1 TRABAJOS PREVIOS</b>	20
<b>1.2.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES</b>	20
<b>1.2.2 ANTECEDENTES NACIONALES</b>	31
<b>2.2. TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA</b>	32
<b>1.3.1 FIBRA TEXTILES</b>	32
<b>1.3.2 FIBRA NATURALES</b>	34
<b>1.3.2.1 SEDA</b>	35
<b>1.3.2.2 LANA</b>	35
<b>1.3.3 FIBRA DE ALGODÓN</b>	37
<b>1.3.3.1 COMPUESTOS DEL ALGODÓN</b>	38
<b>1.3.3.1 TIPOS DE ALGODÓN</b>	38
<b>1.3.4 FIBRAS ARTIFICIAL</b>	39
<b>1.3.5 FIBRAS SINTETICAS</b>	39
<b>1.3.6 INDUSTRIA TEXTIL</b>	40
<b>1.3.6.1. CONSUMO DE AGUA EN LA INDUSTRIA TEXTIL</b>	41
<b>1.3.6.2 PROCESO PRODUCTIVO DE LA INDUSTRIA TEXTIL</b>	41
<b>1.3.7. COLORANTES PARA EL TEÑIDO</b>	41
<b>1.3.7.1 COLORANTES BÁSICOS</b>	42
<b>1.3.7.2. COLORANTES DIRECTOS</b>	43
<b>1.3.7.3. COLORANTES REACTIVOS</b>	43
<b>1.3.7.4 COLORANTES DISPERSO</b>	44
<b>1.3.7.5 COLORANTE NATURAL</b>	45
<b>1.3.8 COLORANTES PARA FIBRAS CELULOSICAS</b>	45
<b>1.3.9 REMOLACHA</b>	47
<b>1.3.10 COLORANTE VINILSUFONA</b>	48
<b>1.3.11 CARACTERÍSTICAS DE LAS TINTURAS</b>	49
	IX

1.3.11.1. SOLIDECES	49
1.3. 12. PROCESO DE TEÑIDO	49
1.3.12.1 TEÑIDO POR SISTEMA DISCONTINUO	49
1.3.12.2 TEORÍA DEL TEÑIDO POR AGOTAMIENTO	50
1.3.12.3 CINETICA Y TERMODINAMICA APLICADAS EN LA TINTURA	50
1.3.13. COLORIMETRO	51
1.3.14 CONSUMO DE AGUA	54
1.3.15 FLUIDO SUPERCRÍTICO	54
1.3.16. REACCIÓN CON FLUIDOS SUPERCRÍTICOS	55
1.3.16.1 APLICACIÓN DE FLUIDO SUPERCRÍTICO	56
1.3.16.2 TERMODINÁMICA EN EL TEÑIDO	56
1.3.16.3 ASPECTOS TERMODINÁMICOS	56
1.3.16.4 DISEÑO DEL EQUIPO DE FLUIDO SUPERCRÍTICO	57
1.3.17. ESPECTROMETRO	57
1.3.18 ELABORACIÓN DEL EQUIPO FLUIDO SUPERCRÍTICO	57
1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	58
1.4.1. PROBLEMA GENERAL	58
1.4.2. PROBLEMA ESPECÍFICO	58
1.5. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO	58
1.5.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA:	58
1.5.2 JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA	58
1.5.3 JUSTIFICACIÓN TECNOLÓGICA	59
1.5.4. JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA	59
1.6. HIPÓTESIS	59
1.6.1. HIPÓTESIS GENERAL	59
1.6.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	59
1.7. OBJETIVOS	59
1.7.1. OBJETIVOS GENERAL	59
1.7.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	60
II. METODOLOGIA	60
2.1. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	60
2.2. VARIABLES, OPERACIONALIZACIÓN	60
2.3. POBLACIÓN Y MUESTRA	62
2.3.1 Población	62
2.3.2 Muestra	62

<b>2.4. TÉCNICA E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS VALIDEZ Y CONFIABILIDAD</b>	69
<b>2.4.1 TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS</b>	69
<b>2.4.2 INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS</b>	69
<b>2.5.2 PROCEDIMIENTO DE LA EJECUCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN</b>	73
<b>2.5 METODO DE ANALISIS DE INFORMACION</b>	83
<b>2.5.1 RECOLECCION DE DATOS.</b>	83
<b>2.6. ASPECTOS ÉTICOS</b>	83
<b>III. RESULTADOS</b>	84
<b>IV. DISCUSIÓN</b>	127
<b>V. CONCLUSIONES</b>	128
<b>VI. RECOMENDACIONES</b>	129
<b>VII. REFERENCIAS BBLIOGRAFICA</b>	130
<b>VIII. ANEXO</b>	140

## INDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1: Fibras de Nylon .....	63
Gráfico 2: Fibras de Poliéster .....	63
Gráfico 3: Fibras de Lana- Grupo A .....	64
Gráfico 4: Fibras de Algodón- Grupo A.....	64
Gráfico 5: Fibras de Nylon- Grupo A.....	65
Gráfico 6: Fibras de Poliéster- Grupo A .....	65
Gráfico 7 : Fibras de Lana- Grupo B.....	66
Gráfico 8:: Fibras de Algodón- Grupo B.....	66
Gráfico 9: Fibras de Nylon- Grupo c .....	67
Gráfico 10: Fibras de Poliéster- Grupo A .....	67
Gráfico 11:: Fibras de Lana- Grupo c .....	68
Gráfico 12:: Fibras de Algodón- Grupo c .....	68
Gráfico 13:: Diagrama de la Beterraga .....	81
Gráfico 14: Comparación del Colorante Natural.....	104
Gráfico 15: Comparación del Colorante Natural.....	105
Gráfico 16: Comparación del Colorante Disperso .....	90
Gráfico 17: Comparación del Colorante Disperso .....	91
Gráfico 18: Comparación del Colorante Disperso .....	92
Gráfico 19: Comparación del Colorante Natural.....	93
Gráfico 20: Comparación del Colorante Disperso .....	94
Gráfico 21: Comparación del Colorante Natural.....	95
Gráfico 22: Comparación del Colorante Disperso .....	96
Gráfico 23: Comparación del Colorante Natural.....	97
Gráfico 24: Comparación del Colorante Disperso .....	98
Gráfico 25: Comparación del Colorante Natural.....	99
Gráfico 26: Comparación del Colorante Disperso.....	100
Gráfico 27: Comparación del Colorante Natural.....	101
Gráfico 28: Comparación del Colorante Disperso .....	102
Gráfico 29: Comparación del Colorante Natural.....	103
Gráfico 30: Comparación del Colorante Disperso .....	104
Gráfico 31: Comparación del Colorante Natural.....	105
Gráfico 32: Comparación del Colorante Disperso .....	106
Gráfico 33: Comparación del Colorante Disperso .....	107
Gráfico 34: LA ABORBANCIA.....	108

## INDICE DE TABLA

Tabla 1: Composición de la fibra de algodón.....	38
Tabla 2: Clasificación de Colorantes.....	42
Tabla 3: Cuadro de solidez del colorante Disperso .....	45
Tabla 4: Instrumento Usados.....	69
Tabla 5: Cuadro de Longitud de Onda.....	80
Tabla 6 : Calibración del Espectrofotómetro .....	81
Tabla 7: Resultados del Grupo A.....	99
Tabla 8: Datos de la Muestra N° 1 (Fibras Sintético nylon, H <sub>2</sub> O, Psi).....	100
Tabla 9 : Datos de la Muestra de Fibras Sintético poliéster, H <sub>2</sub> O, Psi).....	102
Tabla 10: Datos de la Muestra de Fibras Sintético Poliéster, H <sub>2</sub> O, Psi).....	103
Tabla 11: Datos de la Muestra de Fibras de lana, H <sub>2</sub> O, Psi) .....	104
Tabla 12: Datos de la Muestra de Fibras de lana, H <sub>2</sub> O, Psi) .....	105
Tabla 13: Datos de la Muestra de Fibras de Algodón, H <sub>2</sub> O, Psi) .....	90
Tabla 14: Datos de la Muestra de Fibras de Algodón, H <sub>2</sub> O, Psi) .....	91
Tabla 15: Datos de la Muestra de Fibras de Nylon, H <sub>2</sub> O, Psi).....	92
Tabla 16: Datos de la Muestra de Fibras de nylon, H <sub>2</sub> O, Psi) .....	93
Tabla 17: Datos de la Muestra de Fibras poliéster, H <sub>2</sub> O, Psi).....	94
Tabla 18: Datos de la Muestra de Fibras de poliéster, H <sub>2</sub> O, Psi) .....	95
Tabla 19: Datos de la Muestra de Fibras de lana, H <sub>2</sub> O, Psi).....	96
Tabla 20: Datos de la Muestra de Fibras de lana, H <sub>2</sub> O, Psi) .....	97
Tabla 21: Datos de la Muestra de Fibras de algodón H <sub>2</sub> O, Psi) .....	98
Tabla 22: Datos de la Muestra de Fibras de Algodón, H <sub>2</sub> O, Psi).....	99
Tabla 23: Datos de la Muestra de Fibras de Nylon, H <sub>2</sub> O, Psi).....	100
Tabla 24 : Datos de la Muestra de Fibras de Nylon, H <sub>2</sub> O, Psi) .....	101
Tabla 25: Datos de la Muestra de Fibras de Poliéster, H <sub>2</sub> O, Psi) .....	102
Tabla 26: Datos de la Muestra de Fibras de Poliéster, H <sub>2</sub> O, Psi) .....	103
Tabla 27 : Datos de la Muestra de Fibras de lana, H <sub>2</sub> O, Psi).....	104
Tabla 28 : Datos de la Muestra de Fibras de lana, H <sub>2</sub> O, Psi).....	105
Tabla 29: Datos de la Muestra de Fibras de lana, H <sub>2</sub> O, Psi) .....	106
Tabla 30: Datos de la Muestra de Fibras de Algodón, H <sub>2</sub> O, Psi) .....	107
Tabla 31: cuadro de Absorción .....	108
Tabla 32: cuadro para hallar la Absorción .....	109
Tabla 33: Cuadro de Regresión Lineal .....	110
Tabla 34 : Hallar la Concentración .....	111
Tabla 35: cuadro para hallar la Absorción .....	112
Tabla 36: Cuadro de Regresión Lineal .....	113
Tabla 37: Hallar la Concentración .....	114
Tabla 38 : cuadro para hallar la Absorción .....	115
Tabla 39: Cuadro de Regresión Lineal .....	116
Tabla 40: Hallar la Concentración .....	117
Tabla 41: medición de Longitud de onda .....	118
Tabla 42: medición de Longitud de onda .....	121

## INDICE DE ILUSTRACION

Ilustración 1: Clasificación de fibras Textiles .....	33
Ilustración 2: Fibra de lana .....	34
Ilustración 3: Estructura de Colorante Disperso .....	44
Ilustración 4 : Clasificación de los colorantes.....	46
Ilustración 5 : Composición de la remolacha .....	48
Ilustración 6: Composición de colorante Vinisufona.....	48
Ilustración 7: Cinética del colorante.....	50
Ilustración 8: Percepción de color.....	52
Ilustración 9 : Fuente de luz.....	53
Ilustración 10: Escala de Color .....	54
Ilustración 11: Propiedades Termodinámica .....	56
Ilustración 12: Equipo Supercrítico.....	57
Ilustración 13 : Equipo Supercrítico .....	74
Ilustración 14: Comparación del Colorante Disperso.....	100
Ilustración 15: Datos de la Muestra N° 1 (Fibras Sintético nylon, H <sub>2</sub> O, Psi) .....	101
Ilustración 16: Comparación del Colorante Disperso.....	101
Ilustración 17: Comparación del Colorante Disperso.....	102
Ilustración 18: Comparación del Colorante Natural.....	103
Ilustración 19: curva de Calibración .....	120
Ilustración 20: curva de Calibración .....	123
Ilustración 21: Pesaje de telas .....	143
Ilustración 22: Mediciones con el espectrómetro .....	144
Ilustración 23: Cálculos.....	144
Ilustración 24 : Absorción de la tela.....	145
Ilustración 25: Pruebas de tela .....	145

## RESUMEN

En el presente trabajo se Evaluó el consumo de H<sub>2</sub>O producido en la aplicación de fluido supercríticos de CO<sub>2</sub> en el proceso de teñido de fibras textiles; así también se determinó las propiedades físicas del fluido supercrítico en el proceso de teñido de fibras textiles para fijar el colorante; al igual que también se determinó la aplicación del fluido supercrítico en el proceso de teñido de fibras textiles que se logró un ahorro significativo de H<sub>2</sub>O. según Ramírez (2012) menciona que en una industria tiene en cuenta que alrededor de 100 litros de agua se utiliza 1kg de fibras textiles para el teñido, cabe diferenciar que con el colorante Disperso se utiliza entre 60 litros de agua, estas situaciones nos muestran valores que nos demuestran un alto consumo de agua. Se realizó 206 muestras en la cual consta de 4 fibras textiles como nylon, poliéster, lana y algodón se analizaron cada muestra con 300 gr de CO<sub>2</sub>, con 2 tipos de colorantes como el colorante disperso y colorante natural en esta investigación se utilizó la remolacha (beta vulgaris); así también se utilizó tres concentraciones de H<sub>2</sub>O estas son de 30 ml, 20 ml y de 10 ml y se analizó en tres distintas temperaturas 25°C, 30°C Y 35°C.

El diseño de la investigación es experimental en la cual nos ha permitido identificar y cuantificar los datos mencionados en el trabajo de investigación de la misma manera es de tipo longitudinal ya que su estudio y datos son observacional.

**Palabra clave:** fluido supercrítico, disperso, espectrofotómetro

## ABSTRACT

In the present work, the H<sub>2</sub>O consumption produced in the application of supercritical CO<sub>2</sub> fluids in the dyeing process of textile fibers was evaluated; thus, the physical properties of the supercritical fluid were determined in the dyeing process of textile fibers to fix the dye; as well as the application of the supercritical fluid in the dyeing process of textile fibers was determined that a significant saving of H<sub>2</sub>O was achieved; according to Ramírez (2012) mentions that in an industry takes into account that about 100 liters of water is used 1kg of textile fibers for dyeing, it should be differentiated with the Dispersed dye is used between 60 liters of water, these situations show us values that show us a high consumption of water. 206 samples were made in which consists of 4 textile fibers such as nylon, polyester, wool and cotton, each sample was analyzed with 300 g of CO<sub>2</sub>, with 2 types of dyes such as the disperse dye and natural coloring in this investigation the beet was used ( *beta vulgaris*); thus, three concentrations of H<sub>2</sub>O were used, these are 30 ml, 20 ml and 10 ml and analyzed at three different temperatures: 25°C, 30°C and 35°C.

The design of the research is experimental in which it has allowed us to identify and quantify the data mentioned in the research work in the same way it is of longitudinal type since its study and data are observational.

**Key words:** supercritical fluid, dispersed, spectrophotometer

## I. INTRODUCCION

La industria textil es un sector con una aceptación en la producción en diversos países, esta es una de las acciones más contaminantes debido a su incremento de agua en sus desiguales procesos y más aún el proceso de teñido, dicho sector genera residuos y consume alta energía, así como también reactivos químicos.

según Ramírez (2012) En una industria tiene en cuenta que aproximadamente 100 litros de agua se utilizan 1kg de fibras textiles para el teñido, cabe diferenciar que con el colorante Disperso se utiliza entre 60 litros de agua. estas situaciones nos muestran valores que nos demuestran un alto consumo de agua.

Actualmente se está entrando en razón debido a una futura escasez de agua debido a la pésima gestión que se tiene con ella. y un costo altísimo en los tratamientos de agua residuales provenientes de industrias.

las fibras poliméricas innovadoras de varias formas y tipos tienen recientemente surgió para mejorar propiedades de uso fina. las fibras huecas son producidas como altamente adsorbentes y forma irregular de cruz, sección y las fibras de la mezcla se procesan poliéster/ con polipropileno. Y la fibras se han producido por tener la misma resistencia que un poliéster, el teñido de fibras de poliéster es diferente de otros tipos de fibras tales como las fibras naturales , ya que tienen una alta cantidad de cristalinidad que a su vez significa un bajo grado de accesibilidad de la moléculas de tinte a los sitios como el agotamiento en baño de tinte, contiene tinte auxiliar y termosol mantenida a un alto temperatura utilizando dióxido de carbono supercrítico, teñido de colorante disperso, reactivos y naturales son posible para poliéster.

## 1.1 REALIDAD PROBLEMÁTICA

Según LOCKUAN (2013), la industria textil ha tenido un crecimiento fenomenal lo cual origina varios productos que contengan fibras de algodón y su procesamiento se va determinado hacia una alta demanda de agua y eso se da mucho más en el tratamiento del teñido, ya que es necesario el uso de los colorantes con sustancias químicas, lo cual se ha venido deteriorando el entorno ambiental lo que es llamado problemas medioambientales asociados con la industria textil. Lo cual es típicamente asociada con la contaminación del agua, los productos químicos utilizados para el procesamiento son las principales fuentes de contaminación generando descargas tóxicas. (p.50)

Según GOMEX (2017), En la industria textil abarca diferentes tipos de procesos en el teñido, ya que en la elaboración son de diferentes hilos, diferentes prendas de vestir hasta diferentes artículos. Hoy en día lima metropolitana, ha incrementado las empresas designadas a diferentes actividades que añaden varios procesos provechosos, lo cual otorga un mayor nivel de combinación en productos. Una creencia textil en el Perú en las épocas pre-incaicos se utilizaba herramientas de alta calidad para las confecciones ya que hoy en día se ha ido evolucionando con técnicas y diseños hechos con fibras de alpaca y el algodón. Uno de los productos valiosos en sus respectivas categorías a nivel internacional, sin embargo en la producción textil con los procesos químicos húmedos convencionales, especialmente el teñido, estampado y acabados de textiles, es también una problemática la contaminación ambiental debido a la descarga de grandes ambiental cantidades de agua residuales al medio ambiente. (p.35).

La industria textil usa una gran cantidad de agua en sus diferentes procesos y más aún en el teñido. Se estima que se usan alrededor de 100 a 150 litros de agua para el procesamiento de 1 kg de material textil y se tiñen alrededor de 28.000 millones de Kg de textiles anualmente, para el teñido con colorante reactivos se usa como 125 litros de agua por kilogramo de productos. Actualmente se está fundamentando una futura escasez de agua debido a la mala gestión que se tiene con ella y un costo elevado de los tratamientos de aguas residuales proveniente de las industrias-

La importancia y atención que está recibiendo las tecnologías medioambientalmente limpias ha aumentado considerablemente en los últimos años. Entre ellas recalca la tecnología de extracción por fluido supercríticos que permiten la sustitución de los disolventes tradicionales por otros más respetuosos con el medio ambiente. La tecnología de extracción por fluido supercrítico se usa el poder de la disolución de ciertos compuestos bajo determinadas condiciones de presión y temperatura.

Por ello es de extrema jerarquía tomar medidas de cuidado con el consumo de agua para el proceso de teñido y generación de aguas residuales. Ante ello esta investigación sugiere tratamiento en el teñido con otro tipo de metodología utilizando dióxido de carbono manifestada en diferentes temperaturas y cantidades de agua, con el fin de minimizar el consumo de agua., por lo tanto el impacto medio ambiental resultaría no significativo y el costo de tratamientos se reduciría tajantemente.

## 2.1 TRABAJOS PREVIOS

### 1.2.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES

ZHENG, WEI, GAO, ZHANG (2015) Realizó la siguiente investigación de *“DYEING PROCEDURES OF POLYESTER FIBER IN SUPERCRITICAL CARBON DIOXIDE USING A SPECIAL DYEING FRAME”*, lo cual presenta como objetivo proponer una nueva tecnología de teñido de fibra suelta en supercrítico de CO<sub>2</sub>, ya que es una técnica barata, esencialmente no es tóxica ni inflamable todo, fácilmente accesible a condiciones críticas. con el fin de lograr teñir fibras de poliéster con presiones y tiempos que van desde los 80°C a 140°C, con una presión de 17 a 29 Mapa y con un tiempo de 20 a 80 minutos, como resultado se observó una buena solidez de color y cambios de color a nivel de temperaturas.

Según NAVARRO (2013) Se realizó la siguiente investigación de *“APLICACIÓN DE PROCESOS DE SEPARACIÓN CON CO<sub>2</sub> SUPERCRÍTICOS”* la cual presenta como objetivo la optimización de procedimientos de separación con fluido supercríticos con compuestos de insecticidas de materia vegetal, lo cual tiene finalidad en aplicar nuevas metodologías de separación con CO<sub>2</sub> supercrítico para tener bio-plaguicidas de material vegetal con el fin de lograr una mayor reducción de consumo de energía.

Según VARGA (2016) Realizo la siguiente investigación de *“SUPERCRITICAL FLUID DYEING OF POLYCARBONATE IN CARBON DIOXIDE”* tiene como objetivo demostrar ser apropiados para el teñido de policarbonato en scCO<sub>2</sub>, tiene como resultado que el policarbonato de carbón logro a más de 100 y 200 bar, con una temperatura de 40° C, se mostró que la fase fluida fue mucho más alta. y se encontró que la captación de tinte fue aumentada por la temperatura.

Según BOURDON (2017) Realizó la siguiente investigación de *“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN EQUIPO PARA EXTRACCIÓN CON FLUIDOS SUPERCRÍTICOS EN FLUJO CONTINUO, A NIVEL DE LABORATORIO, DESTINADO A LA OBTENCIÓN DE EXTRACTOS CON ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE PROCEDENTES DE RESIDUOS AGROINDUSTRIALES”*, lo cual presenta como finalidad hacer un diseño de un equipo para la extracción con fluidos supercríticos para un trabajo discontinuo y continuo empleado el CO<sub>2</sub> puro, este trabajo se permitirá modificar condiciones de temperatura, presión flujo y tiempo mediante el proceso de extracción para una buena obtención de soxhlet , la cual contiene una pequeña cantidad de limoneno, y es evidenciado por el daño causado por el calentamiento durante la extracción.

Según TENORIO (2013). Realizó las siguientes investigaciones de *“SÍNTESIS DE MATERIALES POROSO MANO ESTRUCTURADOS METAL SOPORTE EN CO<sub>2</sub> SUPERCRÍTICO”*. lo cual presenta como objetivo usar materiales porosos mano estructurado por compuesto organometálicos fluorados en CO<sub>2</sub> supercrítico como resultando impregnar las partículas Pd y de Ni en distintos soportes en CO<sub>2</sub> supercrítico, lo cual este trabajo se determina la solubilidad de los compuestos ya que lo tiene elevado a si poder determinar las condiciones de presión y temperatura adecuadas.

Según ZHENG (2016). Se realizó las siguientes investigaciones de *“UN APARATO DE DIÓXIDO DE CARBONO SUPERCRÍTICO MÚLTIPLE A ESCALA INDUSTRIAL Y SU PRODUCCIÓN DE TINTURA ECOLÓGICA”* , lo cual tiene como finalidad fomentar un nuevo diseño de un equipo que actué como un procedimiento de teñido con CO<sub>2</sub> , e tal manera se sustituirá el consumo de H<sub>2</sub>O a través del método supercrítico, tiene como propósito utilizar un equipo supercrítico para la reducción de cantidades de H<sub>2</sub>O, el diseño tiene una disposición de 500 litros, lo cual utilizaron bobinas de tintura para confirmar la viabilidad de las condiciones supercríticas a escala textil y la temperatura con la que trabajaba este diseño es de 200°C y 180°C. Con una presión de 32 Mapa y 30 Mapa, lo cual se observó una buena solidez de color para el teñido.

Según MACHADO (2013). En el presente artículo, se manifiesta que, en la actualidad, la utilización de SFE se aplica ampliamente no solo a las áreas de alimentos y medicamentos, sino también en las áreas de toxicología, química, medio ambiente, textil, petroquímica, polímeros, entre otros (7–10). Los fluidos supercríticos muestran baja viscosidad como gas, alta densidad como líquidos y difusión intermedia entre gases y líquidos, variando con su densidad. Son fácilmente adaptables a los diversos procesos de separación, que involucran amplios niveles de temperatura y presión. Dicha característica permite que los fluidos supercríticos se usen para separar materiales técnicamente inestables (aceites, grasas poliinsaturadas, ácidos, vitaminas y carotenoides, compuestos antioxidantes) a bajas temperaturas, e incluso realizar separaciones con pequeñas variaciones de presión, debido a la alta compresibilidad y solubilidad exponencial.

Según BENDING (2013). Debido que la densidad de un SCF se puede alterar - continuamente al manipular la presión y la temperatura, la capacidad de solvatación del fluido es sintonizable. Por lo tanto, la disolución selectiva de solutos en un SCF se puede lograr optimizando la densidad de la fase fluida. Esta característica de solvatación sintonizable es una propiedad única que hace que los SCF sean diferentes de los solventes líquidos convencionales. La otra ventaja importante de la extracción de SCF es la rápida separación de los solutos que se puede lograr fácilmente mediante una reducción de la presión.

Según VOROBELI (2019), en el presente artículo manifestaron un nuevo método para medir la solubilidad diseñado específicamente para fluidos supercríticos multicomponentes. El método se basa en una separación en línea de la precipitación del anti disolvente supercrítico y la posterior cromatografía de fluidos supercríticos. Una solución concentrada de una sustancia en un disolvente orgánico se pone en contacto con CO<sub>2</sub> supercrítico u otro fluido en una cámara de precipitación que conduce a la precipitación parcial del compuesto. Una pequeña porción de la corriente de salida se inyecta repetidamente en una cromatografía de fluido supercrítico, y la medición de la concentración se realiza utilizando una calibración predefinida. El método permite obtener varios puntos de datos por día, que es mucho más rápido que la mayoría de los métodos existentes para la medición de la solubilidad en fluidos supercríticos multicomponentes.

Según FROSE (2018) Si bien los procesos de teñido de textiles comunes son responsables de una gran cantidad de residuos en las aguas residuales de las empresas de acabado de textiles, el teñido con tintes naturales se vuelve más comercial en la última vez. De esta manera, no solo se puede ahorrar agua y evitar la contaminación del agua, sino que se puede alcanzar un amplio espectro de colores, lo que abre nuevas posibilidades para los diseñadores textiles. Por otro lado, los tintes naturales suelen ser menos intensos y más propensos a la decoloración debido al impacto mecánico, el lavado o la radiación UV. Aquí ofrecemos una descripción general de las diferentes combinaciones de tintes naturales utilizados para teñir diversos materiales textiles con y sin tratamiento previo de la tela textil. Los tejidos resultantes muestran una amplia gama de colores, que dependen principalmente del material textil y, en algunos casos, también del tratamiento previo. Mientras que el lavado y el tratamiento con rayos UV muestran una influencia respectivamente pequeña, las pruebas de abrasión de Martindale cambiaron algunos de los colores elocuentemente.

Para concluir, hemos investigado diferentes tintes naturales en varios materiales textiles, en parte sin tratamiento previo con mordiente. Los resultados muestran una influencia significativa del material textil en el color creado. Mientras que para la lana, el mordiente no influye fuertemente en los colores ganados, el algodón muestra colores e intensidades de color completamente diferentes con y sin mordiente. Lavar y desgastar las telas teñidas tiene el menor impacto en el algodón teñido con cochinilla, mientras que la leña tiñe el abradante y el respaldo de espuma durante las pruebas de abrasión de Martindale. Estos resultados subrayan que dichos tintes naturales tienen una menor solidez del color que los tintes sintéticos modernos, un efecto que se puede asumir que no es aceptable para los clientes o, por otro lado, se puede usar para crear prendas únicas y para redefinir los colores debido a moda reciente.

Según GARCIA (2019) El dióxido de carbono supercrítico se ha utilizado para desarrollar dos métodos para la impregnación de perlas de sílice porosa con un antioxidante natural, la quercetina. Estos métodos implicaban impregnaciones supercríticas discontinuas y semicontinuas. Los primeros experimentos realizados en modo de lote ayudaron a comprender la influencia de la presión, la temperatura, la duración y la presencia de un co-disolvente en la eficiencia de la impregnación.

Se añadió un co-solvente debido a la baja solubilidad de la quercetina en CO<sub>2</sub> supercrítico en las condiciones operativas estudiadas. En el rango de temperaturas y presiones estudiadas, las mejores condiciones operativas, es decir, aquellas que condujeron a la mayor cantidad de quercetina impregnada (300 µg de quercetina por g de sílice) fueron 10 MPa y 323 K con etanol como CO solvente para 2 horas. Estas condiciones de operación, resaltadas a través de los experimentos en modo por lotes, se aplicaron posteriormente al proceso semicontinuo. Este enfoque proporcionó una relación de impregnación de 240 µg de quercetina por gramo de sílice.

Según MCHUGH, M. A., & KRUKONIS, V. J. (1994). La extracción de fluidos supercríticos es una técnica en la que el CO<sub>2</sub> se utiliza bajo una presión extremadamente alta para separar la solución (por ejemplo, eliminar la cafeína del café). Las separaciones son básicas para todas las industrias de procesos y la extracción de fluidos supercríticos es un tipo específico que está recibiendo un alto nivel de atención.

Según KNEZ (2019) Las tecnologías de alta presión que involucran fluidos supercríticos ofrecen la posibilidad de obtener nuevos productos con características especiales o de diseñar nuevos procesos que sean amigables con el medio ambiente y sostenibles. Al utilizar la alta presión como herramienta de procesamiento, se pueden evitar las limitaciones legales para residuos de solventes y las restricciones en el uso de solventes convencionales en procesos químicos. Varias tecnologías de fluidos supercríticos ya han sido desarrolladas a escala comercial. uno de los estudios prometedoras de la tecnología de alta presión es la extracción de compuestos valiosos de diferentes materiales y su formulación "in situ" en productos con propiedades específicas diseñadas por el cliente. La formación de partículas utilizando fluidos supercríticos supera los inconvenientes de los procesos convencionales de reducción del tamaño de partículas. Las propiedades termodinámicas y dinámicas de fluidos únicos de los gases densos también se pueden usar para la impregnación especial de partículas sólidas y el revestimiento de partículas. La impregnación en aerogeles usando dióxido de carbono supercrítico

es una excelente manera de mejorar la disolución y la biodisponibilidad de los fármacos poco solubles en agua. Algunas reacciones bioquímicas y químicas realizadas en fluidos supercríticos ya se han implementado a escala industrial para obtener productos con alto valor agregado. En este documento, se revisan algunas aplicaciones relevantes y el desarrollo futuro esperado en el campo de los fluidos sub y supercríticos.

Según MANJARE (2019) Las propiedades del fluido supercrítico cerca del punto crítico se pueden cambiar variando la presión y la temperatura, permitiendo una extracción selectiva y más rápida. Los fluidos supercríticos exhiben una densidad similar al líquido y coeficientes de viscosidad y difusión similares al gas y pueden penetrar más en la matriz sólida inaccesible a los líquidos debido a una tensión superficial y viscosidad insignificantes. Son adecuados como sustitutos de los disolventes orgánicos en una gama de procesos industriales y de laboratorio. Estas propiedades de los fluidos supercríticos son muy adecuadas para la extracción de solutos, de varias plantas, frutas, flores, semillas, hojas, que no se pueden extraer fácilmente mediante procesos de extracción convencionales. En vista de las ventajas mencionadas anteriormente, la extracción de fluidos supercríticos se está volviendo cada vez más popular en muchas industrias como el petróleo, productos químicos, alimentos y perfumería. Los fluidos supercríticos también se utilizan para la extracción de iones metálicos de soluciones acuosas y matrices sólidas y líquidas.

Según XIE, J., YAN, H., SUNDEN, B., & XIE, G. (2019). Los estudios sobre fluidos a presión supercrítica se han desarrollado de manera de rápido crecimiento para que las geometrías no se limiten al tubo circular. Este documento está dedicado a realizar una breve revisión de los principales experimentos recientes con fluidos supercríticos como el CO<sub>2</sub>, el agua, R134a y n-decano, y comentar los hallazgos. Además, en este documento se analiza la probabilidad de que los fluidos supercríticos fluyan a través de haces de tubos para el uso frecuente en intercambiadores de calor de carcasa y tubos en sistemas de ciclo de energía supercríticos. Se realiza una predicción numérica de los patrones de flujo y las características de transferencia de calor de un tubo circular en flujo supercrítico de agua para realizar una investigación fundamental de la aplicación de fluidos supercríticos en flujos externos. Los resultados indican que la influencia del flujo

de calor en la transferencia de calor en el flujo cruzado es similar a la de los flujos en tubo. Las propiedades físicas térmicas afectan significativamente la transferencia de calor y los patrones de flujo también muestran características únicas con el cambio de las condiciones de contorno.

Este trabajo realiza simulaciones numéricas de lechos fluidizados bajo diferentes condiciones de presión y temperatura y utilizando aire y CO<sub>2</sub> como agentes fluidificantes. Las condiciones de alta temperatura y presión probadas convierten el CO<sub>2</sub> en condiciones supercríticas, por lo que las diferencias cuando el agente de fluidificación se encuentra en condiciones supercríticas también se prueban. Los resultados muestran que cuando la presión y la temperatura aumentan, la fluidización con aire o CO<sub>2</sub> cambia de la característica de fluidización por burbujeo característica de las condiciones ambientales, a una fluidización más homogénea donde no solo hay burbujas y fase densa en el lecho, sino también una fase diluida de moderada concentración de sólidos. La principal consecuencia es un aumento del movimiento lateral de gases y sólidos a alta presión y temperatura. Se produce una desviación de la teoría clásica de dos fases porque la velocidad del gas a través de la fase densa a alta presión y temperatura es más alta que la velocidad de fluidización mínima correspondiente.

Según HUANG, Q., WANG, J., & LI, Y. (2017). Este documento describe el alcance del uso de las tecnologías de ahorro de agua y evalúa sus impactos en el uso del agua, la productividad del agua, el área total sembrada con riego y la mezcla de cultivos en el norte de China. En el análisis empírico se utiliza un conjunto de datos de panel recopilados a nivel de hogar y de parcela. Las tecnologías de ahorro de agua se clasifican en tecnologías tradicionales, tecnologías basadas en el hogar y tecnologías basadas en la comunidad. Para las tecnologías tradicionales y las basadas en el hogar se utilizan en casi todas las aldeas de muestra. Sin embargo, las partes del área sembrada en las que se utilizan las tecnologías de ahorro de agua son todavía bastante bajas. El análisis econométrico utilizando efectos fijos a nivel de parcela muestra que el uso de tecnologías de ahorro de agua puede reducir el uso de agua en los cultivos y mejorar la productividad del agua. Los efectos positivos se generan principalmente a través del uso de tecnologías basadas en el hogar o en la comunidad. El uso de tecnologías de ahorro de agua no tiene impactos

estadísticamente significativos en el área total sembrada de riego y la mezcla de cultivos.

Según ZHOU, L., XU, K., CHENG, X., XU, Y., & JIA, Q. (2017) Las industrias de teñido de textiles necesitan una gran cantidad de agua dulce para el teñido de textiles, y descargan una gran cantidad de aguas residuales, lo que inevitablemente puede conducir a graves problemas ambientales del agua. El algoritmo genético (GA) se utilizó en este documento para la optimización del programa de producción de teñido y tuvo como objetivo reducir el consumo de agua dulce mediante la optimización de la programación basada en el color y la profundidad del teñido. Luego se estableció y desarrolló un sistema de programación con una base de datos y un programa MATLAB que se acopla con un algoritmo genético dinámico. El sistema se implementó en una empresa de teñido textil típica que reprogramó alrededor de 50 ~ 70 pedidos con inserciones de pedidos inesperados como un caso de estudio. Los resultados mostraron que, en comparación con la programación de producción tradicional, la programación de producción optimizada podría reducir el consumo de agua dulce en alrededor de 18.4 ~ 21%.

Según OZTURK, E., & CINPERI, N. C. (2018). Los problemas ambientales más importantes causados por la industria textil son el consumo intensivo de agua, la alta cantidad de generación de aguas residuales con importantes cargas de contaminantes. Los estudios anteriores se centraron en la minimización del consumo de agua y las cantidades de aguas residuales en el teñido y acabado de tejidos de algodón. Hay muy pocos estudios científicos a escala real sobre la eficiencia del agua en la producción de textiles de lana. En este estudio, el objetivo era reducir el consumo de agua, la cantidad de aguas residuales y sus cargas contaminantes mediante técnicas apropiadas de minimización tecno económica en una fábrica textil de lana integrada. En este contexto, se examinaron los consumos de agua y las generaciones de aguas residuales en los procesos básicos y otros procesos auxiliares de la planta mediante investigaciones detalladas en el sitio. Se calculó el consumo de agua específico basado en el proceso y los valores de las aguas residuales. Además, se recolectaron muestras de agua y aguas residuales en diferentes períodos y se analizaron. También se calcularon cargas contaminantes específicas de aguas residuales. De esta forma, se evaluaron los potenciales de

reutilización de las aguas residuales del proceso. Además, los potenciales de ahorro y reducción de la planta se determinaron comparando con las fábricas textiles similares. Se identificaron y evaluaron un total de 82 técnicas de minimización utilizando métodos de toma de decisiones de múltiples criterios. Como resultado, se decidió implementar 9 técnicas de minimización en la planta. Por lo tanto, las reducciones en el consumo de agua en un 41-69%, las cantidades de aguas residuales en un 48-75% y las cargas químicas en aguas residuales en un 28-63% se pueden lograr mediante la implementación de las técnicas de minimización. El período de recuperación potencial osciló entre 24 y 60 meses. La metodología empleada y los resultados del estudio pueden ser útiles para las fábricas textiles, partes interesadas y reguladores similares. Los resultados presentados también pueden proporcionar una hoja de ruta a la industria textil para aplicaciones de producción más limpia.

Según ELABID, A. E. A., ZHANG, J., SHI, J., GUO, Y., DING, K., & ZHANG, J. (2016). La fibra y el textil de tereftalato de polietileno (PET) es uno de los productos poliméricos sintéticos más grandes del mundo. El gran consumo de energía y la contaminación causada por el teñido a alta temperatura y presión de las fibras de PET y las telas con tintes dispersos ha sido motivo de preocupación en estos años. En este estudio, se ha utilizado un plasma a presión atmosférica con una descarga de filamentos finos y uniformes a 20 kHz para mejorar la capacidad de tinción a baja temperatura del tejido PET a 95 ° C con tres colorantes de cationes dispersos: Red 73, Blue 183 y Yellow 211. se observó que el porcentaje de captación de colorantes de los tejidos de PET tratados aumentaba el doble que el tejido no tratado. La tasa de intensidad de color se incrementó más del 20%. La reducción del ángulo de contacto con el agua y la elevación de la altura capilar de la tira de tela de PET tratada indican su mejora en la hidrofobicidad. Los resultados del microscopio electrónico de barrido (SEM) muestran un tamaño nano a micro de los pozos de grabado que aparecen uniformemente en la superficie de la fibra del PET tratado. Simultáneamente, el análisis por espectroscopía foto electrónica de rayos X (XPS) indica un aumento del contenido de oxígeno en la superficie causado por la introducción de grupos polares como C = O y COOH. El \* Manuscrito Página 4 de 33 La superficie rugosa del Manuscrito Aceptado con grupos polares de oxígeno mejorados mostró hidrofobicidad. con afinidad en los colorantes

dispersivos y se cree que están causados por la descarga de filamentos fuertes y muy finos que aparecen aleatoriamente en un lugar en un instante, pero uniformemente en muchos lugares en un período más largo. Esto aumenta la difusión y absorción del Colorante, para Dispersión los colorantes en la superficie de la fibra de PET, lo que mejora su capacidad de teñido a baja temperatura.

Según BAUR, E., OSSWALD, T. A., & RUDOLPH, N. (2018). Definimos la fluorescencia como un cambio en la energía de la iluminación incidente de longitudes de onda más cortas a más largas (como el azul al amarillo) que pueden hacer que el color fluorescente se vea más brillante (más saturado) de lo que podría ser solo por reflexión. Con muy pocas excepciones, e. Por ejemplo, sulfuro de zinc, no hay pigmentos fluorescentes. Por lo tanto, se utilizan tintes fluorescentes solubles, tales como xantenos (por ejemplo, fluoresceína, rodamina). Para facilitar la dispersión de los colorantes, se combinan en sistemas de poliéster / poliamidas fundibles y posteriormente se agregan como pigmentos insolubles a materiales plásticos (mezclas maestras, resistencia a la temperatura de 260 a 280 ° C). Son compatibles con poliolefinas y poliestireno; Es necesario confirmar la compatibilidad con ABS, PA, PC, PMMA y PVC-U. Para PVC-P y PUR, normalmente se utilizan pigmentos termoestables que no se funden (resistencia al calor hasta 210 ° C). Los tintes fluorescentes, también en combinación con dióxido de titanio, se utilizan como abrillantadores ópticos para mejorar el grado de blancura de los plásticos.

Según BEHZADFAR, E., KARAMIKAMKAR, S., & HATZIKIRIAKOS, S. G. (2019). El secuestro de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en depósitos agotados es una solución práctica para mitigar la emisión de gases de efecto invernadero. En las consideraciones financieras de los proyectos de secuestro de CO<sub>2</sub>, el CO<sub>2</sub> se puede considerar como un disolvente que puede movilizar los aceites trenzados bajo tierra. En este documento, aplicamos nuestra nueva geometría de alta presión junto con la técnica de disminución de la presión, desarrollada en nuestros estudios anteriores, para determinar las viscosidades y las difusividades mutuas de mezclas de betún con CO<sub>2</sub> en el rango de temperatura de 30 ° C-110 ° C y a presiones tan altas como 10MPa, donde el CO<sub>2</sub> está en forma líquida o supercrítica. La novedosa técnica desarrollada supera las deficiencias de la disminución de la presión mediante una

reducción significativa en el tiempo de experimentación y eliminando las incertidumbres en la determinación de los valores de presión de equilibrio. El modelo de variable reducida se adopta con éxito para describir los efectos de la presión y la concentración de CO<sub>2</sub> en la viscosidad de las mezclas. Los datos de viscosidad para las mezclas muestran una caída continua independientemente del estado de CO<sub>2</sub>. A diferencia de los valores de viscosidad, la difusividad del CO<sub>2</sub> en el betún depende del estado y la presión del CO<sub>2</sub>. Los valores de difusividad aumentan con la temperatura, que están bien descritos por la ecuación de Arrhenius. Si bien la presión tuvo un efecto significativo en los valores de difusividad en el estado gaseoso, como se mostró en nuestro estudio anterior, los valores de difusividad son menos sensibles a la presión en las formas líquidas y supercríticas. También se encuentra que el CO<sub>2</sub> líquido tiene la mayor difusividad en el bitumen en comparación con el CO<sub>2</sub> supercrítico y gaseoso. Los valores de difusividad se compararon con los datos en la literatura para presiones superiores a 10 MPa para mezclas de betún de CO<sub>2</sub>.

Según WANG, J., SUN, B., LI, H., WANG, X., WANG, Z., & SUN, X. (2018). Se ha desarrollado un modelo de control de estado de fase de la fracturación con CO<sub>2</sub> supercrítico (SC-CO<sub>2</sub>) mediante el control de la temperatura en función de las propiedades físicas del CO<sub>2</sub>, las características de filtración del fluido, la energía interna y la variación del flujo de trabajo en las fracturas. Una cantidad considerable de análisis se centra en los efectos de la temperatura y presión de inyección de CO<sub>2</sub>, el gradiente geotérmico, la tasa de bombeo de la temperatura del fluido de fracturamiento de CO<sub>2</sub>, el campo de presión y el comportamiento de las fases en el pozo y las fracturas. En este estudio, se obtiene el método de control de fase de las fracturas durante la fractura con SC-CO<sub>2</sub> además de su gráfico. Los resultados indican que la temperatura del modelo de fracturamiento de SC-CO<sub>2</sub> en el pozo y la fractura es menor que cuando no se considera el modelo de trabajo de flujo en la misma ubicación. Durante el proceso de flujo de fluido, se produce una transición del estado líquido al estado supercrítico en el pozo o fracturas. El punto de transformación de fase difiere en las fracturas, de modo que una temperatura de inyección más baja se relaciona con una alta tasa de bombeo, un gradiente geotérmico más bajo y una ubicación más cercana del punto de transformación al final de las fracturas. Por lo tanto, para obtener el efecto de estimulación óptimo de

la fractura supercrítica de CO<sub>2</sub>, el comportamiento de fase del CO<sub>2</sub> debe controlarse de acuerdo con las condiciones del reservorio a través del equipo de temperatura, Superficie, optimizando la temperatura de inyección, la presión y la velocidad de bombeo del fluido de fractura miento.

### **1.2.2. ANTECEDENTES NACIONALES**

Según TRINIDAD (2018) Se realizó la siguiente investigación “TEÑIDO DE ALGODÓN USANDO DIÓXIDO DE CARBONO A DIFERENTES TEMPERATURAS Y CANTIDADES DE AGUA A NIVEL DE LABORATORIO 2018”, lo cual presenta como objetivo tener una buen teñido de algodón con CO<sub>2</sub> en distintas magnitudes de presión, temperaturas y cantidades de H<sub>2</sub>O . Este proceso de teñido tiene como finalidad tener una adecuada dosis de agua y calidad de teñido, lo cual hizo 15 muestras para que se evaluará la solidez estadísticamente lo que interpreta la calidad del teñido.

Según OHARI (2013) Realizó la siguiente investigación “DISEÑO DE PLANTA PILOTO DE EXTRACCIÓN DE OLEORRESINA DE PAPRIKA USANDO CO<sub>2</sub> COMO FLUIDO SUPERCRÍTICO “, la cual presenta como objetivo diseñar una planta para el arrancamiento de OLEORRESINA DE PAPRIKA, la cual su volumen del arrancamiento es de 5 litros de volumen. donde permite conseguir 0,25 kg/g de oleorresina de paprika, la duración del proceso de 15 min. Utilizando el CO<sub>2</sub> supercrítico como un solvente, dicha planta se optó por aprovechar el diseño del recipiente de extracción para en que funcione como recipiente a presión y a la vez intercambiar calor al mismo tiempo de manera se conseguirá aumentar la presión y la temperatura en el proceso de calentamiento isométrico para alcanzar las condiciones de extracción permitiendo quitar solo productos de origen orgánicos. Donde esta opción según el ciclo termodinámico, lo cual admite un menor gastos energéticos.

Según MARTÍNEZ (2015) “TENIDO DE FIBRAS NATURALES EN DIÓXIDO DE CARBONO SUPERCRÍTICOS UTILIZANDO UN SISTEMA MICELAR INVERSO SURFACTANTE NO IÓNICO”. Este procedimiento experimental de dicha investigación se ejecutó con un aparato supercrítico que se colocó en la parte de arriba y se está ejecutando a una temperatura de 50°C y una presión de 16 Mpa (mega pascal). Lo cual como resultado se evidenció que el teñido de algodón se pudo ver los tonos y se concluyó que hizo un mal teñido de algodón, con una baja concentración de colorante y afinidad de teñido.

Según FERNÁNDEZ (2014) “EL TEÑIDO DE ALGODÓN EN CO<sub>2</sub> SUPERCRÍTICO UTILIZANDO COLORANTES REACTIVOS” tiene como objetivo desarrollar métodos para colorear con algodón el CO<sub>2</sub>, lo cual se utilizará reactivos. Su procedimiento de dicha investigación se fundamentó con el uso de un reactor, lo cual va disminuyendo una alta presión para un estado supercrítico, donde se colocara en un recipiente de 150 ml encajado con el manómetro de presión de 350 bar, lo cual se añadió un 50 ml de colorante de metanol lo cual al final se añade dióxido de carbono líquido en 60 bar, para que se concluya en la obtención del teñido de algodón con colorantes reactivos en dióxido de carbono supercrítico en condiciones de un mejor teñido.

## **2.2. TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA**

### **1.3.1 FIBRA TEXTILES**

Según MARRONE (2015) “las fibras textiles son estupendas con tintes naturales. Los cuales son todas aquellas de origen natural entre ellas se encuentra en la lana, como la llama, alpaca, el guanaco y la vicuña. Esta fibra textil es propia de la naturaleza son en realidad las que utilizan las industrias, ya que se puede hilar con un tejido mediante diversos métodos, existe otras propiedades como durabilidad, elasticidad y uniformidad.” (p.56)

Es una fibra sólida para una pequeña sección transversal de cada fibra se compone de millones de largas cadenas moleculares individuales de distintas estructuras químicas, para que la fibra textil sea apreciada debe tener los siguientes orígenes flexibilidad, elasticidad, resistencia.

## CLASIFICACION DE LAS FIBRAS TEXTILES

Las fibras textiles se dividen en dos grupos: fibras naturales y fibras manufacturadas. El primer grupo está constituido por todas aquellas fibras que como tales se encuentran en estado natural y que no exigen una ligera adecuación para ser hiladas y utilizadas como materiales textiles. El segundo grupo lo forma una gran diversidad de fibras que no existen en la naturaleza si no que han sido fabricadas mediante un artificio industrial.

El sector textil no abarca solamente la fabricación de tejidos, el diseño de prendas y su confección. Una poderosa ingeniería textil se ocupa de investigar en el diseño de tecnología que perfeccione el hilado de la fibra, con mayor producción, más calidad y menos coste, se ocupa también en la investigación sobre materias primas.

Según PRODUCE (2015) la producción de las fibras se ha ido variando con un promedio de 3% durante estos ocho años se ha logrado mantener el nivel de volumen, la calidad para la comercialización de estas fibras.

*Ilustración 1: Clasificación de fibras Textiles*

<b>Fibras Naturales</b>	Animales	Seda Seda Salvaje
		Lana, Pelo De Alpaca, Camello, Llama
	Vegetales	Lino, yute, coco
		Algodón
<b>Fibras Manufacturadas</b>	Sintética	Poliéster
		Fibras acrílicas
		Fibras modacrílicas

Fuente: Elaboración Propia

### 1.3.2 FIBRA NATURALES

Según PRODUCE (2015) las fibras naturales se basan en origen Animal o Vegetal, hoy en día aquí en nuestro país las principales fibras que utilizamos es la de origen Vegetal que viene hacer la del algodón, Gran parte podemos encontrarlo en la costa central y costa norte, su mayor característica es de tener fibras muy largas, produciendo unos hilados de calidad y suavidad al tacto que es apreciada en el mundo por su fibra longitud uniforme.

Según SAVASTANO (2009) las fibras vegetales se extraen de las plantas, lo cual están constituidas por sus elementos poliméricas naturales como son las hemicelulosas, células, está fibras tiene un ciclo neutro de CO<sub>2</sub> y son biodegradables. Estas con algunas Fibras de Origen Vegetal.

Las fibras naturales nos proporcionan textiles cómodos de usar, pero poseen alguna desventaja. El algodón se arruga fácilmente, la lana tiende a encogerse y uno de ellos es muy resistente.

### CLASIFICACIÓN DE FIBRAS NATURALES

La clasificación de estas fibras es básicamente celulosa y son relacionadas la mayor parte de plantas aprovechables. Estas fibras son traídas del reino vegetal por sus variedades de formas como el tallo, hojas, frutos, semillas lo cual se puede conseguir productos generalmente textiles. Las fibras vegetales son químicamente fibras celulósicas. De acuerdo a la parte de la planta de donde se extraen y se clasifican en:

- **Fibras vegetales de semilla.** Estas están divididas en dos especies vegetales, cuyas semillas vienen acompañadas por una fibra que es de gran interés las cuales son: Algodón
  
- **Fibras vegetales de tallos.** Son aquellas que se extraen del tallo de las diferentes plantas, aunque son de menor interés a las anteriores, estas son: Lino Bambú Cábamo. Banana. Kenaf Yute, etc.

### **1.3.2.1 SEDA**

Estas fibras de seda poseen una sección desviado triangular con esquinas redondeadas, lo cual brilla la luz en diferentes ángulos, dando a la seda un brillo especial.

Podemos observar que el biopolímero de la seda tener como grupo funcional una amida, por lo tanto tendremos una poliamida

- ✓ Es versátil y confortable
- ✓ Absorbe la humedad
- ✓ Es fresco para el verano y también cálido para el invierno
- ✓ Mantiene su forma y es relativamente liso
- ✓ Tiene una pobre resistencia a la exposición al sol.

### **1.3.2.2 LANA**

La fibra de lana es de pelo natural en ovejas y se compone de sustancias proteicas llamada queratina. La lana está compuesta por carbono, hidrógeno, nitrógeno. La lana es un pelo en general suave y rizado, que forma de vellón recubre el cuerpo de los carneros y ovejas. Está formada a base de la proteína llamada queratina en torno al 20-25% de proporción total. Cada pelo es segregado en un folículo piloso y consta de una cubierta externa escamosa que repela el agua, una porción cortical y otra medular varían entre 12 y 120 micras de diámetro, según la raza del animal productor y la región de su cuerpo y entre 20 y 350 mm de longitud.

### **CARACTERÍSTICAS DE LA FIBRA DE LANA**

La fibra de lana tiene una estructura molecular alargada a base de cadenas de células que se unen en forma de muelle, lo que le confiere a la fibra su elasticidad, es decir, la capacidad de enderezarse y retorcerse sin ser deformada, recuperando siempre su forma original a presión. Al estirar una fibra de lana, los enlaces transversales entre células se han forzado, quedando oblicuos, mientras dura el estiramiento.

- ✓ Es una fibra rizada, según la estructura molecular explicada antes, lo que confiere volumen al hilo de lana y su tejido.
- ✓ Es una fibra larga, según las variedades de lana de cada raza

*Ilustración 2: Fibra de lana*



Fuente: Elaboración Propia

## **FLEXIBILIDAD**

El grado de flexibilidad específica la facilidad de cómo los tejidos realizados no influirá en la durabilidad de la prenda. En periodo general, para que cuando el tejido vista a una persona debe acceder a esta libertad de movimientos, por lo que las fibras a emplea necesitan ser sumisos y flexibles. Muchas sustancias naturales tienen como estructura de fibra, pero ser ellas duras y quebradizas no pueden ser usadas como fibras textiles.

## **ELASTICIDAD**

La elasticidad es un gran importe por cuanto accede la tejeduría, aumenta la persistencia del material y es de gran calidad los procesos de acabado. La capacidad de recobrar de una deformación, cuando una fibra se extiende en 10% es decir en un 100 cm se cambia en un 110 cm y luego al inhibir la carga causante de deformación vuelve a su longitud original.

## **RESISTENCIA**

Las fibras textiles deben conservar una adecuada firmeza a la tracción. Está vacía ampliamente en las diferentes fibras. Es significativo que las fibras tengan bastante resistencia para ser trabajada y procesada por las máquinas de hilatura y tejeduría dando un producto con apropiada constancia para el uso al cual está consignado.

### **1.3.3 FIBRA DE ALGODÓN**

Según VELOZ (2017) Las fibras de algodón son fibras naturales que después del procesamiento, consiste en gran parte del polímero natural celulosa. Donde la fibra de algodón es muy absorbente y puede absorber hasta un 32 % de su peso en agua. Dicha fibra húmeda se desgarrará ya que cuando está seco” (p.34)

Las fibras naturales se caracterizan por tener fibras muy largas que fabrican hilados de alta calidad por su suavidad en el algodón que va creciendo en la costa del país, es uno de los mejores algodones producido de fibras excepcionales.

El algodón es una fibra textil nativa derivada de plantas concernientes a la familia de las malváceas producidas de la india. Lo cual tiene como peculiaridades de absorbencia, poca elasticidad, alta suavidad.

Decimos que la fibra de algodón se encuentra formado por una extensa célula epidérmica, lo cual la semilla del algodón de la planta pertenece al género *Gossypium*. Hace 300 años A.C en así se dio el primer tejido de algodón. De igual modo se fue encontrando tejidos de algodón en América del Norte y del Sur.

#### **CARACTERÍSTICAS DE LAS FIBRAS DE ALGODÓN**

La fibra del algodón es como una cinta granulosa, estirada y retorcida, e algunas variedades, el de mejor calidad, la fibra tiene forma casi cilíndrica. Este compuesto a base de moléculas de celulosa, con la estructura molecular típica de esta.

Una de sus principales características de la fibra de algodón es por su manera de ser que son Estiradas y retorcida. En algunas variedades, es mejor calidad. En algunas formas es casi Cilíndrica.

### 1.3.3.1 COMPUESTOS DEL ALGODÓN

Tabla 1: Composición de la fibra de algodón

Celulosa	80,0-, 85%
Agua	6,0- 8,0 %
Residuos Pigmentarios	3,0-5,0%
Sustancias nitrogenadas	1,0-2,8%
Sustancias minerales	1,0- 1,8%
Ceras, aceites y grasas	0,5- 1,0 %
Sustancias pépticas	0,4- 1,0 %

Fuente: Elaboración Propia

### 1.3.3.1 TIPOS DE ALGODÓN

Las fibras de algodón son clasificadas algunas veces de acuerdo a la longitud a la cual crecen. Las fibras largas comandan mayores precios puesto que las fina.

#### LAS CLASIFICACIONES MÁS IMPORTANTES SON:

- **Fibras cortas:** de  $3/8$  a  $3/4$  de pulgadas de longitud. Las fibras pequeñas provienen de especies asiáticas de algodón que son cortas y gruesas.
- **Fibras intermedias:** de  $13/16$  a  $5/4$  de pulgadas de longitud. Esta variación conocida como American Upland es de longitud y grosor intermedio. Esta fibra crece principalmente en Estados unidos.
- **Fibras largas:** de  $3/2$  a  $5/2$  de pulgadas Esta incluye variedades conocida con sea island, Egipto y pima las fibras peruanas y brasileñas también entran en esta clasificación

### 1.3.4 FIBRAS ARTIFICIAL

Según PRODUCE (2015) son fibras alteradas con materia Prima la cual es llamada celulosa, y tiene diversidades fibras que destacan como nylon, poliéster, fibras acrílicas, polipropileno, rayón.

### 1.3.5 FIBRAS SINTETICAS

Las fibras artificiales se utilizan en la fabricación de ropa fácil de lavar, que no se arruga ni se encoge y es más barata. No es ropa tan cómoda como la de algodón, seda o lana, pero es excelente en el uso diario. Petróleo; la viscosa y el acetato se obtiene de la madera

Las fibras artificiales se pueden hacer con sustancias químicas que se obtiene de materiales como la madera, el carbono y el petróleo. Algunas de estas fibras, como el nylon, poliéster y acrílico, se obtiene del carbón y el petróleo; la viscosa y el acetato se obtiene de la madera.

#### ➤ **NYLON:**

Es una fibra obtenida por derivadas de productos petroleros y acetos, que van generando un resistencia y ligero.

Es nylon es un polímero artificial que pertenece al grupo de las poliamidas. Se genera formalmente por policondensación de un diádico con una diamina. La cantidad de átomos de carbono en las cadenas de la amina y del ácido se puede indicar detrás de las iniciales de poliamida. El más conocido es por lo tanto el producto formal del ácido butandicarboxílico (Ácido adipínico) y la hexametilendiamina.

El nylon es usado para hacer shorts, ropa de invierno, ropa de deporte. Se puede usar en ropa de combate, corbatas, paraguas, etc.

## **PROPIEDADES:**

- Es fuerte y elástica
- Es fácil de lavar
- Seca rápidamente
- No se deforma
- Es resistente y responde bien al calor

## ➤ **POLIÉSTER:**

El poliéster es una categoría de polímeros que contiene el grupo funcional Ester en su cadena principal.

Los poliésteres que existen en la naturaleza son conocidos desde 1830, pero el término poliéster generalmente se refiere a los poliésteres sintéticos (plásticos) provenientes de fracciones pesadas del petróleo.

Los hilos de poliéster son usados en muchas formas de ropas como camisas, shorts, pantalones, etc. Se puede usar también para hacer cortinas.

## **PROPIEDADES:**

- Es fuerte y resistentes
- No se arruga con facilidad
- Es fácil de lavar
- Seca rápidamente
- No se deforma con facilidad

### **1.3.6 INDUSTRIA TEXTIL**

Según CARDETTI (2017) la industria textil hoy en día es mayor consumidor de agua, de lo cual lo hace a través de procesamientos de teñido y enjuague, las industrias textiles utilizan grandes cantidades de agua, lo cual es malgastado por las industrias, a medida que las regulaciones se vuelven cada vez más estrictas con el costo de agua.

### **1.3.6.1. CONSUMO DE AGUA EN LA INDUSTRIA TEXTIL**

Según PACHAS (2010), nos dice que el registro del consumo total, se da variaciones en las es acorde al volumen de los teñidos de 60 Tn de tela, lo cual se requiere aplicar un ahorro recomendado de 9000 m<sup>3</sup> de agua.

### **1.3.6.2 PROCESO PRODUCTIVO DE LA INDUSTRIA TEXTIL**

#### **➤ Recolección de la materia Prima. -**

Según PRODUCE (2015) no dice que el procesamiento de la recolección de la materia Prima, en donde se puede visualizar en diferentes orígenes como natura (Vegetal y animal) y lo no natural (sintética y Artificial), es la fase en el cual ha brindado mayor ventaja en los Mercados internacionales.

#### **➤ Preparación de Fibras. -**

Según PRODUCE (2015) en el procesamiento sometidos en el proceso de limpieza se realizará un teñido de etapa. En el caso de que las fibras no son naturales, todo esto es un proceso de selección realizada a través del cortado de la fibra y la mezcla de colores directamente, lo cual esa máquina desgarró los flocones de fibras, esta etapa es muy importante en el tratamiento de la fibra de algodón.

### **1.3.7. COLORANTES PARA EL TEÑIDO**

Según CÁCERES (2014) los colorantes para pigmentar suelen ser la combinación de tintes estructurados que contribuyen para otorgar al color de diferentes elementos como fibras de animales, como fibras vegetales o sintéticas y como resultados semejantes tenemos a la lana, seda, algodón, lino rayón, etc. u otros materiales, en estos sucesos el colorante puede establecer una mezcla de sustancias químicas que logra teñirse, existen diferentes tipos de colorantes.

#### **CLASIFICACIÓN DE COLORANTES**

- Colorantes De Alta Reactividad
- Colorantes Muy Poco Reactivos
- Colorantes De Aplicación En Baños Por Agotamiento Bi funcional.

## TIPOS DE COLORANTES

Existen diferentes tipos de colorantes como nos muestra la (tabla 3).

Tabla 2 : Clasificación de Colorantes

FAMILIA	VENTAJAS	DESVENTAJAS
DIRECTOS	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Económicos</li><li>✓ Proceso simple</li><li>✓ Fácil corrección del matiz</li><li>✓ Posible a la luz alta</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Baja solidez a los tratamientos húmedos</li><li>✓ Peligro de migración al secad</li></ul>
REACTIVOS	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Buena solidez al tratamiento húmedo</li><li>✓ Extensa gama de matices</li><li>✓ Proceso de tintura múltiples</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Ciclo de tintura largo</li><li>✓ Lavado a fondo después de la tintura</li><li>✓ Algo caro</li></ul>
TINAS	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Excelentes solideces</li><li>✓ Matices ternarios</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Muy caros</li><li>✓ Gama de matices limitada</li><li>✓ Ciclo de tintura largo.</li></ul>
SULFUROSOS	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Muy económicos para matices intensos</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Gama de matices limitadas</li><li>✓ Contaminación de aguas</li></ul>

Fuente: Propia

### 1.3.7.1 COLORANTES BÁSICOS

Según CÁCERES (2014) son generalmente hidro-cloruros de sales orgánicas, ya que es adecuado por su disminución de solidez hacia la luz, estos fueron prácticamente discontinuados hasta que se investigó que se podría beneficiar al momento de teñir con fibras acrílicas. Estos tintes pueden acomodarse a la célula, ya que si las fibras se moderada antes del teñido. Sin embargo, pocas veces se aplican estos tintes al algodón, ya que no son efectivos por sus células. (p.59)

### 1.3.7.2. COLORANTES DIRECTOS

Estas categorías de colorantes son muy factibles al agua, lo cual logran juntarse muy rápidamente con el algodón por su captación química. Una vez que el colorante es diluido en H<sub>2</sub>O, se le adiciona una pequeñez de sal para inspeccionar el porcentaje de la Absorción del colorante hacia la fibra.

Tiñen directamente el tejido. Empleados para la tintura de fibras de algodón, con muy buenas solidez. Los colorantes artificiales directos se llaman así porque tiene la fibra sin necesidad de un segundo producto que actué como mordiente de esta. Existen dos familias de colorantes directos.

- Colorantes tiazolicos: se llaman así porque en sus moléculas contienen el anillo tiazolicos. Estos colorantes son solamente amarillos, anaranjados y pardos.

### 1.3.7.3. COLORANTES REACTIVOS

Según CÁCERES (2014). Los colorantes reactivos se incorporan fácilmente a las fibras celulósicas que están conformada por una fuerte mezcla química. El colorante reactivo tiene la amplitud de unir enlaces de tipo covalente en las fibras. Ya que con las temperaturas 40°C y 80 °C ejecuta más rápido el teñido en las fibras y presentan un brillo y a su vez una buena solidez.

Según RAMÍREZ (2013). Estos colorantes son componentes que son atraídos rápidamente por la fibra que son capaces de conformar enlaces covalentes a una temperatura moderada entre 20° y 100° C. Es Admisible emplear Moléculas de corto Tamaño, para que los Colores sean de gran brillantez, durante la fusión entre el colorante y la fibra afirma la solidez del lavado de las tinturas.

Lo colorantes reactivos se manifestaron a partir de los años cincuenta, cuando unos científicos conquistaron a los colorantes, ya que contenían un grupo de diclorotriazina que son competente en unir los enlaces del tipo covalente con la celulosa en medio alcalino a temperaturas comprendidas entre los 40° y 80° C. esta conducta aceptaba que la tintura se veía de tonos brillantes y con buena solidez, lo cual no era admisible hasta ese momento. Una de las ventajas notables de los

colorantes reactivos sobre diferentes colorantes es que su reforma química es mucho más simple, su visión de absorción se muestra muchas bandas de absorción y las tinturas son reluciente.

#### 1.3.7.4 COLORANTES DISPERSO

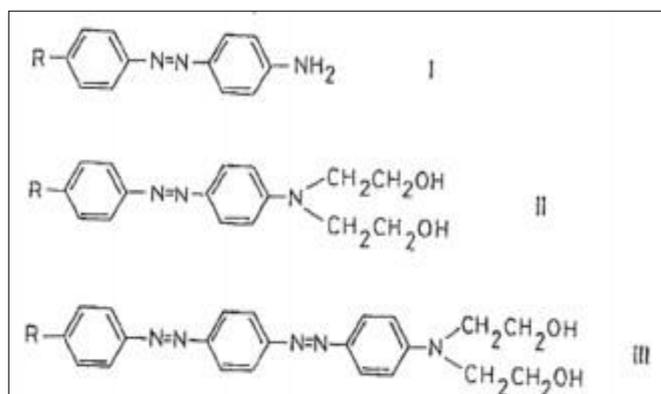
Según Vargas (2016) EL Colorante disperso tiene distribución no ionica, esto hace que sea más fácil al agua, lo cual es recomendado para el teñido de Fibras sintéticas.

Las partículas de colorante se diluyen en su forma mono-molecular estand muy influenciada esta solubilidad

Según HERRERA (2002) los colorantes dispersos son para teñir las fibras sintéticas y a la vez se disuelve en agua, su manejo se da en forma de aplazamientos acuosos finos.

Según OSORIO (2012) Los colorantes dispersos son combinaciones de no iónicos, casi imposible en agua, se utiliza para teñir fibras sintéticas cuidadosamente en la suspensión de acuosas finas. Con frecuencia los colorantes dispersos facilitan incrementar gamas de tonos, con una gran solidez al lavado y a la luz. (Esta última depende de la rapidez de la expansión de fibras en tamaño de la molécula colorante, así mismo por su esencia no iónica no son arriados por fibras repletas por lo que no muestran dilemas de barreado.

Ilustración 3: Estructura de Colorante Disperso



Fuente: Vargas (2016)

Tabla 3: Cuadro de solidez del colorante Disperso

TIPO DE SOLIDEZ	RESULTADOS
A LUZ	6
AL ROCE SECO	5
AL LAVADO	4-5
AL SUBLIMADO	4-5

Fuente: Hidro química

### 1.3.7.5 COLORANTE NATURAL

El uso del color es una necesidad estética de la humanidad y está inmersa en la historia de su desarrollo cultural. Precisar desde cuándo y como se empezaron a aplicar las primeras técnicas de tintura textil, no ha sido posible, lo único que se puede afirmar es que, en diversos lugares del planeta, desde tiempo remotos los seres humanos fueron reconociendo y utilizando el color que en la naturaleza existía. Gradualmente fueron desarrollando y perfeccionando métodos de extracción y aplicación de tinturas naturales de origen vegetal, animal y mineral

Los colorantes naturales lo podemos definir como material animal y vegetal sin proceso químico. Esto son principalmente colorante mordientes, aunque se conocen unos de la tina de disolventes de pigmentos, directos de los tipos ácidos. No se conocen colorante natural del tipo sulfurado, disperso, azoico o rama.

Según VANKAR (2019). Los tintes naturales para el uso del teñido es probablemente el arte más antiguo de todos los tiempos. Una de las cosas más sorprendentes sobre el tinte natural en su origen en varias partes de la planta puede provenir de madera, frutas, raíces, flores e incluso insecto. Ya que existe variedad de colores que puede ser de las flores y los frutos. Los tintes naturales son únicos porque son ecológicos y no son cancerígenos. Existe una creciente demanda de colorantes respetuosos con el medio ambiente, no son tóxicos especialmente para los sensibles a la salud.

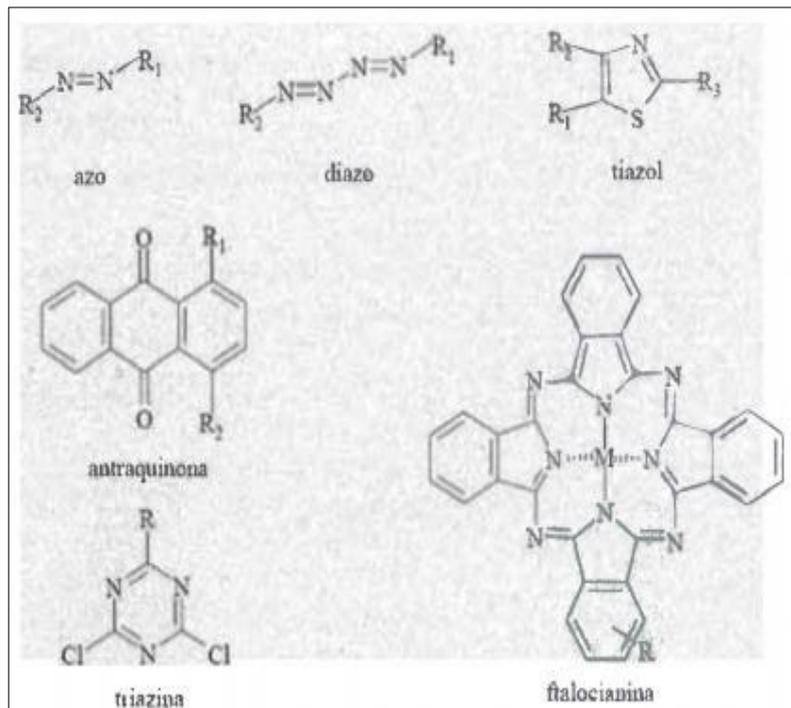
### 1.3.8 COLORANTES PARA FIBRAS CELULOSICAS

A pesar del gran crecimiento que ha experimentado las fibras sintéticas, las fibras de algodón siguen representando aproximadamente la mitad de la producción mundial de fibras textiles además de los artículos de algodón al 100% gran cantidad de algodón se utiliza para la obtención de artículos de mezcla con poliéster. Las fibras celulósicas pueden teñirse con una amplia gama de colorante

La familia tintórea más utilizadas en la tintura de esta fibra son:

- ✓ Reactivo
- ✓ Directo
- ✓ Tina
- ✓ Sulfurosos
- ✓ Azoicos insoluble

*Ilustración 4 :Clasfcacon de los colorantes*



Fuente: Vankar (2019)

### 1.3.9 REMOLACHA

A partir de la remolacha se extrae el pigmento natural presente en esta raíz que le confiere su color rojo característico y que se emplea en la industria agroalimentaria para la obtención de un colorante denominada rojo de remolacha. Este colorante es utilizado para dar color a algunos productos como sopas, licores, helados.

La remolacha es estable en productos deshidratados con una actividad de agua menor a 5.0, se vuelve más inestable a medida que se aumenta la actividad de agua y el contenido de humedad del alimento, por razón, los sólidos de la remolacha deben almacenarse con el menor de agua posible y las condiciones más secas.

Los pigmentos vacuolares hidrosolubles presentes en las plantas del orden de las centrospermas, como el betabel. Están compuestos por las betacianinas de color rojo.

#### PROPIEDADES

La remolacha es particularmente rica en folato, se han encontrado que el ácido folato y ácido fólico previene defecto de nacimiento del tubo neural (nervioso) y ayudan contra enfermedades cardíacas y anemia. Las remolachas también tienen alto contenido de fibras, soluble e insoluble.

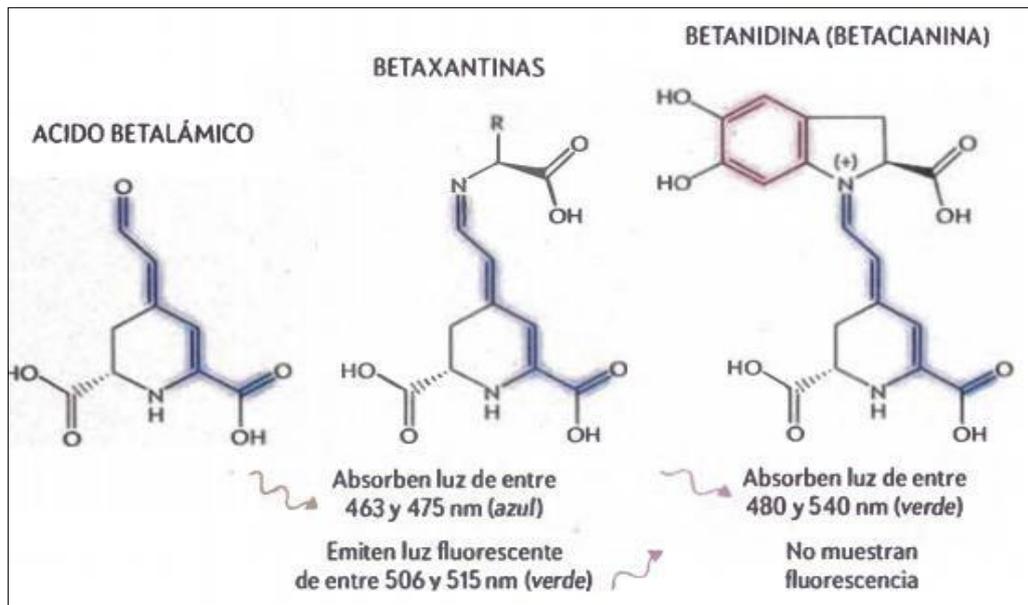
Estas son las propiedades nutricionales de la remolacha

- Calorías 31g
- Carbohidratos 8.5g
- Fibra dietética 1,5 g
- Potasio 259 mg
- Fosforo 32 mg
- Folato 53.2 mcg
- Proteínas 1.5 g

Las betalainas son derivados de ácidos betalamicos y pueden dividirse en clases de compuesto:

- ✓ **BETACIANINAS:** son pigmentos de color rojo cuyas estructuras presentan grupo acilo y azucars.
- ✓ **BETAXANTINAS:** son pigmentos de color amarillo, contienen también la dihidropiridina, pero se encuentra conjugados con aminos o aminoácidos

Ilustración 5 : Composición de la remolacha



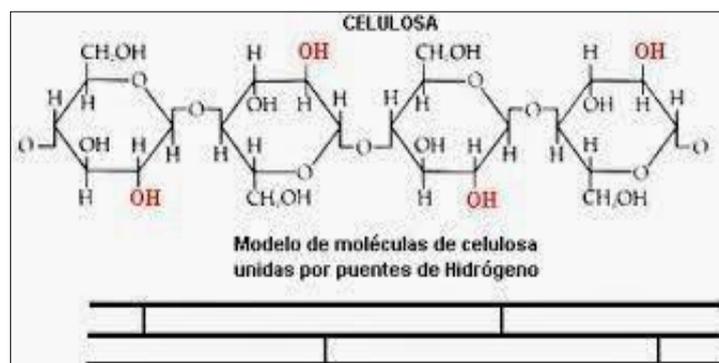
Fuente: Vankar (2019)

### 1.3.10 COLORANTE VINILSUFONA

Son sensibles a la dureza del agua es por ello conveniente que antes del agregado de los colorantes al baño de tincura este se encuentren neutralizado, son colorantes de baja sustentividad y alta reactividad. Hay que tener precaución en la añadida del álcali para evitar tinturas desigualdad y el colorante hidrolizado se elimina con relativa facilidad se utilizan mucho en Pad Batch y también por agotamiento son resistentes a la sobre tincura ácida, pero son sensibles a los tratamientos alcalinos. Por este motivo deben estar bien neutralizados antes del jabonado para evitar su caída de la fibra.

CI Rojo Reactivo 145.

Ilustración 6: Composición de colorante Vinisufona



Fuente: Varga (2015)

### **1.3.11 CARACTERÍSTICAS DE LAS TINTURAS**

#### **1.3.11.1. SOLIDECES**

Se logra determinar las fortalezas de la fuente de variación o pérdida de color de cualquier material textil frente al movimiento de un establecido agente, no solo se relaciona a los colorantes sino incorpora a los blanqueadores ópticos y a la estabilidad de algunos acabados.

Se estima como una innovación de color en tonos de matiz, a la mezcla de ambos. Cuando se hace la apreciación de solidez, se ejecuta el ensayo frente a un solo tipo de agente, aunque con la práctica se caracterizó a diferentes agentes de manera coincidente. Estos agentes pueden ser la luz, el lavado, el sudor (ácido y alcalino)

### **1.3. 12. PROCESO DE TEÑIDO**

Según HERRERA (2014) “el proceso del teñido se da por medio de que la tela textil entra en contacto con el colorante, lo cual es absorbido y a la vez penetrante en su interior de las fibras teñido funciona con tres factores que es la fibra, el tinte y el licor de tinte, estos tres factores conlleva a una asistencia independiente que influye cuando entra en contacto con el colorante y ya no hay forma de devolver el colorante, ya que las moléculas están asociadas al polímeros lineal”p.45.

#### **1.3.12.1 TEÑIDO POR SISTEMA DISCONTINUO**

Este proceso se puede utilizar para fibras, hilos y tejidos. El tinte disuelto en el baño se absorbe primero, es decir el material es teñido solo en su superficie, para que luego sea introducido el núcleo de la fibra difusión del colorante se ve afectada por la temperatura y el tiempo de tintura, y finalmente migra permitiendo así la uniformidad del teñido y su consistencia.

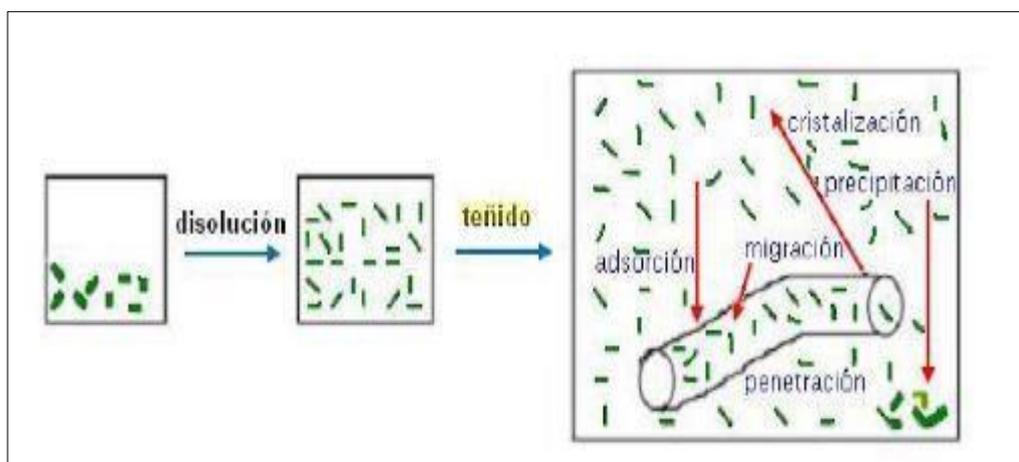
### 1.3.12.2 TEORÍA DEL TEÑIDO POR AGOTAMIENTO

El proceso del teñido es una reacción química que ocurre entre el colorante y a fibra

### 1.3.12.3 CINÉTICA Y TERMODINAMICA APLICADAS EN LA TINTURA

Según Osorio (2012) El proceso de teñido en realidad es una reacción química compleja, que se produce entre el colorante en dispersión y la fibra sumergida en la solución.

*Ilustración 7: Cinética del colorante*



Fuente Según Osorio (2012)

Para una mejor comprensión de la teoría del teñido es fundamental dividirlo en varias etapas veces incluso estas ocurren simultáneamente y estudiar cada uno de ellas individualmente desde varios puntos de vista.

- 1) cinemática (estudia de la velocidad de reacción)
- 2) termodinámica (estudio de equilibrio de reacción)
- 3) hidro cinética (influencia sobre la cinética del baño o el movimiento del material dependiendo de la máquina de tintura utilizada).

### **1.3.13. COLORIMETRO**

Según OLSEN nos dice que el colorímetro es un instrumento muy simple que compara. Usando el ojo humano como detector, el color de la sustancia a investigar con el de una disolución patrón. B es preciso señalar que el nombre de colorímetro puede aplicarse a cualquier instrumento apropiado para medir absorción en la región correspondiente al visible y en realidad así se conocen muchos fotómetros de filtro comerciales.

#### **CARACTERISTICAS DEL COLORÍMETRO**

El colorímetro está estructurado por diversas partes de las que podemos destacar lo siguiente:

- una fuente de luz
- lente graduable
- filtros de colores
- recipiente donde se pueda colocar la solución
- detector o un foto resistor para regular la cantidad de luz que va ser transmitida
- medido para exponer la salida que de él detecto
- regulador de voltaje
- una entrada adicional de luz

El colorímetro mide valores triestímulos (estimulación de color) y funcionan basándose en filtros de color, por eso el colorímetro no puede darnos datos de reflectancia espectral. El colorímetro no mide densidades, grisura, porcentaje de punto de desviación total entre otros.

#### **FUNDAMENTOS DE COLORIMETRIA**

La colorimetría es la ciencia que estudia la medida de los colores que desarrolla métodos para cuantificación del color es decir la obtención de valores numéricos de este es necesario la luz, un objeto y un observador. el estímulo luminoso producto de la reflexión de la luz que ilumina el objeto o superficie dirigida a los ojos del observador se divide en tres sensaciones: una roja, otra verde y otra azul.

## PERCEPCION DE COLOR

La cantidad de tonos que el ojo humano puede distinguir son alrededor de diez millones. No es de extrañar que no podamos recordarlos todo lo suficientemente bien como para identificar un color en particular. Sin embargo, el color como criterio de calidad, está adquiriendo cada vez as importancia en la industria. Esto es importancia clave cuando los componentes individuales del producto final son fabricados en diferentes proveedores a pesar de todo el color debe ser correcto

La percepción visual del color se ve influenciada por la apreciación individual de cada persona y también de las variaciones ambientales como la iluminación y si color e incluso la deficiencia para poder comunicar y documentar el color y sus diferencias. Solamente es posible solucionar estos problemas, con el uso de equipos de medición de color que contengan escalas de color especificadas internacionalmente, así se garantiza una descripción objetiva de color de los objetos.

La percepción de color depende de la interacción de los tres elementos siguientes

- ✓ Fuentes de luz
- ✓ Objeto
- ✓ Observador

*Ilustración 8:Percepcion de color*



Fuente: Según Ramírez 2013

## DESCRIPCION DE LA SENSACION VISUAL DEL COLOR

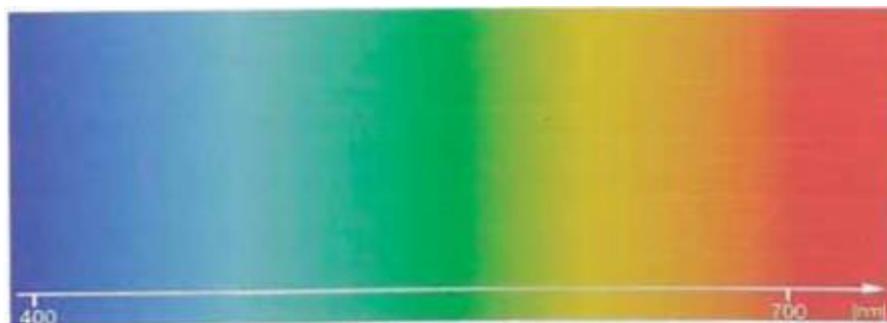
Existen numerosos métodos de descripción de un color, pero todos presentan las características comunes de la utilización de tres datos para definir un espacio de representación específica de tres dimensiones. En la visión de los colores, la sensación visual interpreta coloreado según:

- Su tono, tonalidad cromática o matiz
- Su saturación o pureza
- Su claridad

## FUENTE DE LUZ

Los colores cambian según la iluminación. Por ello, hay que definir los tipos de iluminantes a emplear. El requisito para que un iluminante sea usado en la evaluación del color. Es emitir una energía continua a través de todo el espectro visible (400 nm hasta 700 nm)

*Ilustración 9 : Fuente de luz*



Fuente: Ramírez 2013

## ESCALAS DE COLOR

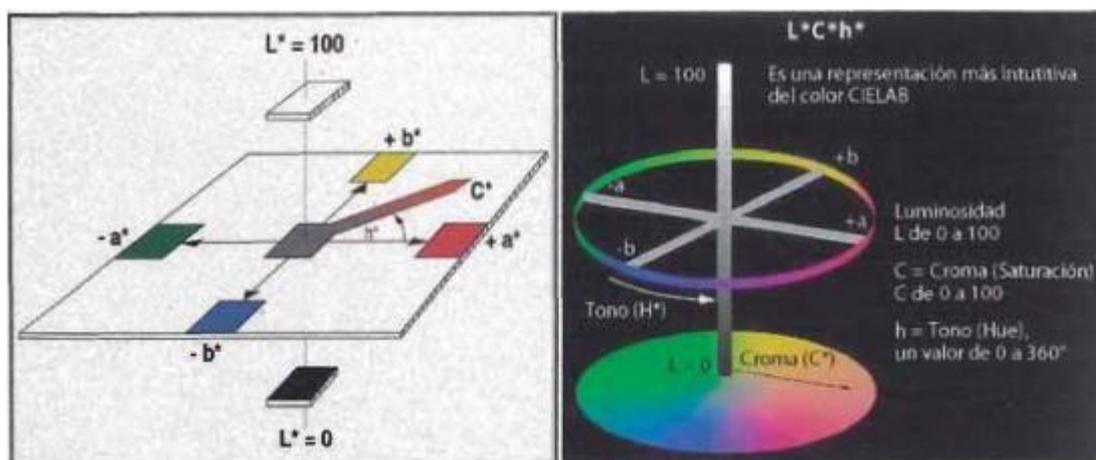
Las escalas de color combinan la información de los tres elementos:

- Fuente de luz o iluminante
- Observador
- Objetivo

Ellos forman la herramienta para poder hablar y documentar el color y sus diferencias. El sistema que recomienda CIE, y que hoy día se ha impuesto a escala mundial, es el sistema CIElab. El sistema CIElab aproxima matemáticamente las diferencias percibidas por el ojo humano, dicha percepción de los colores depende de tres variantes

- ✓ Tono
- ✓ Saturación
- ✓ Luminosidad

Ilustración 10: Escala de Color



Fuente: Nek 2019

### 1.3.14 CONSUMO DE AGUA

Según HERRERA (2002) nos dice que “hoy en día en las industrias textiles se han venido registrando un alto consumo de agua por medio del teñido y se requiere en aplicar esta técnica para reducir agua en estos últimos años. Para la obtención de las fibras como materia prima en particular el agua es un elemento necesario en el proceso que involucra al algodón que ha dado lugar a que consuman más energía y agua para su proceso”.

### 1.3.15 FLUIDO SUPERCRÍTICO

Según DE CASTRO (1993) los fluidos supercríticos es la extracción analítica está muy limitada por la necesidad de una temperatura y presión críticas razonables, así como estado gaseoso en condiciones normales. La estabilidad térmica del compuesto extraído a la temperatura necesaria para operar los componentes se diagnostica la elección del fluido supercrítico.

Según ARAGÓN (2013) los fluidos supercríticos a través del diagrama de fases muestran comportamientos particulados en la región supercrítica, la línea de división de fases líquido-gas se interrumpe no Establecer las líneas continuas. Hay aumento de temperatura a presión constante.

## **PROPIEDADES FLUIDO SUPERCRÍTICO**

Según DE CASTRO (2013) el fluido supercrítico (FSC) siempre se descubre que las temperaturas y presiones superiores a los valores son muy altos hasta llegar a un punto crítico. A mayor temperatura elevada la crítica no es posible producir una fase líquida.

Según DE CASTRO (2013) los fluidos supercríticos es la extracción analítica está muy limitada por la necesidad de una temperatura y presión críticas razonables, así como estado gaseoso en condiciones normales. La estabilidad térmica del compuesto extraído a la temperatura para operar es uno de las causas que determinan la elección del fluido supercrítico condensada por elevación de la presión.

### **1.3.16. REACCIÓN CON FLUIDOS SUPERCRÍTICOS**

Una de las ventajas como conseguir mayor facilidad en la purificación y propiedades especiales del producto final, permitir la destrucción de compuesto orgánicos peligrosos y tratamiento de residuos empleando  $H_2O$  supercrítica. La reactividad del fluido supercrítico se presenta en sistemas utilizados con otras finalidades es algo no deseado. En ocasiones la reactividad del fluido supercrítico o extracción con fluido supercríticos. La corrosividad del  $H_2O$  supercrítica debida a la alta temperatura y presión requerida obliga a la utilización de reactores de aleaciones especiales.

### **COMO SE UTILIZA LOS FLUIDO SUPERCRÍTICO**

Los fluidos supercríticos precisan las instalaciones específicas que posibiliten el trabajo a las presiones requeridas por el proceso.

- ❖ zona de acondicionamiento
- ❖ zona de proceso
- ❖ zona de fraccionamiento y separación

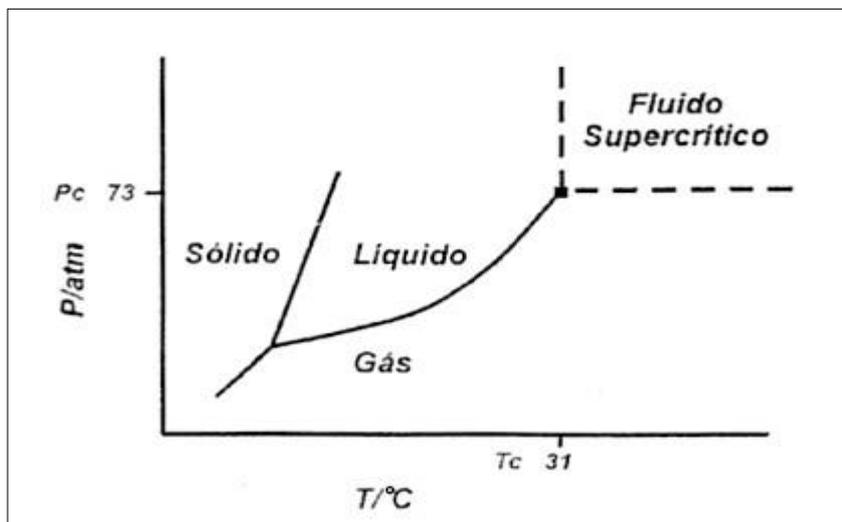
### 1.3.16.1 APLICACIÓN DE FLUIDO SUPERCRÍTICO

La utilización del CO<sub>2</sub> en condiciones supercríticas ha sido seleccionada como generalmente reconocida como segura, las propiedades asociadas al estado supercrítico permiten emplear procesos que constituyen una alternativa de viable y disolventes orgánicos.

### 1.3.16.2 TERMODINÁMICA EN EL TEÑIDO

La termodinámica se encarga de estudiar los estados de equilibrio a nivel macroscópico, es una ciencia aplicable a resolución de problemas prácticos. Se ocupa de cosas tan básicas que están presentes en todos los hechos

*Ilustración 11: Propiedades Termodinámica*



Fuente: Ohari 2013

### 1.3.16.3 ASPECTOS TERMODINÁMICOS

Las propiedades termodinámicas de un gas suelen ser representadas por una ecuación de estado que facilita el volumen en función de la temperatura y la presión. Uno de los comportamientos volumétricos de los gases a altas presiones a través de ecuación que lo exprese.

#### **1.3.16.4 DISEÑO DEL EQUIPO DE FLUIDO SUPERCRÍTICO**

Este equipo es diseñado y construido que permite realizar de forma rápida las operaciones de carga y descarga de la muestra a extraer, gracias a un sistema de cierre y apertura. Lo cual ayuda a la verificación de ausencia de fugas, primero en condiciones de baja presión con temperatura ambiente y posteriormente a condiciones de trabajo del equipo supercrítico se ha elaborado para temperaturas de alta presión. Cuyas piezas son hechas con aceros inoxidable ya que sirve para procesos de expansión y contracción térmica.

#### **1.3.17. ESPECTROMETRO**

Según BENZAZE (2017) El espectrómetro es una herramienta usado en la física óptica que se utiliza para calcular una función de la longitud de onda, la correlación entre valores de una igual magnitud fotométrica relativos a dos haces de radiaciones, también es utilizado en los laboratorios de química para la cuantificación de sustancias y Microorganismos.

#### **1.3.18 ELABORACIÓN DEL EQUIPO FLUIDO SUPERCRÍTICO**

Para la elaboración del equipo fluido supercrítico se utilizó un tubo en Forma de T de 4" INOX de 2 ½ Pulgadas, 6 bridas INOX, se utilizaron Espárragos de 8", un Manómetro, 2 Válvulas de aire, 1 resistencia, 1 termómetro Digital, para más información se encuentra en el (ANEXO N°2 )

*Ilustración 12: Equipo Supercrítico*



Fuente: Propia

## **1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.4.1. PROBLEMA GENERAL**

- ❖ ¿Cómo influirá la aplicación de fluido supercrítico de CO<sub>2</sub> en el proceso de teñido de fibras Textiles?

### **1.4.2. PROBLEMA ESPECÍFICO**

- ❖ ¿Qué propiedades del fluido supercrítico permite fijar colorante en las fibras textiles?
- ❖ ¿Cómo influirá el CO<sub>2</sub> en el ahorro de H<sub>2</sub>O a través del proceso de teñido de fibras de algodón mediante fluido supercrítico?

## **1.5. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO**

### **1.5.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA:**

Este tipo de metodología que se está proponiendo es generar ahorro de cantidades de agua ,que hoy en día en las Tintorerías hacen el uso inadecuado de cantidades de agua, esta investigación husmea realizar con nuevos métodos para teñir, ya que reduce H<sub>2</sub>O , a través del método fluido supercrítico con CO<sub>2</sub>, lo cual tiene como ventaja una alta tasa de absorción, donde el proceso de teñido es corto, el reciclaje de tintes y CO<sub>2</sub> supercrítico como disolvente para reemplazar el agua, ya que se ha ido malgastando inadecuadamente. El co<sub>2</sub> ha sido elegido como el solvente más utilizado en la tecnología de fluido supercrítico porque es económico esencialmente no tóxico. No inflamable, reciclable, abundante y fácilmente accesible a condiciones crítica tiene como objetivo evaluar el uso del dióxido de carbono para un buen teñido de las fibras de algodón.

### **1.5.2 JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA**

La metodología de esta investigación es un prototipo cualitativo, la cual se basa en métodos de muestreo a través de fibras de telas y se puede comparar con diferentes tipos de telas textiles para un mejor teñido.

### **1.5.3 JUSTIFICACIÓN TECNOLÓGICA**

Este diseño permitirá que esta nueva tecnología mejore ambientalmente y económicamente, lo cual establece que este mecanismo sea sensibilizar a las personas a través del ahorro de H<sub>2</sub>O en el teñido de fibras textiles sustituido por CO<sub>2</sub>.

### **1.5.4. JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA**

Tiene como finalidad la evaluación económica facilitar los beneficios a través del ahorro de H<sub>2</sub>O.

## **1.6. HIPÓTESIS**

### **1.6.1. HIPÓTESIS GENERAL**

- El uso de dióxido de carbono en el teñido de fibras de algodón influirá significativamente en reducción de H<sub>2</sub>O con método fluido supercrítico, zarate 2018.

### **1.6.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS**

- Las propiedades físicas del fluido supercrítico en teñido determinar fijar el tipo de colorante de H<sub>2</sub>O
- la aplicación en el proceso de teñido de fibras textiles logra un ahorro significativo de H<sub>2</sub>O.

## **1.7. OBJETIVOS**

### **1.7.1. OBJETIVOS GENERAL**

- Evaluar la aplicación de fluido supercríticos de CO<sub>2</sub> en el proceso de Teñido de fibras Textiles

## 1.7.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar las propiedades físicas del fluido supercrítico en teñido determinar fijar el colorante y fibras textiles.
- Determinar la aplicación de fluido supercrítico en el teñido de fibras textiles que logran un ahorro significativo de H<sub>2</sub>O.

## II. METODOLOGIA

### 2.1. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El diseño de la investigación será experimental porque se manipulará variable independiente para aprovechar la variable dependiente.

### 2.2. VARIABLES, OPERACIONALIZACIÓN

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES
FLUIDO SUPERCRÍTICO DE CO <sub>2</sub>	Según Cáceres (2017). El dióxido de carbono es una opción aceptable con nuestro medio ambiente, ya que actúa como una disolución limpia que se podrá ejecutar el teñido de dicha fibra, lo cual se le hace más fácil el acceso de dichas celdas.	PROPIEDADES FÍSICO DE SUPERCRÍTICO CO <sub>2</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperatura</li> <li>• presión</li> </ul>
		TIPO DE FIBRA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cm</li> </ul>
		TIPO DE COLORANTE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gr</li> </ul>
AHORRO DE H <sub>2</sub> O	Según Hernández, (2014), el agua es esencial lo cual tiene características únicas ya, que la las industrias textiles desechan grandes dosis de H <sub>2</sub> O para el desarrollo del teñido, lo cual se busca sensibilizar a los pobladores como un ahorro sustancial de agua.	CONSUMO DE H <sub>2</sub> O	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ml</li> </ul>

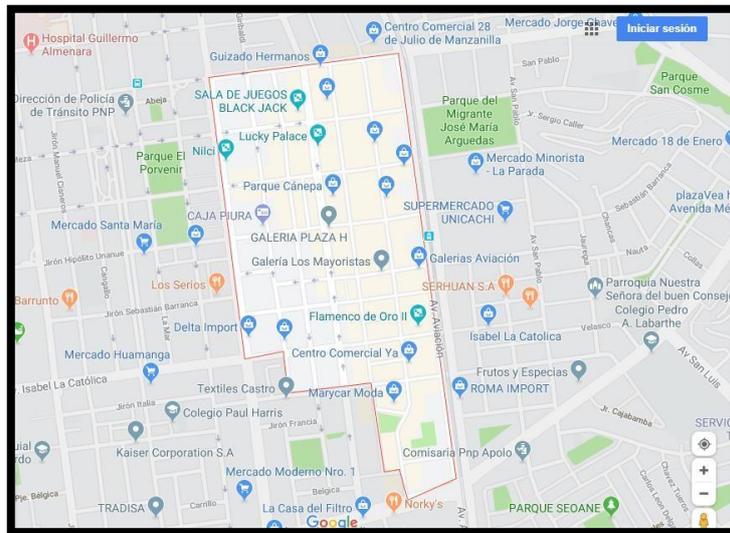
## APLICACIÓN DE FLUIDO SUPERCRÍTICO DE CO<sub>2</sub> EN TEÑIDO DE FIBRAS TEXTILES PARA LA DISMINUCIÓN DE CONSUMO DE H<sub>2</sub>O.

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
<b>PROBLEMA GENERAL</b> Como influirá la aplicación de fluido supercrítico de CO <sub>2</sub> en el proceso de teñido de fibras textiles, Lima, 2019.	<b>OBJETIVO GENERAL</b> Evaluar la aplicación de fluido supercríticos de CO <sub>2</sub> en el proceso de teñido de fibras textiles, Lima, 2019.	<b>HIPÓTESIS GENERAL</b> La aplicación de fluido supercrítico de CO <sub>2</sub> para el teñido de fibras textiles genera disminución significativa de H <sub>2</sub> O.	<b>VARIABLE IND.</b>  FLUIDO SUPERCRÍTICOS DE CO <sub>2</sub>	Según CASTRO (2013), Esta tecnología es utilizada para la extracción de sustancias en diferentes propiedades entre líquidos y gas, el dióxido de carbono es una opción aceptable con el medio ambiente, ya que actúa como un disolvente limpio que hará posible que el teñido de dicha fibra acceda al ingreso del colorante hacia las celdas de la fibra.	Se utilizará el dióxido de carbono para el teñido de fibras de algodón empleando un método de supercrítico, ya que es una tecnología donde se medirá las cantidades de CO <sub>2</sub> que se utilizara, observando, como las diferentes fibras textiles que se utilizaran.	Propiedades físicas de fluido	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperatura</li> <li>• Presión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• C°</li> <li>• Psi</li> </ul>
						Tipo de fibra	NATURAL: Algodón Lana	<ul style="list-style-type: none"> <li>• cm</li> <li>• cm</li> </ul>
							SINTETICA: Nylon Poliéster	<ul style="list-style-type: none"> <li>• cm</li> <li>• cm</li> </ul>
						Tipo de colorante	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disperso</li> <li>• Natural</li> </ul>	• gr
<b>PROBLEMA ESPECIFICO</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Que propiedades del fluido supercrítico permite fijar colorante en las fibras textiles, lima, 2019.</li> <li>• Como influirá el CO<sub>2</sub> en el ahorro de H<sub>2</sub>O a través del proceso de teñido de fibras textiles mediante fluido supercrítico, Lima, 2019.</li> </ul>	<b>OBJETIVO ESPECIFICO</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar las propiedades físicas de fluido supercrítico en el proceso de teñido de fibras textiles para fijar el colorante, Lima, 2019.</li> <li>• Determinar la aplicación del fluido supercrítico en el proceso de teñido de fibras textiles que logran un ahorro significativo de H<sub>2</sub>O, lima, 2019.</li> </ul>	<b>HIPÓTESIS ESPECIFICA</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Las propiedades físicas del fluido supercrítico en teñido determinan fijar el colorante en las fibras textiles.</li> <li>• La aplicación del fluido supercrítico en el proceso de teñido de fibras textiles logran un ahorro significativo de H<sub>2</sub>O.</li> </ul>	<b>VARIABLE DEP.</b>  AHORRO DE H <sub>2</sub> O	Según HERNÁNDEZ (2014), El agua es esencial lo cual tiene características únicas ya que las industrias textiles desechan cantidades de agua en el proceso del teñido y se busca sensibilizar a los pobladores como un ahorro sustancial de agua.	Para la reducción de agua limpia se utilizara con cantidades mínimas para un buen teñido. Sin embargo, comparemos la cantidad de agua con el que se utilizara para el proceso del teñido.	Consumo de H <sub>2</sub> O	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Volumen</li> </ul>	• ml

## 2.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

### 2.3.1 Población

El emporio comercial de gamarra según la INEI en el año 2017 resalta que existe 39 manzanas en establecimientos de actividad textiles en gamarra como los centros comerciales “el rey”, “santa lucia”, “azul”, “guisado” entre otros. Dentro de la comercialización se encuentra diferentes tipos de fibras textiles que ofrecen como algodón, nylon, poliéster, seda, gamuza, polar, lino y cachemira.



Fuente: Google Maps

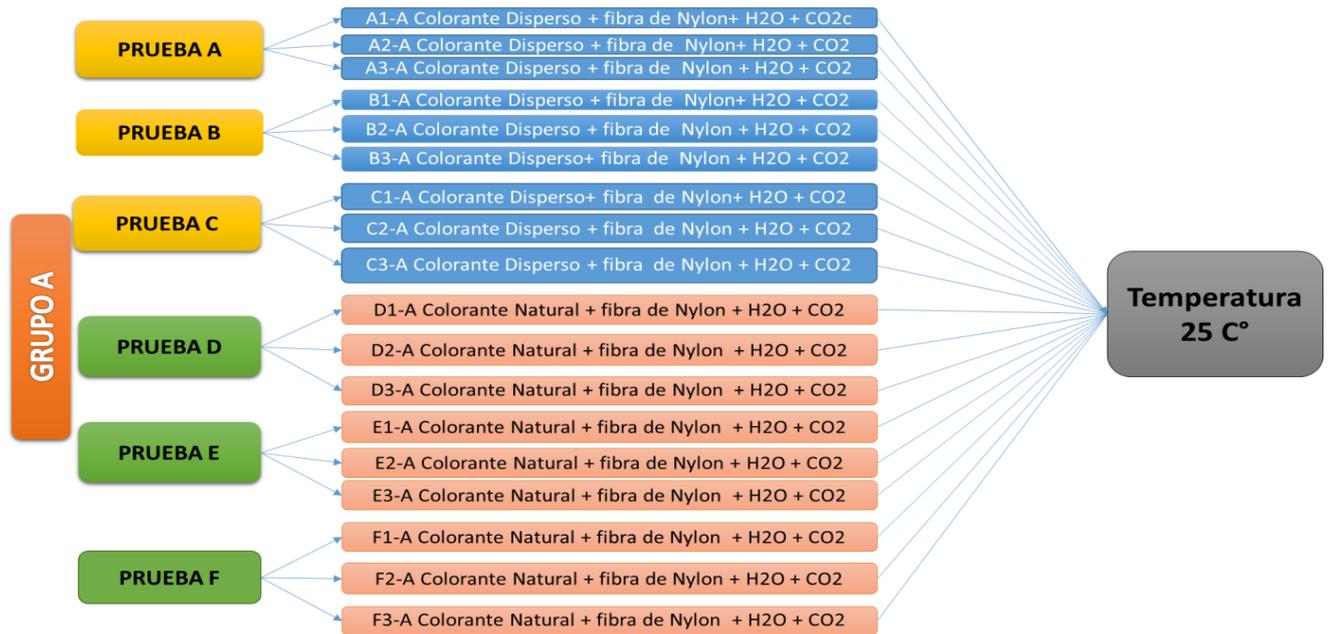
### 2.3.2 Muestra

En los centros comerciales de gamarra existen variedades de fibras textiles que son más vendidas, entre ellas existe diferentes tipos de fibras textiles, donde se destaca que las fibras más vendidas son telas de poliéster y Nylon, ya que son de mayor comercialización por su valor económico y la facilidad en la que se puede planchar la tela, Destacando que el algodón es el material más usado por la población son de mayor calidad que las telas sintéticas por su duración de la fibra

Se utilizó para muestra dos tipos de fibras sintética que es el “Poliéster” y fibras naturales como el “algodón”. Ya que al momento del teñido se utilizará cantidades mínimas de agua.

## FIBRA DE NYLON

Gráfico 1: Fibras de Nylon



Fuente: Propia

## FIBRA DE POLIESTER

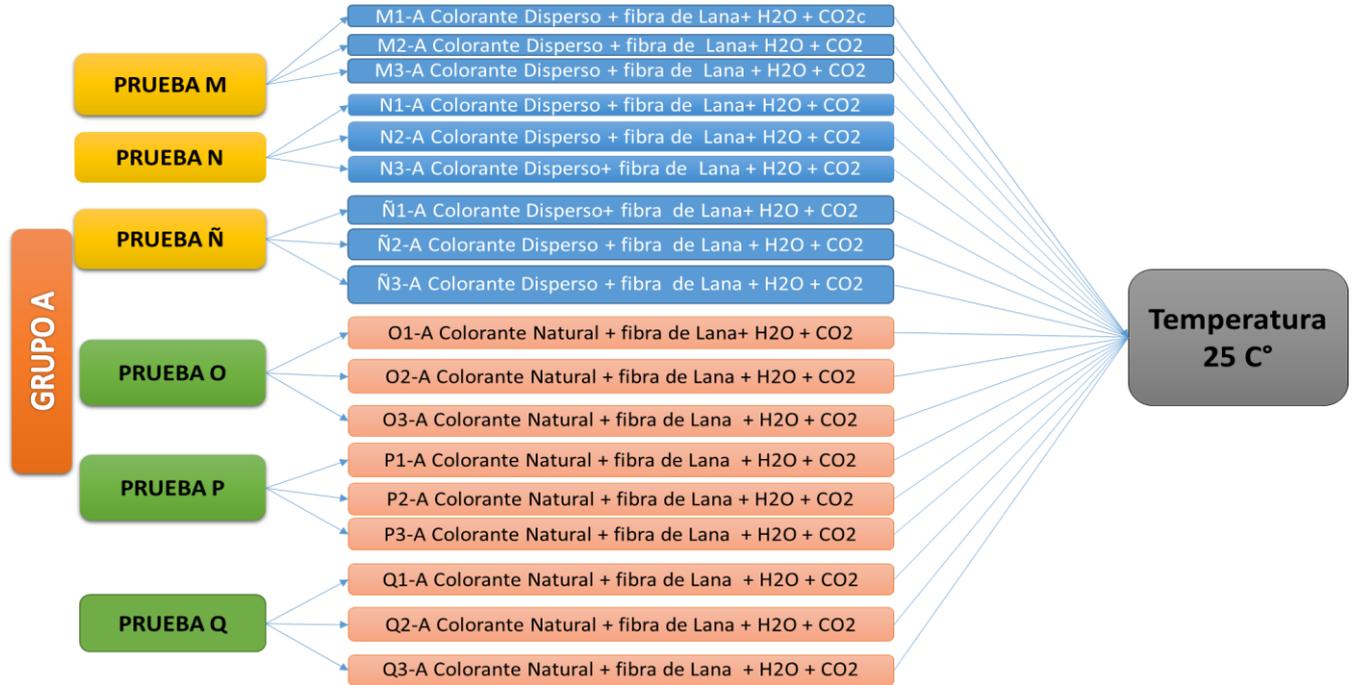
Gráfico 2: Fibras de Poliéster



Fuente: Propia

## FIBRA DE LANA

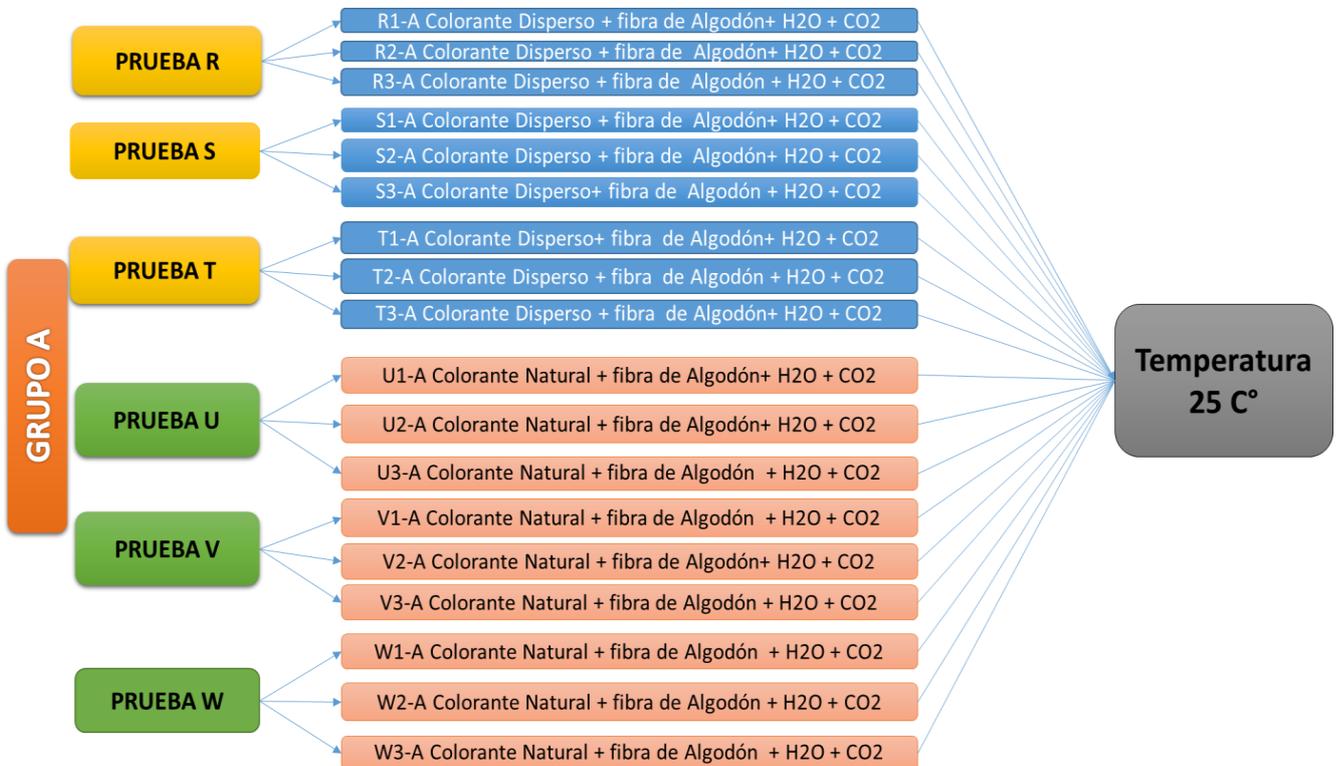
Gráfico 3: Fibras de Lana- Grupo A



Fuente: Propia

## FIBRA DE ALGODÓN

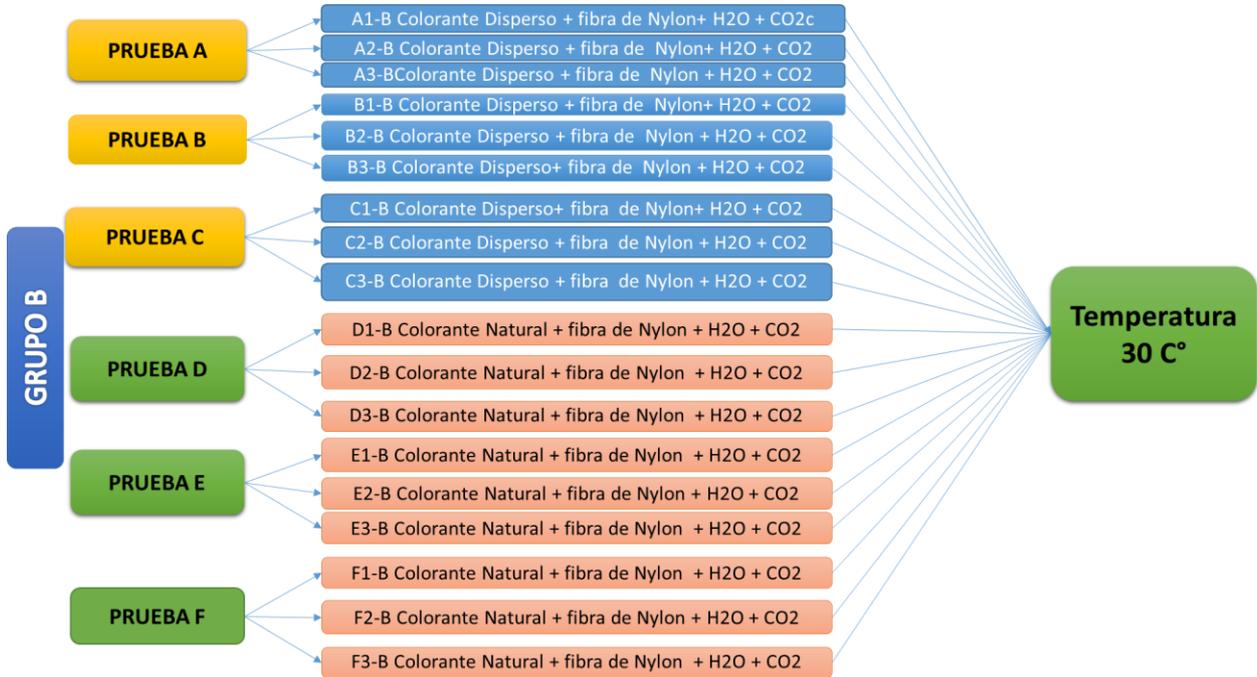
Gráfico 4: Fibras de Algodón- Grupo A



Fuente: Propia

## FIBRA DE NYLON

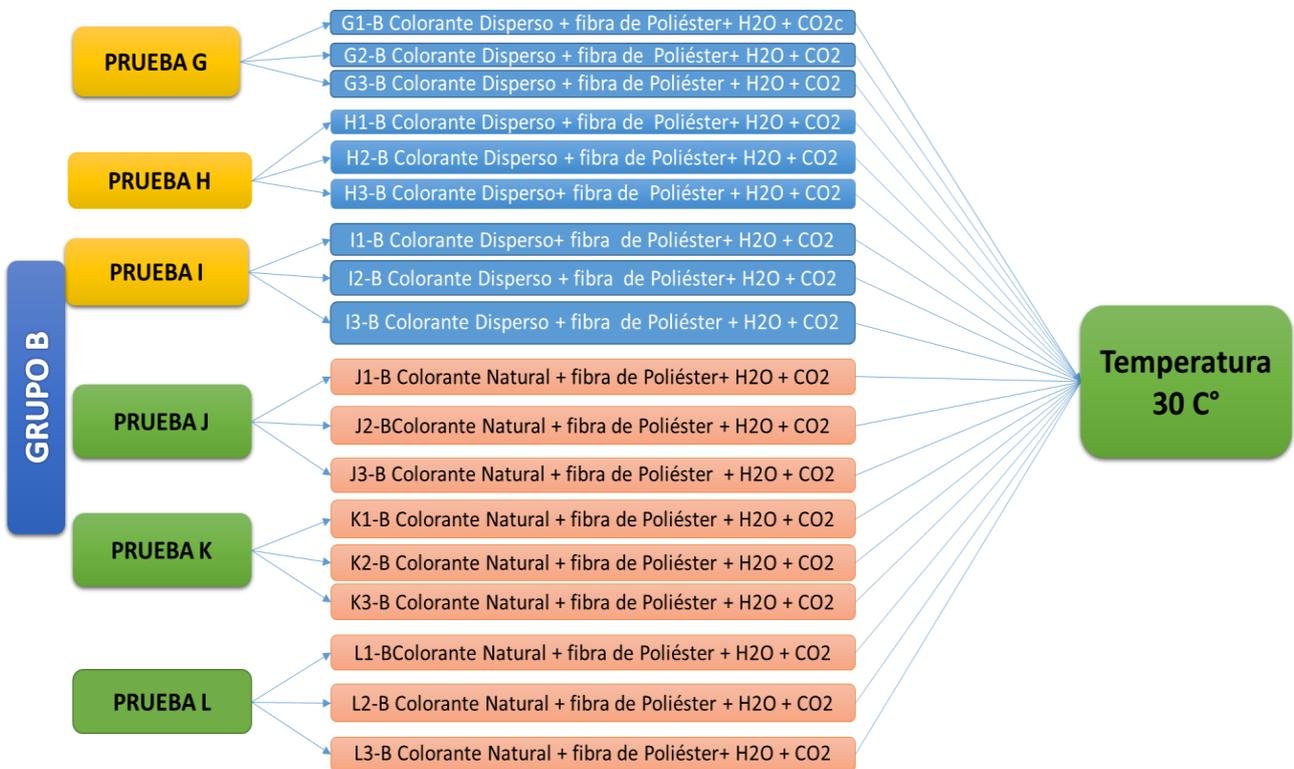
Gráfico 5: Fibras de Nylon- Grupo A



Fuente: Propia

## FIBRA DE POLIÉSTER

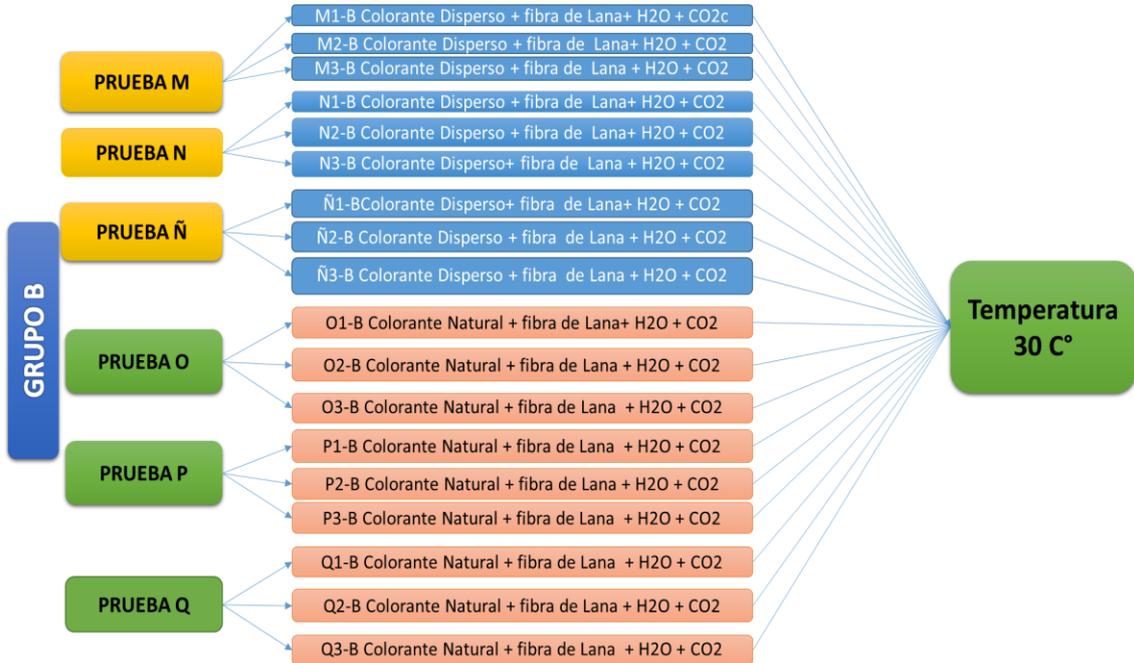
Gráfico 6: Fibras de Poliéster- Grupo A



Fuente: Propia

## FIBRA DE LANA

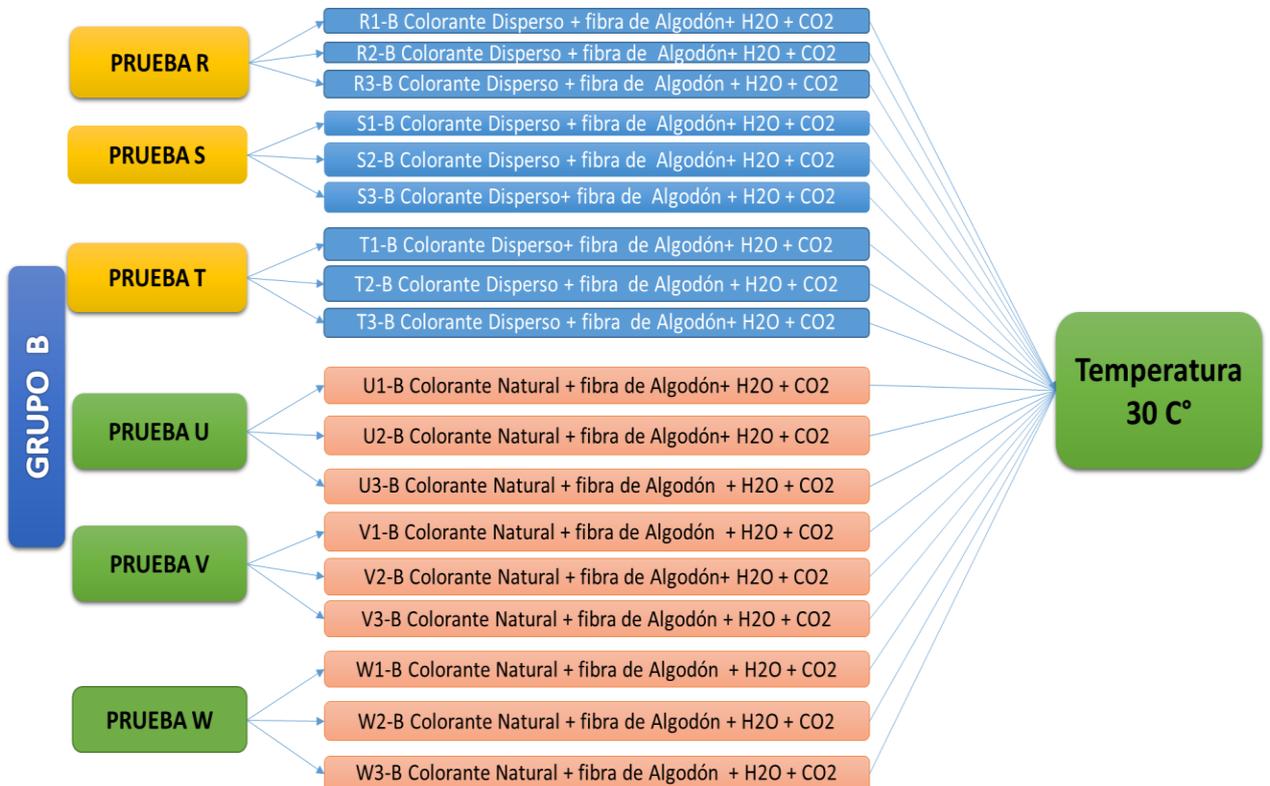
Gráfico 7 : Fibras de Lana- Grupo B



Fuente: Propia

## FIBRA DE ALGODÓN

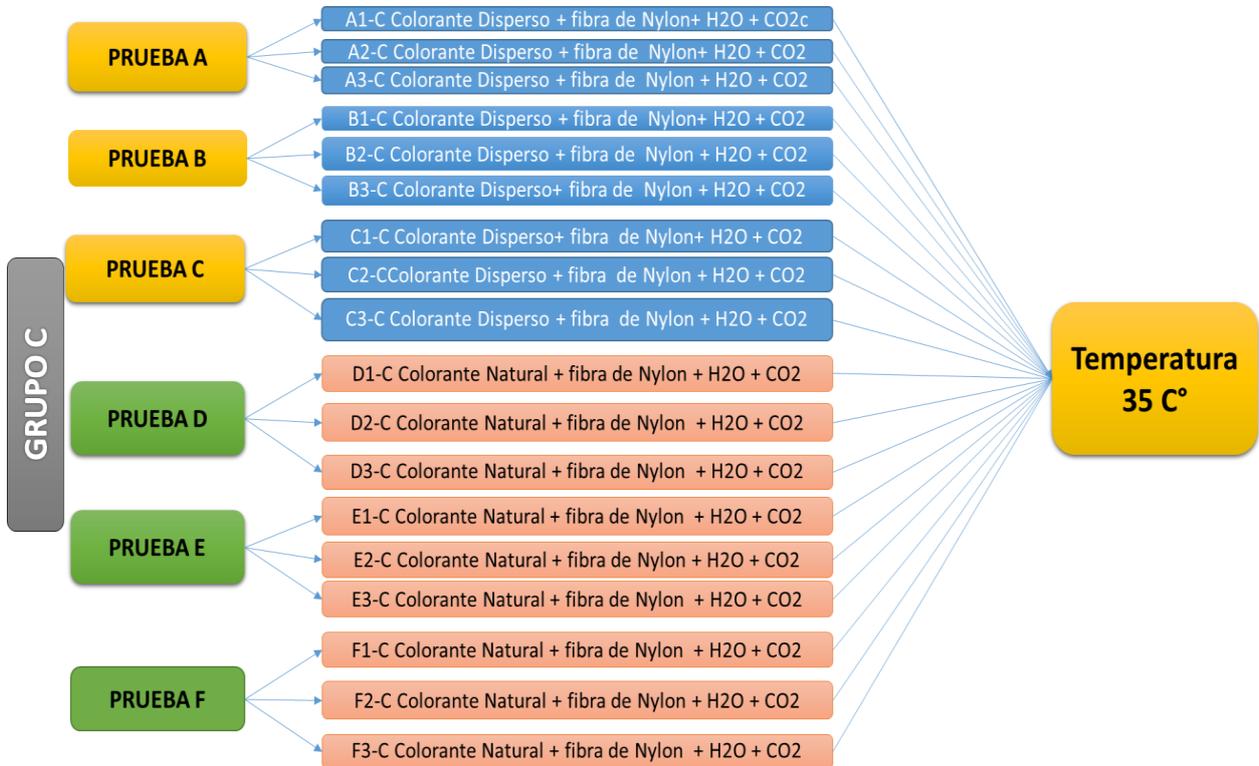
Gráfico 8:: Fibras de Algodón- Grupo B



Fuente: Propia

## FIBRA DE NYLON

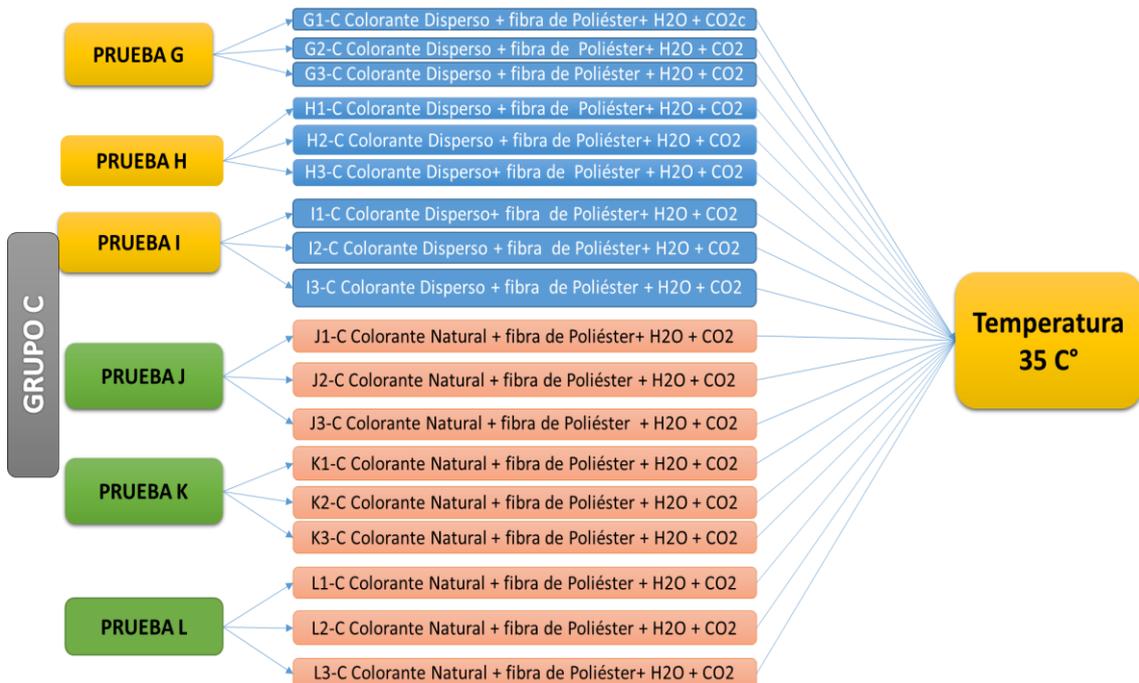
Gráfico 9: Fibras de Nylon- Grupo c



Fuente: Propia

## FIBRA DE POLIESTER

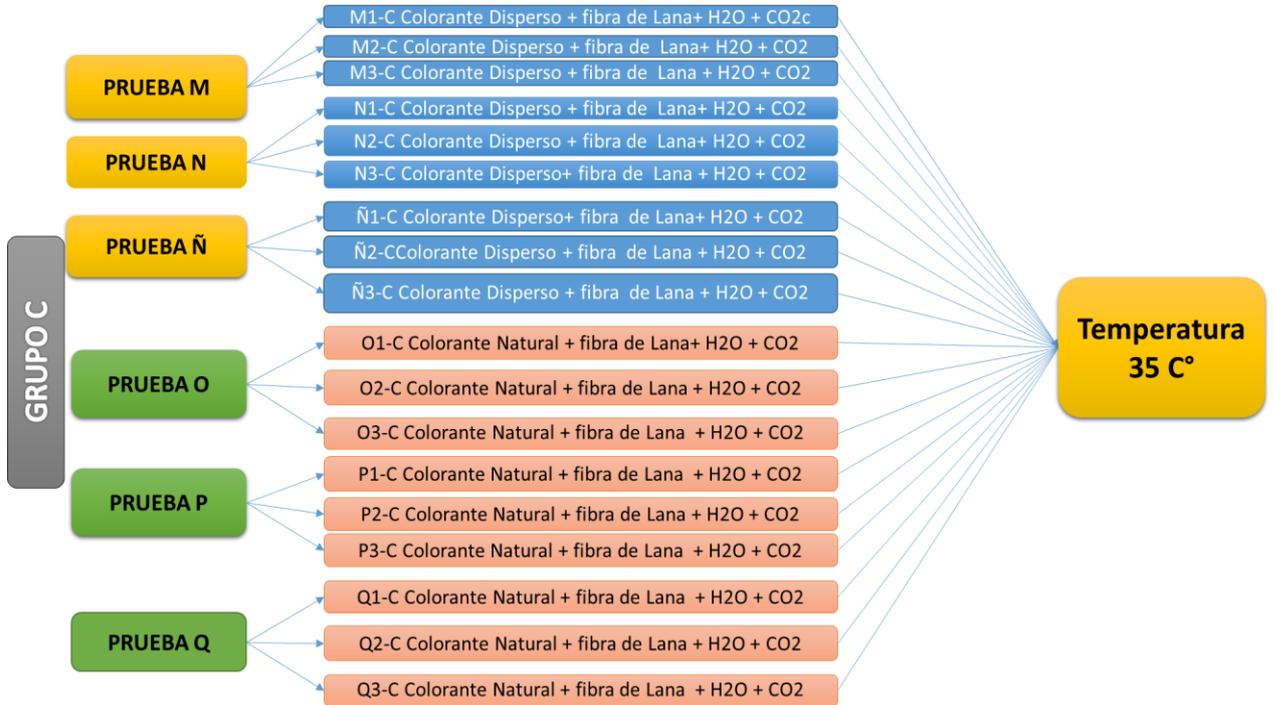
Gráfico 10: Fibras de Poliéster- Grupo A



Fuente: Propia

## FIBRA DE LANA

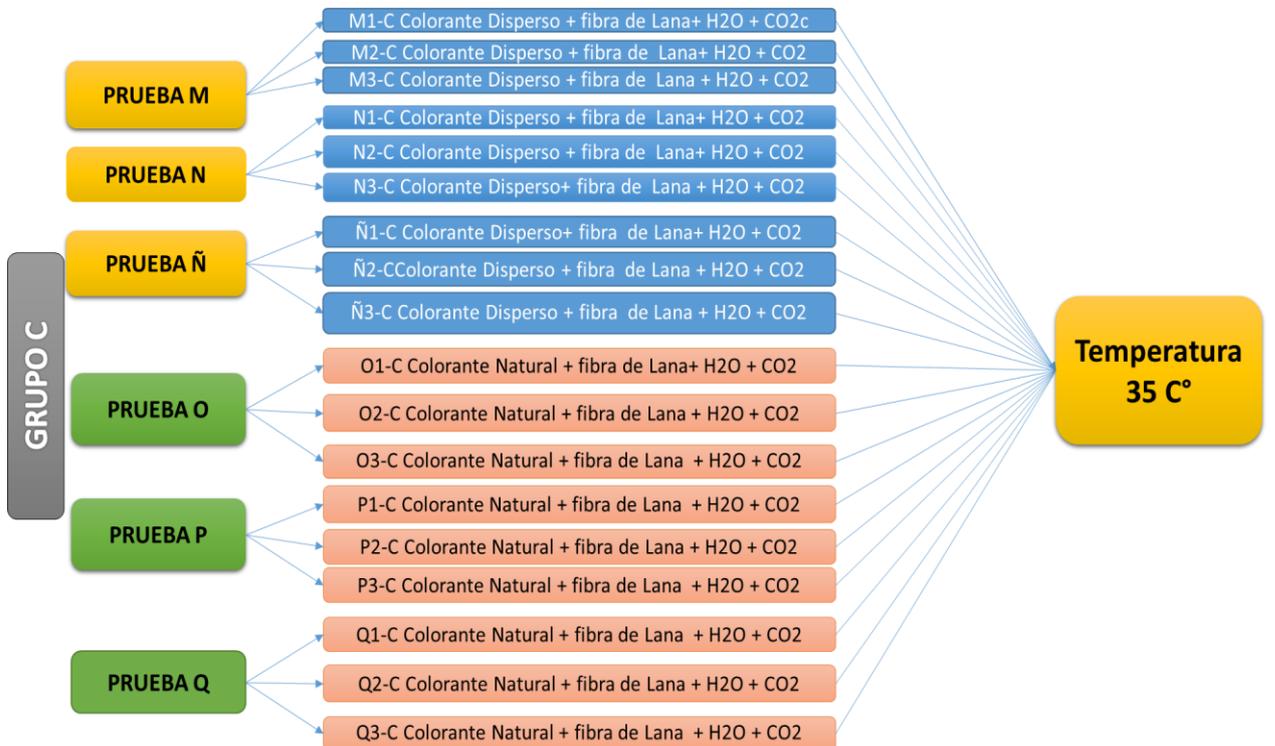
Gráfico 11:: Fibras de Lana- Grupo c



Fuente: Propia

## FIBRA DE ALGODON

Gráfico 12:: Fibras de Algodón- Grupo c



Fuente: Propia

## 2.4. TÉCNICA E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS VALIDEZ Y CONFIABILIDAD

### 2.4.1 TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Para el siguiente trabajo de Proyecto de investigación se emplea una técnica de observación experimental de tipo Longitudinal, lo cual se consideró la elaboración de un sistema de extracción fluido supercrítico con CO<sub>2</sub> para la medición de diferentes temperaturas y diferentes Niveles de Presión, a la vez utilizamos la espectrometría para poder hallar la absorción de los tipos de colorantes dispersión y natural.

### 2.4.2 INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Para la recolección de Datos En este proyecto de Tesis se utilizará estos instrumentos que voy a utilizar:

*Tabla 4: Instrumento Usados*

<b>NOMBRE DEL EQUIPO</b>	<b>MANOMETRO</b>	<b>BALANZA DIGITAL</b>	<b>ESTUFA DE LABORATORIO</b>
<b>DESCRIPCION DEL EQUIPO</b>	Mediciones de Presiones a <ul style="list-style-type: none"><li>• Bar</li><li>• PSI</li></ul>	Peso Máximo: 500 g Mínimo: 0.01	Temperaturas a 350°
<b>USO</b>	Se utiliza para medir la presión en el proceso del fluido supercrítico.	Se utiliza para él pesa de las telas, colorantes que son utilizados en el proceso	Se utilizará para el secado de las telas y el secado de las cascaras de betarraga para la utilización del colorante natural.



<b>NOMBRE DEL EQUIPO</b>	<b>TEMPERATURA DIGITAL</b>	<b>EQUIPO SUPERCRITICO</b>	<b>ESPECTROFOTOMETRO</b>
<b>DESCRIPCION DEL EQUIPO</b>	Mediciones de Temperaturas Ambiente <ul style="list-style-type: none"> <li>• Celsio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presión</li> <li>• Temperaturas</li> </ul>	Marca Genesys 10 uv
<b>USO</b>	Se utiliza para medir la temperatura en el que visualizara en fluido supercrítico.	Se utiliza para las mediciones de presión y temperaturas que se ejecutaran con la reacción del CO <sub>2</sub> .	Se utilizará para la medición de concentraciones del colorante.
<b>IMAGEN</b>			

#### **2.4.2.1 VALIDEZ**

Para cumplir con la validación del presente trabajo se observa los conceptos de cada instrumento que voy a utilizar.

## ✓ **MANÓMETRO**

- Según MOTT (2014) El manómetro es una herramienta que se emplea para la medición de la presión de los Fluidos dentro de un ambiente cerrados como son los tanques. Es uno de los instrumentos que son diseñados para la medición de presiones” (p.15).
- Según CIMBALA (2013) “El manómetro es un indicador analógico para medir la presión de un gas, este parámetro de funcionamiento de un circuito esencial para poder comprobar si está dentro de rango que se necesita para los motivos por lo que se puede estar fallando” (p.85).
- Según GARCÍA (2014) “El manómetro se utiliza tanto para las presiones manométricas según la precisión de las piezas. Normalmente se utilizadas para las instalaciones de bombas, compresoras portátiles, sistemas hidráulicos y Métodos supercríticos” (p.98)

## ✓ **BALANZA DIGITAL**

- Según YAQUE (2013),”Es un aparato de medición que caracteriza por acertar el pesaje y su capacidad para lograr el peso con una precisión asombrosa. En lo que respecta a la energía el suministro energético que va a recibir será de 240V eso se produce en la medición” (p.67).
- Según OSORIO (2016) nos dice que “la balanza Digital es indispensable en los laboratorios de química, física, ya que nos permiten determinar los más de diferentes objetos y sustancias” (p.83)
- Según GUERRA (2013) “Las balanzas gran atarías se utilizan cuando se necesita un peso aproximado proporcionado, con valores de uno o dos decimales de gramo”. (p.29)

## ✓ **MONITOR DIGITAL DE TEMPERATURA**

- Según GARCÍA (2013) “Es un dispositivo electrónico planteado para el monitoreo de las temperaturas. En el monitor de temperatura se visualizará

el proceso del ingreso de calor, en dispositivo cuenta con una pequeña memoria para el depósito de los valores del instrumento lo cual apoya a la lectura de dichas temperaturas, para el uso de tipo j se encontrará temperaturas entre  $-76^{\circ}\text{F}$  y  $1472^{\circ}\text{F}$  ( $-60^{\circ}\text{C}$  y  $800^{\circ}\text{C}$ ). (p.27)

- Según MUÑOZ (2014) “Es un instrumento que facilita de manera rápida y precisa la lectura de temperaturas. En particular es el instrumento más adecuado de medir las temperaturas hasta llegar a su punto de ebullición” (p.17)
- Según PAYAS (2015). “Esta herramienta es más útil, ya que nos medirán con precisión la temperatura en que se esté generando, y es más útil en las mediciones para este tipo de metodologías, ya que verificaremos temperaturas máximas que se va generando de acuerdo a las secuencias de dicha investigación” (p.56)

#### ✓ **EQUIPO SUPERCRÍTICO**

- Según CASTRO (2013) nos explica que “esta tecnología logra aplicar el  $\text{CO}_2$  en un estado cuyo comportamiento es híbrido entre las propiedades de gas y líquido. Esta técnica útil para la temperatura que protege a los productos y los componentes activos de la degradación por oxidación y enrancia miento”.(p.46)
- Según MENDOZA (2014) “Es un proceso básicamente en extracción y la deposición utilizando un fluido supercrítico, lo cual se encarga en la separación de porciones “(p.28)
- Según DIAZ (2013) nos dice que“ El equipos se basan en la extracción de  $\text{CO}_2$ , se utiliza para realizar extractos en matrices sólidas o líquidas sin presencia de disolventes por distintos motivos” (p.68)

Una vez obtenido los resultados de mis instrumentos se emplea mediante cuadros de información comparativos, con los programas de sistema Windows Excel y Spss.

También se contará con las conclusiones de los análisis de la muestra obtenidas por el método supercrítico.

La información obtenida deberá de contar con un grado de convicción que garantice la aceptación de mi hipótesis, es por cual este método de análisis de datos es importante para la coherencia de análisis de datos en esta investigación.

#### **2.4.2.2 CONFIABILIDAD**

Los resultados serán confiables porque se utilizaron con equipos de laboratorio e la universidad cesar vallejo los cuales son certificadas

### **2.5.2 PROCEDIMIENTO DE LA EJECUCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

Se procedió a la Verificación de los Materiales

#### **Materiales:**

- 04 kilo de Hielo seco
- 01 balanza Digital
- 300 gr de Colorante Disperso
- 01 fijador
- 01 ½ de Fibra de Algodón (se utilizó 60 cm x 30 cm)
- 01 ½ de Fibra de lana (se utilizó 60 cm x 30 cm)
- 01 ½ de Fibra de Nylon (se utilizó 60 cm x 30 cm)
- 01 ½ de Fibra de Poliéster (se utilizó 60 cm x 30 cm)

#### **➤ Ejecución del Trabajo**

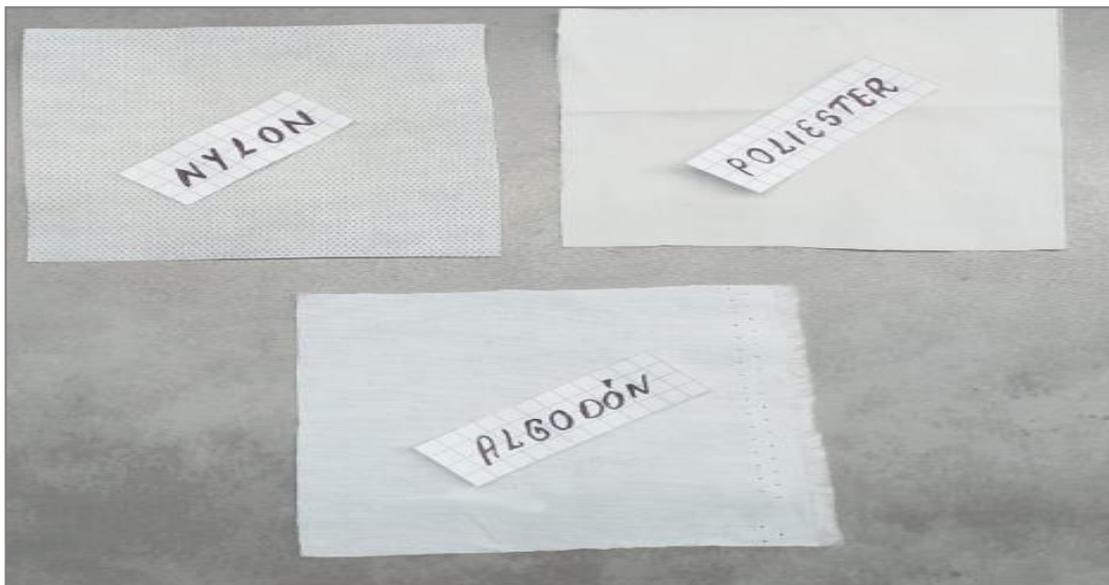
### **HALLAR LA TEMPERATURA Y PRESION**

1. Se procedió a la apertura del Equipo como se visualiza en la Imagen

Ilustración 13 : Equipo Supercrítico



## 2. Procedimos Al Pesado de las Fibras Textiles



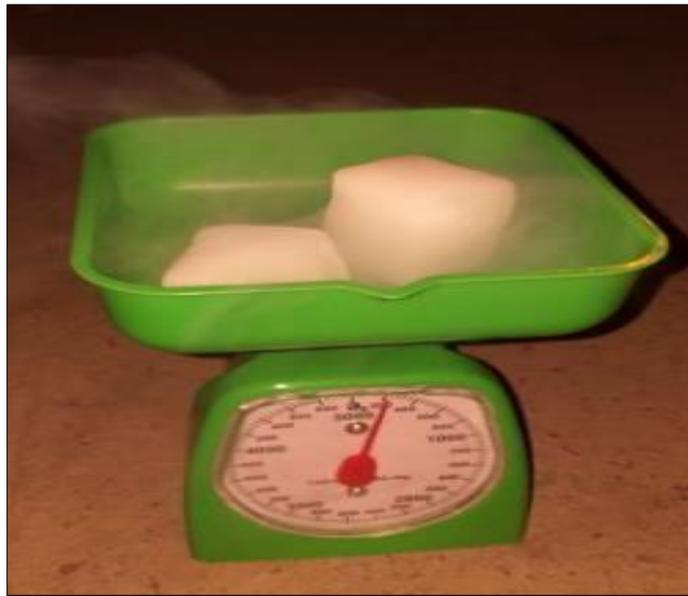


**Fibra Sintético**



**Fibra de Algodón**

### 3. Procedimos Al Pesado del Hielo Seco



4. Procedimos al Pesado del Colorante, para eso primero se tuvo que hacer el pesado del Papel y luego pesar el colorante.



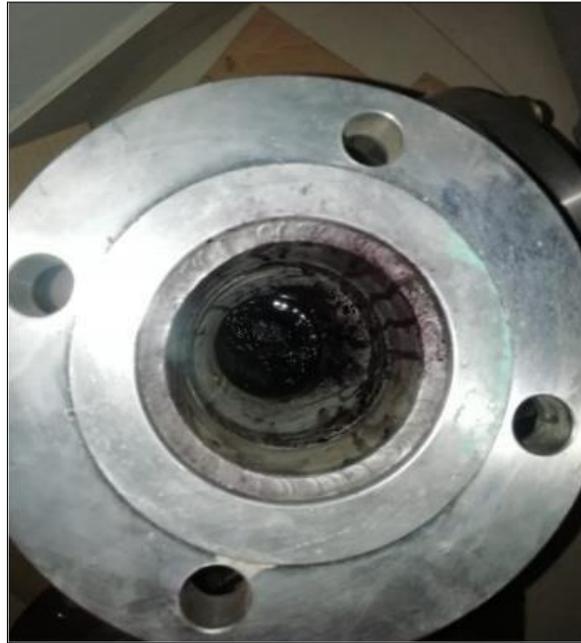
5. Procedimos a la mezcla en un recipiente ( $H_2O$ + Sal+ Colorante + Aditivo).
6. Luego introducimos 200 gr de  $CO_2$  con las fibras textiles agregamos la Mezcla para proceder al sellado del equipo Fluido Supercrítico



7. Se procedió al enchufar la resistencia para que empiece a reaccionar.



8. Abrimos la tapa de las Bidas y visualizamos de como quedo el Teñido.



9. Por último, Sacamos la Muestra y visualizamos de como quedo el Teñido.



## HALLAR LA ABSORCION EN EL EQUIPO ESPECTROFOTÓMETRO UV

Como no se conoce la longitud de onda del colorante a usar se tiene que hallar la curva de calibración para obtener la absorbancia.

1. Se coloca 1 gr de colorante disperso a usar para el teñido en 100 ml de agua destilada, esta será la muestra madre para poder hallar la longitud de onda, siendo esta la concentración 1.



2. Luego se aplica un aformula para hallar el volumen y esta será puesta en 10 ml de agua destilada siendo esta la muestra hija.

$$C1 * v1 = c2 * v2$$

$$1000 * x = 5 * 100$$

$$X = 0.5 \text{ ml en la cual salió la absorción } 0.083$$

3. Así también se colocó varias concentraciones de la muestra hija, saliendo como resultados los siguientes datos:

Código	Mg/l	Absorbancia
B	00	00
St1	0.2	0.028
St2	0.4	0.044
St3	0.5	0.083
St4	1	0.132
St5	2	0.246



- Una vez obtenida la curva de calibración del colorante disperso ya se obtiene la longitud de onda:

Tabla 5: Cuadro de Longitud de Onda

Longitud de onda	absorbancia
610 nm	0.245 A

Fuente: Elaboración Propia

- Ahora se coloca en cada cubeta la muestra obtenida de cada tela teñida con colorante disperso.
- Se coloca la tela seca teñida en el fluido supercrítico, en un vaso precipitado con 200 ml de agua destilada.



- Se le exprime para que salga todo el colorante adherido y así poder medir en el espectrofotómetro.

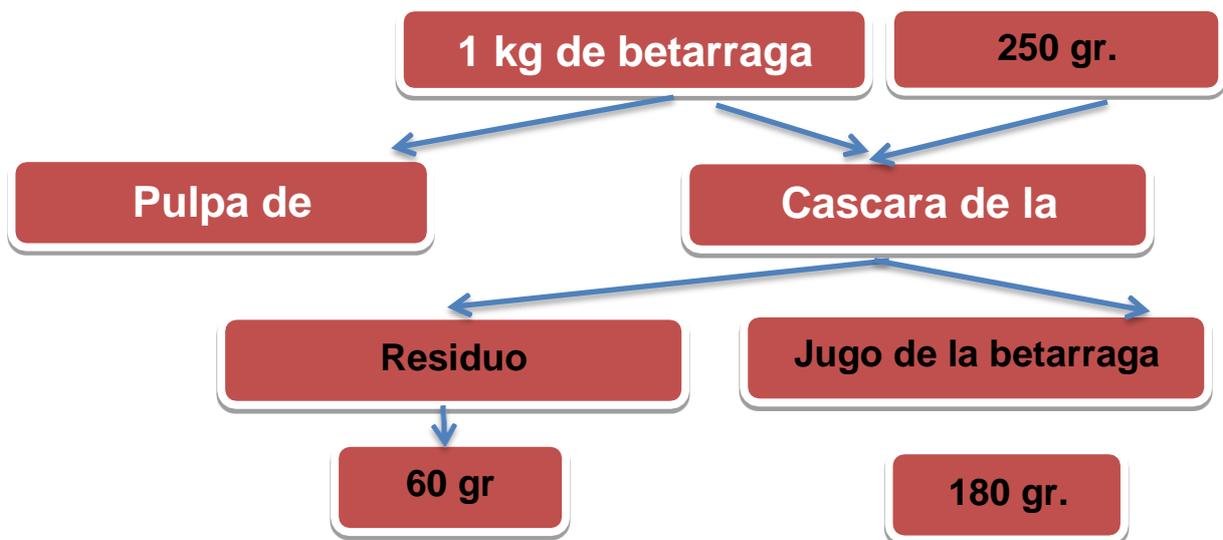


- Si está muy concentrada el color de cada muestra, se tendrá que diluir en un 5 ml en 50 ml, dependiendo del color que se observa o salga un resultado mayor a lo calibrado.



9. Y así se obtiene cada uno de los datos obtenidos y serán vistos en los siguientes cuadros de resultados.
10. Como se utilizó dos colorantes no definidos en el espectrofotómetro en este caso se hizo una nueva calibración para el colorante natural proveniente de la betarraga.
11. Para obtener colorante natural se utilizó el residuo de un producto ya usado en este caso se utilizó la cascara de la betarraga.

Gráfico 13:: Diagrama de la Beterraga



Fuente: Elaboración Propia

12. En este proceso para la calibración se colocó datos de la siguiente tabla para poder calibrar el espectrofotómetro:

Tabla 6 : Calibración del Espectrofotómetro

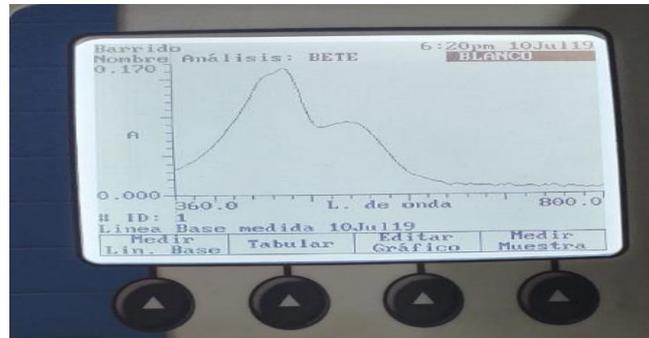
código	Mg/l	absorción
Blanco	00	00
St1	0.2	0.012
St2	0.5	0.097
St3	1.0	0.163

Fuente: Elaboración Propia



13. Se hace el barrido del espectrofotómetro se coloca el nombre de la muestra se coloca la longitud de onda inicial 360 y de longitud final 800.
14. Se corre el análisis

15. Se tabula y sale el grafico de la onda, score para poder dejar calibrado se coloca ats básica y ENTER obteniendo la longitud de onda del colorante de la beterrraga en 480 y absorbancia 0.163.



16. Una vez que nuestras fibras textiles se encuentran secas sacamos la Muestra y visualizamos de como quedo el Teñido.
17. Colocamos en un vaso precipitado colorante Natural 50 ml de agua destilada con la tela y se procede a exprimir obteniendo el siguiente color:



18. Como el color sale muy pronunciado se tiene que bajar la concentración a un 10 ml en 100 ml



## **2.5 METODO DE ANALISIS DE INFORMACION**

### **2.5.1 RECOLECCION DE DATOS.**

#### **1) Extracción de Datos del consumo de H<sub>2</sub>O en un Teñido de Fibras**

Según BOURDE (2012) nos dice que las industrias Textiles son un mayor consumidor de H<sub>2</sub>O Se registraron que para el teñido de 60 Toneladas de Tela se requiere aplicar alrededor de 9,000 metros cúbicos de agua.

Según TINOCO (2011) nos dice que se utilizó 100 litros de H<sub>2</sub>O para 1 kilo de Fibra Textil.

#### **2) Recolección de Datos de la Utilización del CO<sub>2</sub> en teñidos**

Este proceso ecológico es utilizado para el ahorro de H<sub>2</sub>O, ya que es una nueva tecnología que nos ayude al ahorro de energía H<sub>2</sub>O para los puntos de desarrollo sostenibles, respetando al medio ambiente, ya que el CO<sub>2</sub> penetra las fibras Textiles y se dispersa el colorante sin ningún agente químico.

## **2.6. ASPECTOS ÉTICOS**

Esta elaboración de proyecto de tesis se ha dado cumplimiento desde su punto de vista especulativo, de la misma forma doy fe que los datos serán verdaderos y las fuentes bibliográficas se encuentran bien citadas, ya que la investigación busca enriquecer a la investigación. Así mismo protege la custodia y conservar el medio ambiente los recursos sin ocasionar daños o alteraciones al medio ambiente

### **III. RESULTADOS**

Con el propósito de determinar la aplicación del fluido supercrítico en el proceso de teñido de fibras textiles que logran un ahorro significativo de H<sub>2</sub>O, en primer lugar, se promedió los valores de absorción de los tres grupos de repeticiones elaborados en cuanto a sus volúmenes de H<sub>2</sub>O analizados: 10 ml, 20 ml, y 30 ml, y las fibras sintéticas analizadas: nylon, poliéster, lana y algodón. A partir de ello se determinó si estas distribuciones de valores de absorción poseen normalidad. Cuando son más de 50 casos se emplea la prueba de normalidad de Kolgomorov-Smirnov; y cuando son menos de 50 casos se emplea la prueba de normalidad de Shapiro Wilk. Ya que las distribuciones de valores de absorción analizados de cada uno de los volúmenes de agua poseen menos de 50 datos se utilizó la prueba de Shapiro Wilk.

En segundo lugar, se identificó si existen diferencias significativas entre las distribuciones de valores de absorbancia de los volúmenes de agua. Para ello se tuvo en cuenta que la prueba análisis de la varianza, ANOVA, se utiliza cuando las distribuciones analizadas poseen normalidad y cuando al menos una de las distribuciones analizadas no posee distribución normal se utiliza la prueba de Kruskal-Wallis. En caso de encontrar si existe diferencias significativas para algunos de las distribuciones de valores analizados, se utilizó una prueba Post Hoc para observar dónde hay diferencias significativas. En el caso de no encontrar una diferencia significativa solamente se analizó las diferencias a nivel descriptivo, ya no de manera significativa.

#### **3.1 Identificación de las diferencias significativas entre los volúmenes de agua en cuanto a sus valores de absorción para la fibra sintética poliéster**

##### **a) Prueba de normalidad**

- **Hipótesis**

Ho: La distribución de los valores de absorción poseen normalidad.

H1: La distribución de los valores de absorción no poseen normalidad.

- **Nivel de significancia**

$\alpha$ : 0,05

- **Regla de rechazo**

Si Sig. <  $\alpha$ : se rechaza la H<sub>0</sub>

Si Sig. >  $\alpha$ : no se rechaza la H0

- **Estadístico de prueba**

<i>Pruebas de normalidad</i>				
	Volumen de agua	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Absorción para fibra sintética de Poliester	Volumen: 10ml	0,768	6	0,030
	Volumen: 20ml	0,843	6	0,138
	Volumen: 30ml	0,759	6	0,024

- **Decisión**

- El valor Sig. para la distribución de valores de absorción para volumen de agua de 10 ml, es menor a 0,05 de manera que se rechaza la hipótesis nula y se infiere que para esta distribución no existe normalidad.
- El valor Sig. para la distribución de valores de absorción para volumen de agua de 20 ml, es mayor a 0,05 de manera que no se rechaza la hipótesis nula y se infiere que para esta distribución sí existe normalidad.
- El valor Sig. para la distribución de valores de absorción para volumen de agua de 30 ml, es menor a 0,05 de manera que se rechaza la hipótesis nula y se infiere que para esta distribución no existe normalidad.

En conclusión, ya que al menos una distribución de absorción no posee normalidad, se debe elegir la prueba de Kruska-Wallis para observar si existen diferencias significativas entre las distribuciones de valores analizados.

**b) Prueba de Kruskal-Wallis**

- **Hipótesis**

H0: No existen diferencias significativas entre los valores de absorción de cada volumen de agua empleados para la fibra sintética poliéster.

H1: Sí existen diferencias significativas entre los valores de absorción de cada volumen de agua empleados para la fibra sintética poliester.

- **Nivel de significancia**

$\alpha$ : 0,05

- **Regla de rechazo**

Si Sig. <  $\alpha$ : se rechaza la H0

Si Sig. >  $\alpha$ : no se rechaza la H0

- **Estadístico de prueba**

	Absorción para fibra sintética de Poliéster
H de Kruskal-Wallis	0,316
gl	2
Sig. asintótica	0,854

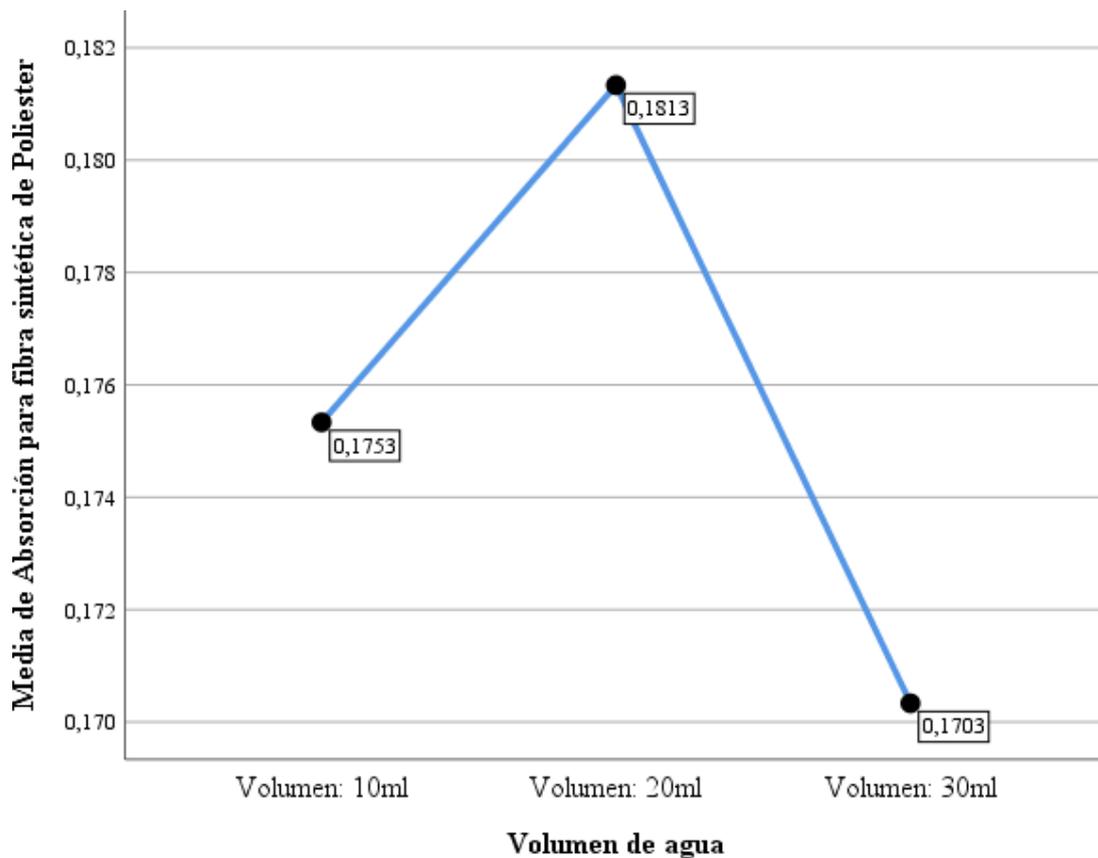
- **Decisión**

El valor Sig. dio como resultado 0,854, es decir mayor a 0,05, de manera que no se rechaza la hipótesis nula y se infiere que no existen diferencias significativas entre los valores de absorción de cada volumen de agua empleados para la fibra sintética poliéster.

En conclusión, puesto que no existen diferencias a nivel significativo se analizó las diferencias a nivel descriptivo, de tal manera que se analizó los valores de absorción mediante el gráfico de medias.

**c) Gráfico de medias de los valores de absorción**

En el siguiente gráfico se puede observar las medias de cada distribución de absorción para cada volumen de agua empleado en cuanto a la fibra sintética poliéster, con 0,1813 de valor de absorción. Se puede observar que la mayor cantidad de absorbancia la tiene el volumen de 20 ml de agua. De manera que en conclusión la aplicación del fluido supercrítico en el proceso de teñido de la fibra sintética de poliéster no presenta un ahorro significativo de H2O, pero a nivel de análisis descriptivo, presenta un ahorro regular en función a los tres valores de mililitros de agua analizados.



### 1.1. Identificación de las diferencias significativas entre los volúmenes de agua en cuanto a sus valores de absorción para la fibra sintética de nylon

#### a) Prueba de normalidad

- **Hipótesis**

Ho: La distribución de los valores de absorción poseen normalidad.

H1: La distribución de los valores de absorción no poseen normalidad.

- **Nivel de significancia**

$\alpha$ : 0,05

- **Regla de rechazo**

Si Sig. <  $\alpha$ : se rechaza la H0

Si Sig. >  $\alpha$ : no se rechaza la H0

- **Estadístico de prueba**

<i>Pruebas de normalidad</i>				
	Volumen de agua	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Absorción para fibra sintética de Nylon	Volumen: 10ml	0,757	6	0,023
	Volumen: 20ml	0,771	6	0,032
	Volumen: 30ml	0,855	6	0,172

- **Decisión**

- El valor Sig. para la distribución de valores de absorción para volumen de agua de 10 ml, es menor a 0,05 de manera que se rechaza la hipótesis nula y se infiere que para esta distribución no existe normalidad.
- El valor Sig. para la distribución de valores de absorción para volumen de agua de 20 ml, es menor a 0,05 de manera que se rechaza la hipótesis nula y se infiere que para esta distribución no existe normalidad.
- El valor Sig. para la distribución de valores de absorción para volumen de agua de 30 ml, es mayor a 0,05 de manera que no se rechaza la hipótesis nula y se infiere que para esta distribución sí existe normalidad.

En conclusión, ya que al menos una distribución de absorción no posee normalidad, se debe elegir la prueba de Kruska-Wallis para observar si existen diferencias significativas entre las distribuciones de valores analizados.

**b) Prueba de Kruskal-Wallis**

- **Hipótesis**

Ho: No existen diferencias significativas entre los valores de absorción de cada volumen de agua empleados para la fibra sintética nylon.

H1: Sí existen diferencias significativas entre los valores de absorción de cada volumen de agua empleados para la fibra sintética nylon.

- **Nivel de significancia**

$\alpha$ : 0,05

- **Regla de rechazo**

Si Sig. <  $\alpha$ : se rechaza la H0

Si Sig. >  $\alpha$ : no se rechaza la H0

- **Estadístico de prueba**

	Absorción para fibra sintética de Nylon
H de Kruskal-Wallis	0,056
gl	2
Sig. asintótica	0,973

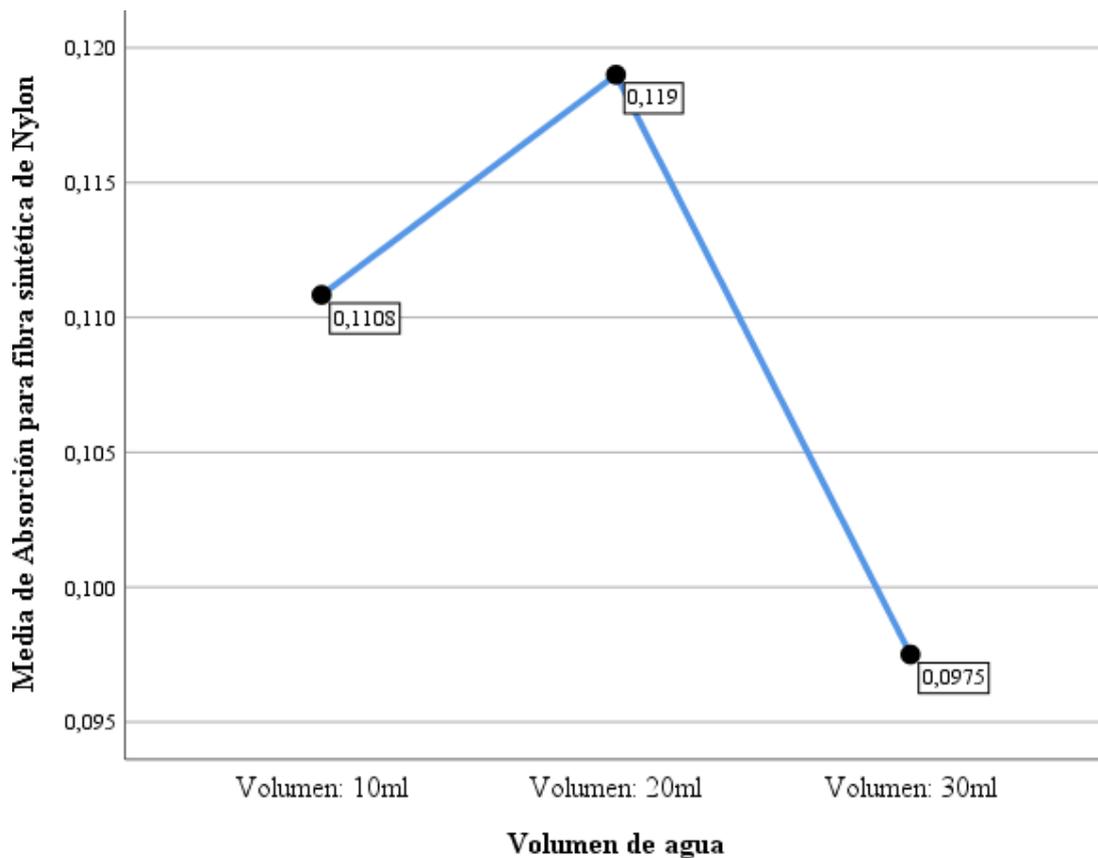
- **Decisión**

El valor Sig. dio como resultado 0,973, es decir mayor a 0,05, de manera que no se rechaza la hipótesis nula y se infiere que no existen diferencias significativas entre los valores de absorción de cada volumen de agua empleados para la fibra sintética nylon.

En conclusión, puesto que no existen diferencias a nivel significativo se analizó las diferencias a nivel descriptivo, de tal manera que se analizó los valores de absorción mediante el gráfico de medias.

- c) **Gráfico de medias de los valores de absorción**

En el siguiente gráfico se puede observar las medias de cada distribución de absorción para cada volumen de agua empleado en cuanto a la fibra sintética nylon. Se puede observar que la mayor cantidad de absorbancia la tiene el volumen de 20 ml de agua, con 0,119 de valor de absorción. De manera que en conclusión la aplicación del fluido supercrítico en el proceso de teñido de la fibra sintética de nylon no presenta un ahorro significativo de H<sub>2</sub>O, pero a nivel de análisis descriptivo, presenta un ahorro regular en función a los tres valores de mililitros de agua analizados.



## 1.2. Identificación de las diferencias significativas entre los volúmenes de agua en cuanto a sus valores de absorción para la fibra natural de lana

### a) Prueba de normalidad

- **Hipótesis**

Ho: La distribución de los valores de absorción poseen normalidad.

H1: La distribución de los valores de absorción no poseen normalidad.

- **Nivel de significancia**

$\alpha$ : 0,05

- **Regla de rechazo**

Si Sig. <  $\alpha$ : se rechaza la H0

Si Sig. >  $\alpha$ : no se rechaza la H0

- **Estadístico de prueba**

<i>Pruebas de normalidad</i>				
	Volumen de agua	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Absorción para fibra natural de Lana	Volumen: 10ml	0,753	6	0,021
	Volumen: 20ml	0,953	6	0,764
	Volumen: 30ml	0,828	6	0,103

- **Decisión**

- El valor Sig. para la distribución de valores de absorción para volumen de agua de 10 ml, es menor a 0,05 de manera que se rechaza la hipótesis nula y se infiere que para esta distribución no existe normalidad.
- El valor Sig. para la distribución de valores de absorción para volumen de agua de 20 ml, es mayor a 0,05 de manera que no se rechaza la hipótesis nula y se infiere que para esta distribución existe normalidad.
- El valor Sig. para la distribución de valores de absorción para volumen de agua de 30 ml, es mayor a 0,05 de manera que no se rechaza la hipótesis nula y se infiere que para esta distribución existe normalidad.

En conclusión, ya que al menos una distribución de absorción no posee normalidad, se debe elegir la prueba de Kruska-Wallis para observar si existen diferencias significativas entre las distribuciones de valores analizados.

**b) Prueba de Kruskal-Wallis**

- **Hipótesis**

Ho: No existen diferencias significativas entre los valores de absorción de cada volumen de agua empleados para la fibra natural de lana.

H1: Sí existen diferencias significativas entre los valores de absorción de cada volumen de agua empleados para la fibra natural de lana.

- **Nivel de significancia**

$\alpha$ : 0,05

- **Regla de rechazo**

Si Sig. <  $\alpha$ : se rechaza la H0

Si Sig. >  $\alpha$ : no se rechaza la H0

- **Estadístico de prueba**

	Absorción para fibra natural de Lana
H de Kruskal-Wallis	0,316
gl	2
Sig. asintótica	0,854

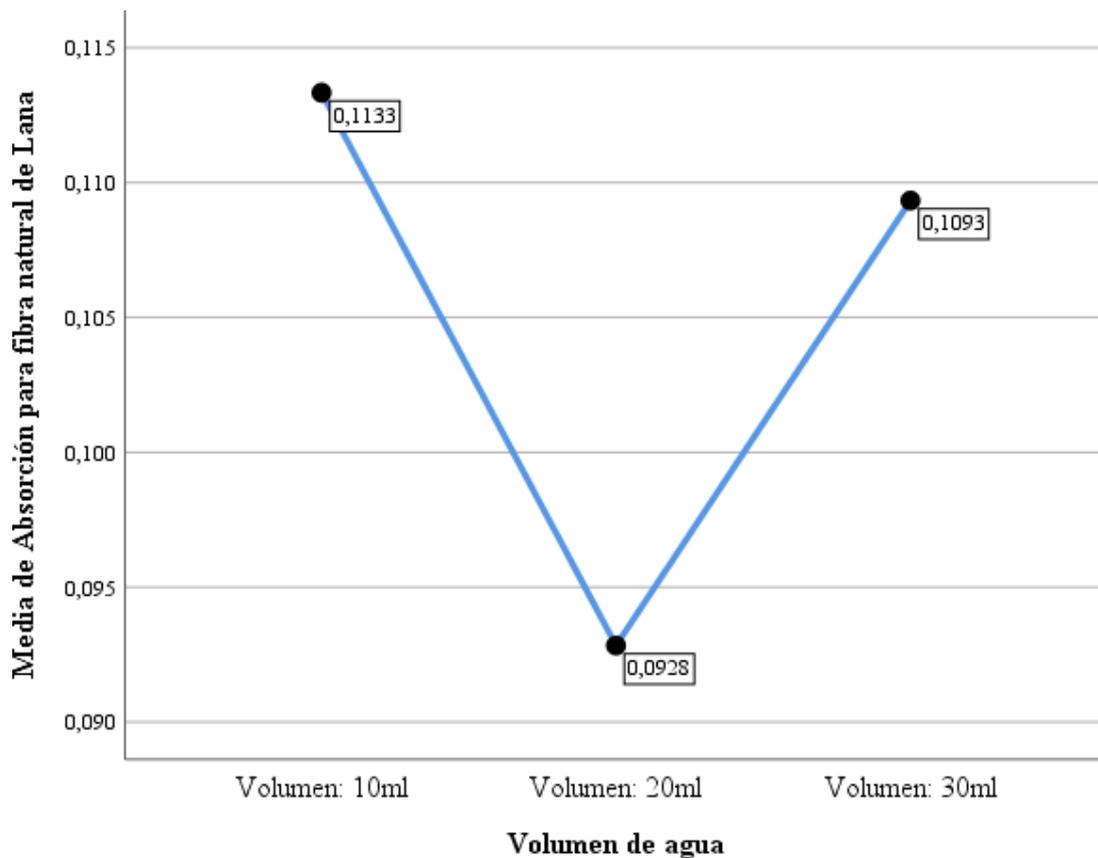
- **Decisión**

El valor Sig. dio como resultado 0,854, es decir mayor a 0,05, de manera que no se rechaza la hipótesis nula y se infiere que no existen diferencias significativas entre los valores de absorción de cada volumen de agua empleados para la fibra natural de lana.

En conclusión, puesto que no existen diferencias a nivel significativo se analizó las diferencias a nivel descriptivo, de tal manera que se analizó los valores de absorción mediante el gráfico de medias.

- c) **Gráfico de medias de los valores de absorción**

En el siguiente gráfico se puede observar las medias de cada distribución de absorción para cada volumen de agua empleado en cuanto a la fibra natural de lana. Se puede observar que la mayor cantidad de absorción la tiene el volumen de 10 ml de agua, con 0,1133 de valor de absorción. De manera que en conclusión la aplicación del fluido supercrítico en el proceso de teñido de la fibra natural de lana no presenta un ahorro significativo de H<sub>2</sub>O, pero a nivel de análisis descriptivo, presenta un buen ahorro en función a los tres valores de mililitros de agua analizados.



### 1.3. Identificación de las diferencias significativas entre los volúmenes de agua en cuanto a sus valores de absorción para la fibra natural de algodón

#### a) Prueba de normalidad

- **Hipótesis**

Ho: La distribución de los valores de absorción poseen normalidad.

H1: La distribución de los valores de absorción no poseen normalidad.

- **Nivel de significancia**

$\alpha$ : 0,05

- **Regla de rechazo**

Si Sig. <  $\alpha$ : se rechaza la H0

Si Sig. >  $\alpha$ : no se rechaza la H0

- **Estadístico de prueba**

<i>Pruebas de normalidad</i>				
	Volumen de agua	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Absorción para fibra natural de Algodón	Volumen: 10ml	0,677	6	0,004
	Volumen: 20ml	0,961	6	0,825
	Volumen: 30ml	0,864	6	0,204

- **Decisión**

- El valor Sig. para la distribución de valores de absorción para volumen de agua de 10 ml, es menor a 0,05 de manera que se rechaza la hipótesis nula y se infiere que para esta distribución no existe normalidad.
- El valor Sig. para la distribución de valores de absorción para volumen de agua de 20 ml, es mayor a 0,05 de manera que no se rechaza la hipótesis nula y se infiere que para esta distribución existe normalidad.
- El valor Sig. para la distribución de valores de absorción para volumen de agua de 30 ml, es mayor a 0,05 de manera que no se rechaza la hipótesis nula y se infiere que para esta distribución existe normalidad.

En conclusión, ya que al menos una distribución de absorción no posee normalidad, se debe elegir la prueba de Kruska-Wallis para observar si existen diferencias significativas entre las distribuciones de valores analizados.

**b) Prueba de Kruskal-Wallis**

- **Hipótesis**

Ho: No existen diferencias significativas entre los valores de absorción de cada volumen de agua empleados para la fibra natural de algodón.

H1: Sí existen diferencias significativas entre los valores de absorción de cada volumen de agua empleados para la fibra natural de algodón

- **Nivel de significancia**

$\alpha$ : 0,05

- **Regla de rechazo**

Si Sig. <  $\alpha$ : se rechaza la H0

Si Sig. >  $\alpha$ : no se rechaza la H0

- **Estadístico de prueba**

	Absorción para fibra natural de Algodón
H de Kruskal-Wallis	9,731
gl	2
Sig. asintótica	0,008

- **Decisión**

El valor Sig. dio como resultado 0,008, es decir menor a 0,05, de manera que se rechaza la hipótesis nula y se infiere que existen diferencias significativas entre los valores de absorción de cada volumen de agua empleados para la fibra natural de algodón.

En conclusión, puesto que sí existen diferencias a nivel significativo se analizó las diferencias a nivel inferencial, para ello se utilizó el gráfico de medias de rangos significativos de Kruskal-Wallis.

**c) Gráfico de medias de rangos significativos de Kruskal Wallis**

En el siguiente gráfico se puede observar las medias de rangos de cada distribución de absorción para cada volumen de agua empleado en cuanto a la fibra natural de algodón. La línea negra indica que tanto volumen 20 ml como volumen de 10 ml son igualmente significativos y superiores en comparación a 30 ml. De manera que en conclusión la aplicación del fluido supercrítico en el proceso de teñido de la fibra sintética de algodón presenta un ahorro significativo de H<sub>2</sub>O entre bueno y regular en función a los tres valores de mililitros de agua analizados.

**1.4. Identificación de las diferencias significativas entre los volúmenes de agua en cuanto a sus valores de absorción para la fibra natural de algodón**

**d) Prueba de normalidad**

- **Hipótesis**

H<sub>0</sub>: La distribución de los valores de absorción poseen normalidad.

H1: La distribución de los valores de absorción no poseen normalidad.

- **Nivel de significancia**

$\alpha$ : 0,05

- **Regla de rechazo**

Si Sig. <  $\alpha$ : se rechaza la H0

Si Sig. >  $\alpha$ : no se rechaza la H0

- **Estadístico de prueba**

<i>Pruebas de normalidad</i>				
	Volumen de agua	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Absorción para fibra natural de Algodón	Volumen: 10ml	0,677	6	0,004
	Volumen: 20ml	0,961	6	0,825
	Volumen: 30ml	0,864	6	0,204

- **Decisión**

- El valor Sig. para la distribución de valores de absorción para volumen de agua de 10 ml, es menor a 0,05 de manera que se rechaza la hipótesis nula y se infiere que para esta distribución no existe normalidad.
- El valor Sig. para la distribución de valores de absorción para volumen de agua de 20 ml, es mayor a 0,05 de manera que no se rechaza la hipótesis nula y se infiere que para esta distribución existe normalidad.
- El valor Sig. para la distribución de valores de absorción para volumen de agua de 30 ml, es mayor a 0,05 de manera que no se rechaza la hipótesis nula y se infiere que para esta distribución existe normalidad.

En conclusión, ya que al menos una distribución de absorción no posee normalidad, se debe elegir la prueba de Kruska-Wallis para observar si existen diferencias significativas entre las distribuciones de valores analizados.

e) **Prueba de Kruskal-Wallis**

- **Hipótesis**

Ho: No existen diferencias significativas entre los valores de absorción de cada volumen de agua empleados para la fibra natural de algodón.

H1: Sí existen diferencias significativas entre los valores de absorción de cada volumen de agua empleados para la fibra natural de algodón

- **Nivel de significancia**

$\alpha$ : 0,05

- **Regla de rechazo**

Si Sig. <  $\alpha$ : se rechaza la H0

Si Sig. >  $\alpha$ : no se rechaza la H0

- **Estadístico de prueba**

	Absorción para fibra natural de Algodón
H de Kruskal-Wallis	9,731
gl	2
Sig. asintótica	0,008

- **Decisión**

El valor Sig. dio como resultado 0,008, es decir menor a 0,05, de manera que se rechaza la hipótesis nula y se infiere que existen diferencias significativas entre los valores de absorción de cada volumen de agua empleados para la fibra natural de algodón.

En conclusión, puesto que sí existen diferencias a nivel significativo se analizó las diferencias a nivel inferencial, para ello se utilizó el gráfico de medias de rangos significativos de Kruskal-Wallis.

**f) Gráfico de medias de rangos significativos de Kruskal Wallis**

En el siguiente gráfico se puede observar las medias de rangos de cada distribución de absorción para cada volumen de agua empleado en cuanto a la fibra natural de algodón. La línea negra indica que tanto volumen 20 ml como volumen de 10 ml son igualmente significativos y superiores en comparación a 30 ml. De manera que en conclusión la aplicación del fluido supercrítico en el proceso de teñido de la fibra sintética de algodón

presenta un ahorro significativo de H<sub>2</sub>O entre bueno y regular en función a los tres valores de mililitros de agua analizados.

### Comparaciones entre parejas de Volumen de agua

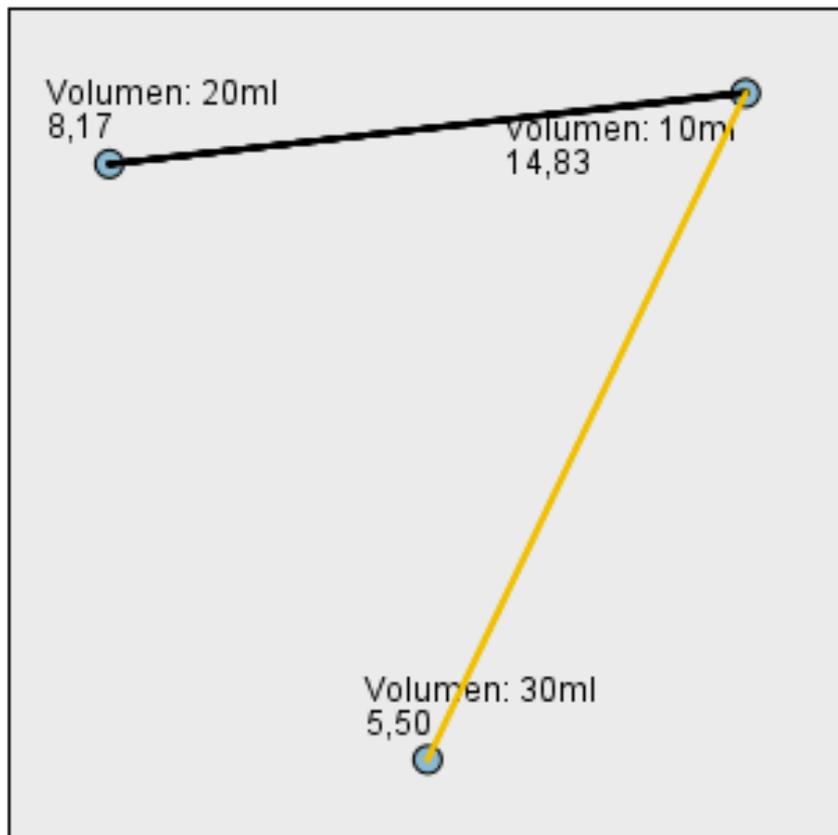


Tabla 7: Resultados del Grupo A

FIBRA TEXTIL	PRUEBA	COLORANTE	CO2	H2O	FIJADOR	Ti (° C)	Tf (° C)	P (PSI)
SINTETICA NYLON	A1 (A)	DISPERSO (1.66 gr)	300 gr.	30	5 gr.	18° C	25° C	36
	A2 (A)		300 gr.	30	5 gr.	18° C	25° C	32
	A3 (A)		300 gr.	30	5 gr.	18° C	25° C	30
	B1 (A)	DISPERSO (1.66 gr)	300 gr.	20	5 gr.	18° C	25° C	17
	B2 (A)		300 gr.	20	5 gr.	18° C	25° C	20
	B3 (A)		300 gr.	20	5 gr.	18° C	25° C	18
	C1 (A)	DISPERSO (1.66 gr)	300 gr.	10	5 gr.	18° C	25° C	10
	C2 (A)		300 gr.	10	5 gr.	18° C	25° C	14
	C3 (A)		300 gr.	10	5 gr.	18° C	25° C	18
	D1 (A)	NATURAL (1.66 gr)	300 gr.	30	5 gr.	18° C	25° C	32
	D2 (A)		300 gr.	30	5 gr.	18° C	25° C	29
	D3 (A)		300 gr.	30	5 gr.	18° C	25° C	31
	E1 (A)	NATURAL (1.66 gr)	300 gr.	20	5 gr.	18° C	25° C	26
	E2 (A)		300 gr.	20	5 gr.	18° C	25° C	24
	E3 (A)		300 gr.	20	5 gr.	18° C	25° C	25
	F1 (A)	NATURAL (1.66 gr)	300 gr.	10	5 gr.	18° C	25° C	23
	F2 (A)		300 gr.	10	5 gr.	18° C	25° C	18
	F3 (A)		300 gr.	10	5 gr.	18° C	25° C	26

Fuente: Elaboración Propia

## GRUPO A

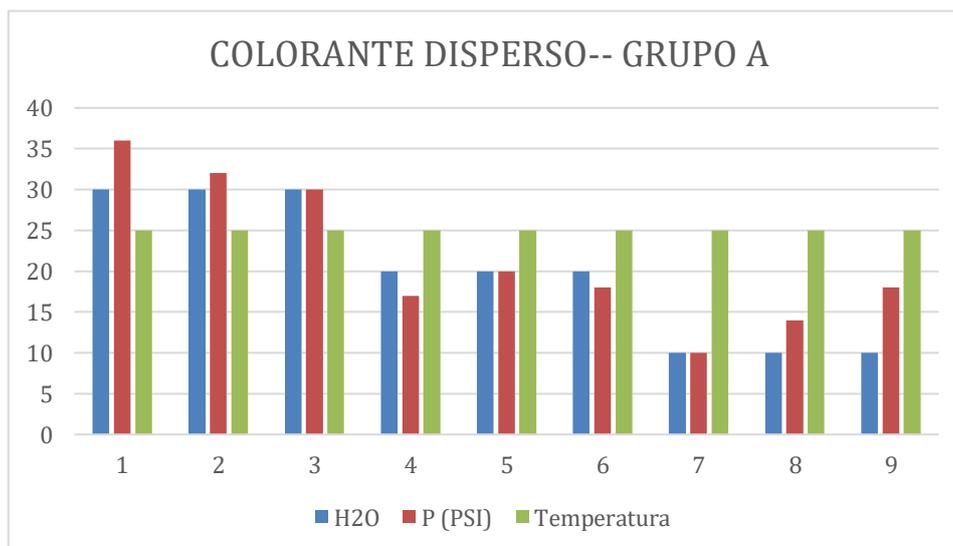
### ❖ DISPERSO

*Tabla 8: Datos de la Muestra N° 1 (Fibras Sintético nylon, H<sub>2</sub>O, Psi)*

TELA SINTETICA NYLON		
H2O	P (PSI)	Temperatura
30	32	25
30	29	25
30	31	25
20	26	25
20	24	25
20	25	25
10	23	25
10	18	25
10	26	25

Fuente: Elaboración propia

*Ilustración 14: Comparación del Colorante Disperso*



Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** En el presente grafico se muestra los resultados obtenidos empleando un colorante disperso sobre la tela de Nylon, los valores obtenidos en la prueba del teñido se observan que a una temperatura constante de 35° C la eficiencia en la minimización del uso de agua, siendo la muestra 7, 8 y 9 empleando para el teñido 10 ml de H<sub>2</sub>O a presiones de entre 23, 18 a 54 psi.

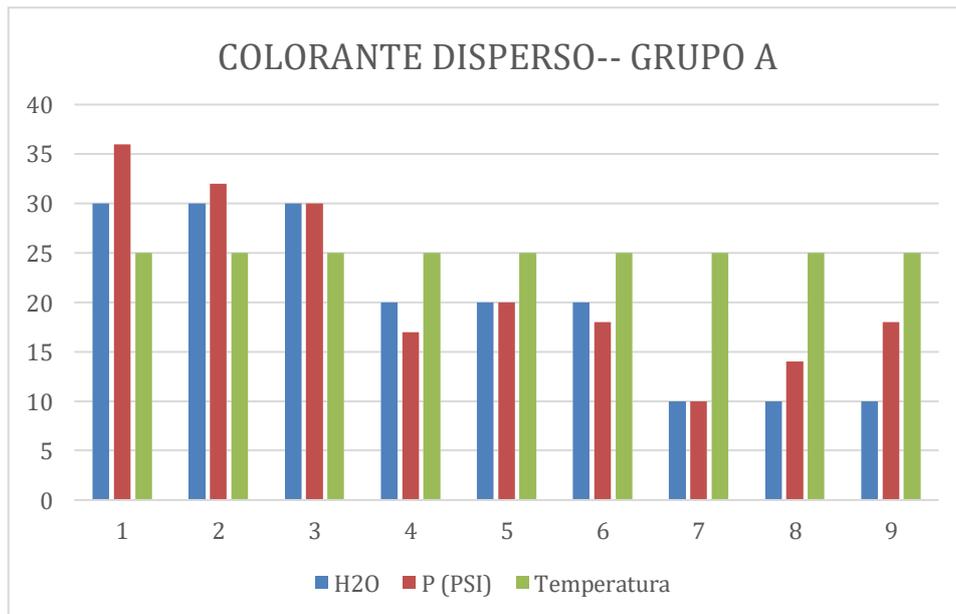
❖ **NATURAL**

Ilustración 15: Datos de la Muestra N° 1 (Fibras Sintético nylon, H<sub>2</sub>O, Psi)

TELA SINTETICA NYLON		
H2O	P (PSI)	Temperatura
30	36	25
30	32	25
30	30	25
20	17	25
20	20	25
20	18	25
10	10	25
10	14	25
10	18	25

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 16: Comparación del Colorante Disperso



Fuente: Elaboración propia

❖ **Interpretación:** En el presente grafico se muestra los resultados obtenidos empleando un colorante natural (beta vulgaris) sobre la tela natural de Nylon, los valores obtenidos en la prueba del teñido se observan que a una temperatura constante de 35<sup>a</sup> C la eficiencia en la minimización del uso de agua, siendo la muestra 7, 8 y 9 empleando para el teñido 10 ml de H<sub>2</sub>O a presiones de 10, 14, y 18 psi.

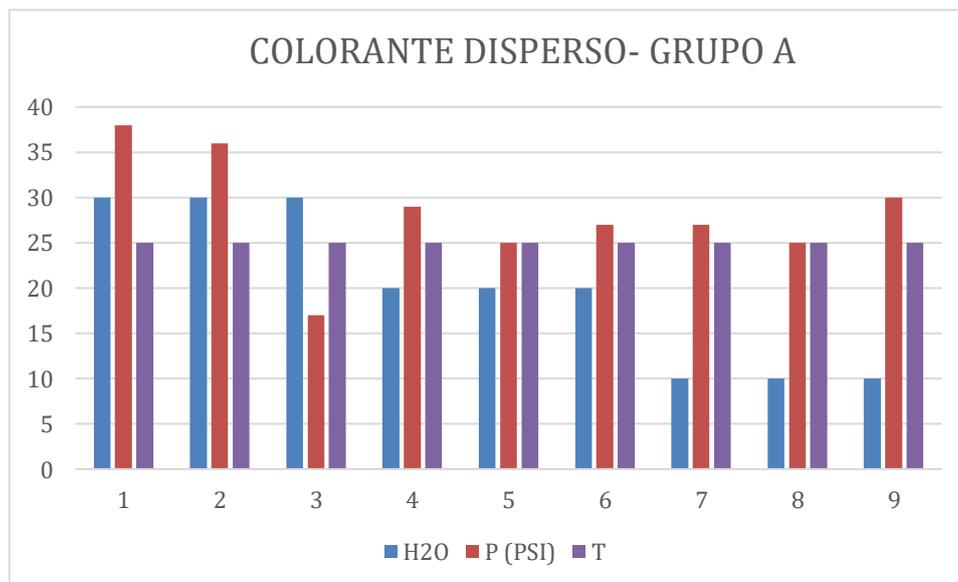
❖ **DISPERSO**

Tabla 9 : Datos de la Muestra de Fibras Sintético poliéster, H<sub>2</sub>O, Psi)

TELA SINTETICA POLIESTER		
H2O	P (PSI)	Temperatura
30	38	25
30	36	25
30	17	25
20	29	25
20	25	25
20	27	25
10	27	25
10	25	25
10	30	25

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 17: Comparación del Colorante Disperso



Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** En el presente grafico se muestra los resultados obtenidos empleando un colorante disperso sobre la tela de Poliester, los valores obtenidos en la prueba del teñido se observan que a una temperatura constante de 35<sup>a</sup> C la eficiencia en la minimización del uso de agua, siendo la muestra 7, 8 y 9 empleando para el teñido 10 ml de H<sub>2</sub>O a presiones de entre 25, 27 y 30 psi.

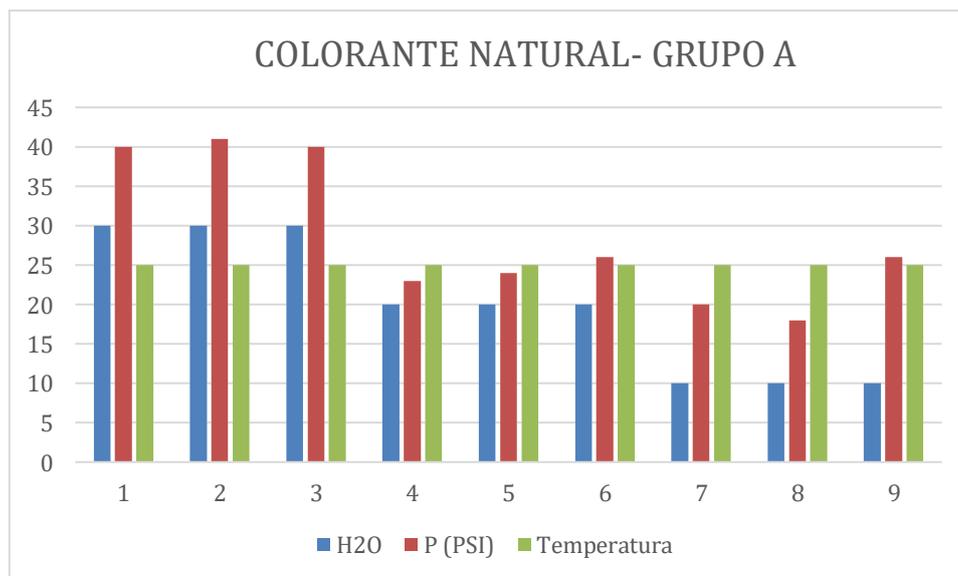
❖ **NATURAL**

Tabla 10: Datos de la Muestra de Fibras Sintético Poliéster, H<sub>2</sub>O, Psi)

TELA POLIESTER		
H2O	P (PSI)	Temperatura
30	40	25
30	41	25
30	40	25
20	23	25
20	24	25
20	26	25
10	20	25
10	18	25
10	26	25

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 18: Comparación del Colorante Natural



Fuente: Elaboración propia

❖ **Interpretación:** En el presente grafico se muestra los resultados obtenidos empleando un colorante natural (beta vulgaris) sobre la tela natural de Poliester, los valores obtenidos en la prueba del teñido se observan que a una temperatura constante de 35<sup>a</sup> C la eficiencia en la minimización del uso de agua, siendo la muestra 7, 8 y 9 empleando para el teñido 10 ml de H<sub>2</sub>O a presiones de 26,18 y 20 psi.

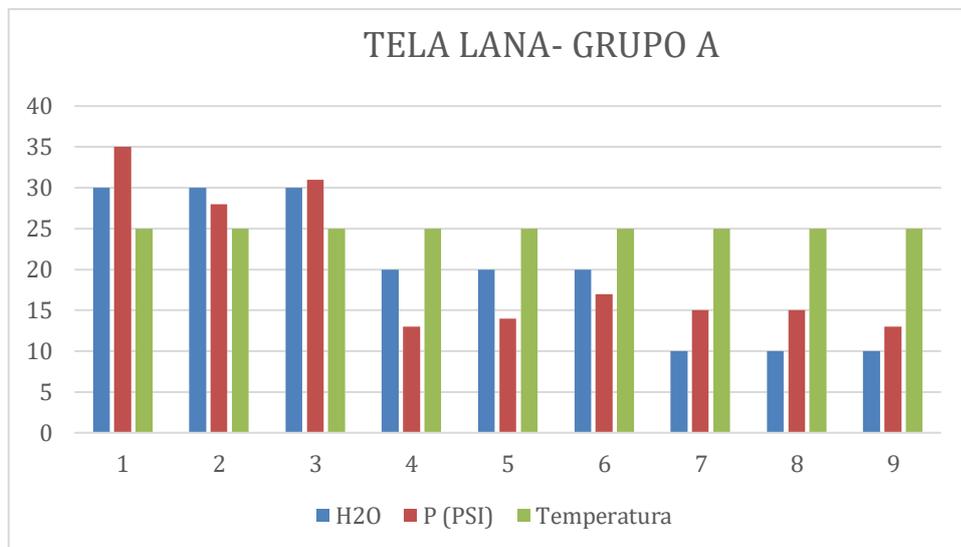
❖ **DISPERSO**

Tabla 11: Datos de la Muestra de Fibras de lana, H<sub>2</sub>O, Psi)

TELA LANA		
H2O	P (PSI)	Temperatura
30	35	25
30	28	25
30	31	25
20	13	25
20	14	25
20	17	25
10	15	25
10	15	25
10	13	25

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 14: Comparación del Colorante Natural



Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** En el presente gráfico se muestra los resultados obtenidos empleando un colorante disperso sobre la tela de Lana, los valores obtenidos en la prueba del teñido se observan que a una temperatura constante de 35° C la eficiencia en la minimización del uso de agua, siendo la muestra 7, 8 y 9 empleando para el teñido 10 ml de H<sub>2</sub>O a presiones de entre 15 y 13 psi.

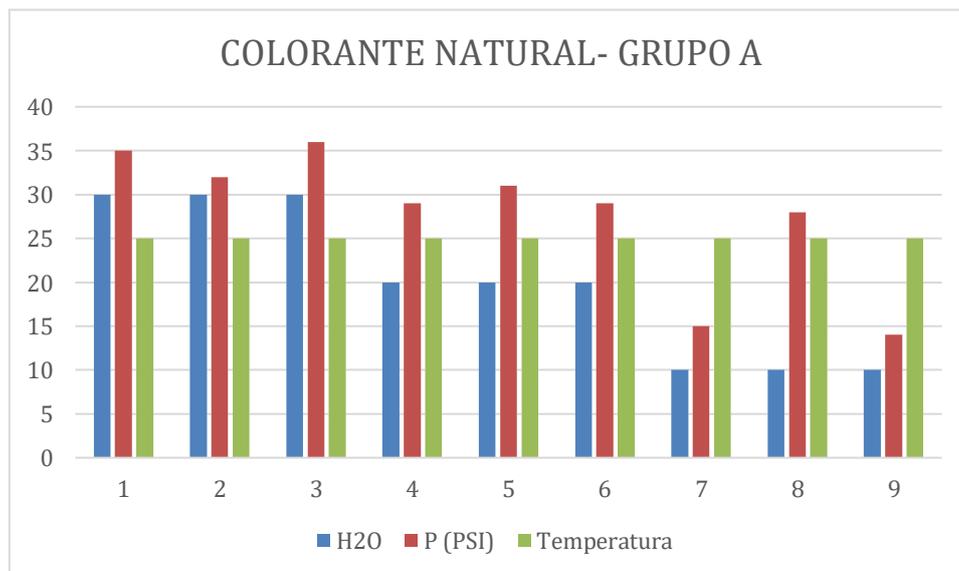
❖ **NATURAL**

Tabla 12: Datos de la Muestra de Fibras de lana, H<sub>2</sub>O, Psi)

TELA LANA		
H2O	P (PSI)	Temperatura
30	35	25
30	32	25
30	36	25
20	29	25
20	31	25
20	29	25
10	15	25
10	28	25
10	14	25

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 15: Comparación del Colorante Natural



Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** En el presente gráfico se muestra los resultados obtenidos empleando un colorante natural (beta vulgaris) sobre la tela natural de Lana, los valores obtenidos en la prueba del teñido se observan que a una temperatura constante de 35<sup>a</sup> C la eficiencia en la minimización del uso de agua, siendo la muestra 7, 8 y 9 empleando para el teñido 10 ml de H<sub>2</sub>O a presiones de 15, 18 y 14 psi.

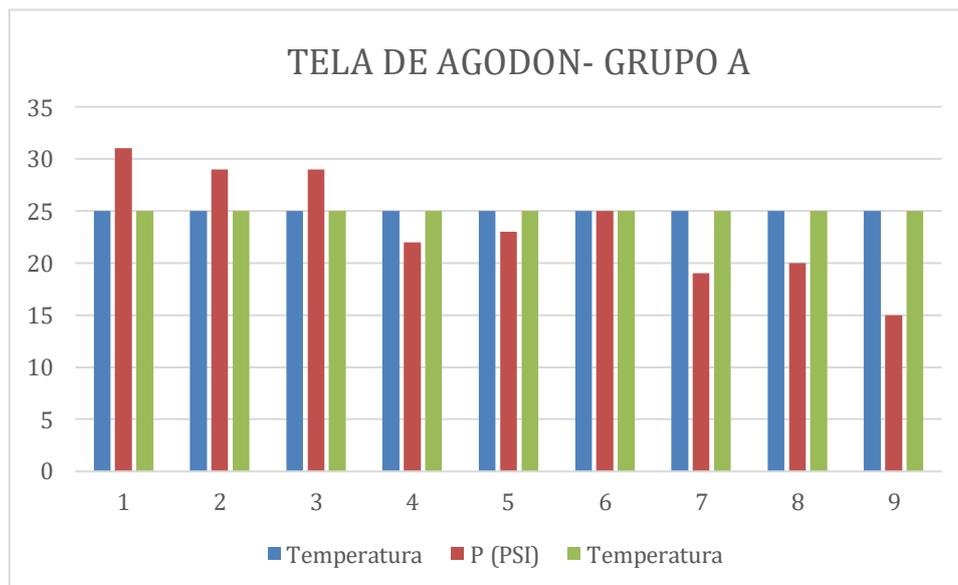
❖ **DISPERSO**

Tabla 13: Datos de la Muestra de Fibras de Algodón, H<sub>2</sub>O, Psi)

TELA ALGODON		
H2O	P (PSI)	Temperatura
30	31	25
30	29	25
30	29	25
20	22	25
20	23	25
20	25	25
10	19	25
10	20	25
10	15	25

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 16: Comparación del Colorante Disperso



Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** En el presente gráfico se muestra los resultados obtenidos empleando un colorante disperso sobre la tela de algodón, los valores obtenidos en la prueba del teñido se observan que a una temperatura constante de 35<sup>a</sup> C la eficiencia en la minimización del uso de agua, siendo la muestra 7, 8 y 9 empleando para el teñido 10 ml de H<sub>2</sub>O a presiones de entre 20, 19 y 15 psi.

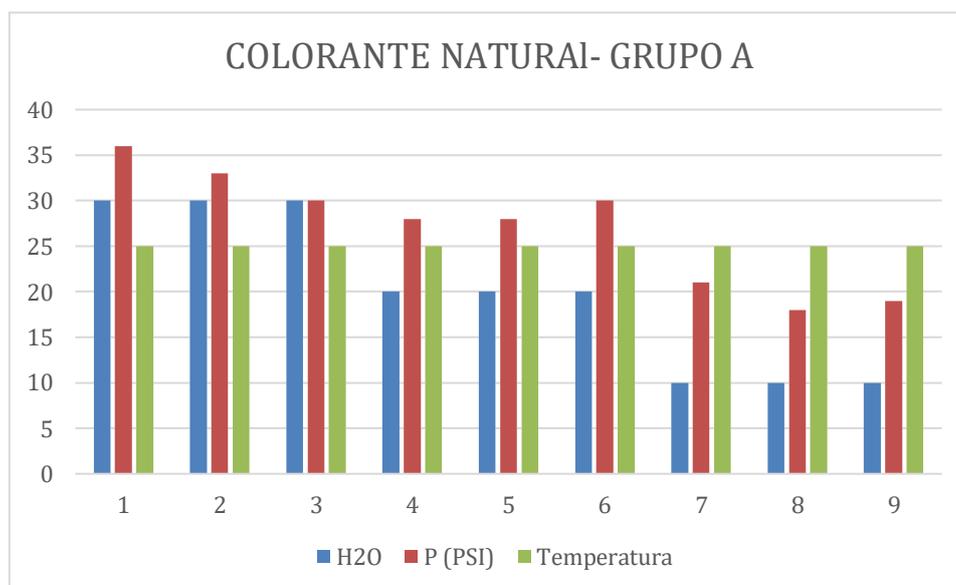
## NATURAL

Tabla 14: Datos de la Muestra de Fibras de Algodón, H<sub>2</sub>O, Psi)

TELA ALGODON		
H2O	P (PSI)	Temperatura
30	36	25
30	33	25
30	30	25
20	28	25
20	28	25
20	30	25
10	21	25
10	18	25
10	19	25

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 17: Comparación del Colorante Disperso



Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** En el presente gráfico se muestran los resultados obtenidos empleando un colorante natural (beta vulgaris) sobre la tela natural de algodón, los valores obtenidos en la prueba del teñido se observan que a una temperatura constante de 35<sup>a</sup> C la eficiencia en la minimización del uso de agua, siendo la muestra 7, 8 y 9 empleando para el teñido 10 ml de H<sub>2</sub>O a presiones de 21, 18 y 19 psi.

## GRUPO B

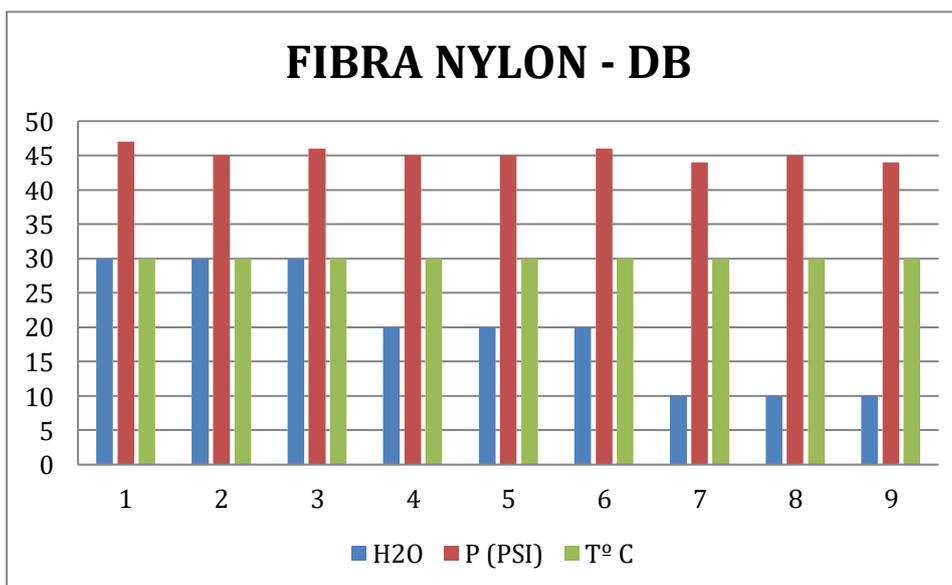
### ❖ DISPERSO

Tabla 15: Datos de la Muestra de Fibras de Nylon, H<sub>2</sub>O, Psi)

FIBRA NYLON - DB		
H2O	P (PSI)	Tº C
30	47	30
30	45	30
30	46	30
20	45	30
20	45	30
20	46	30
10	44	30
10	45	30
10	44	30

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 18: Comparación del Colorante Disperso



Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** En el presente gráfico se muestran los resultados obtenidos empleando un colorante disperso sobre la tela de Nylon, los valores obtenidos en la prueba del teñido se observan que a una temperatura constante de 35ª C la eficiencia en la minimización del uso de agua, siendo la muestra 7, 8 y 9 empleando para el teñido 10 ml de H<sub>2</sub>O a presiones de 44 ,45 y 44 psi.

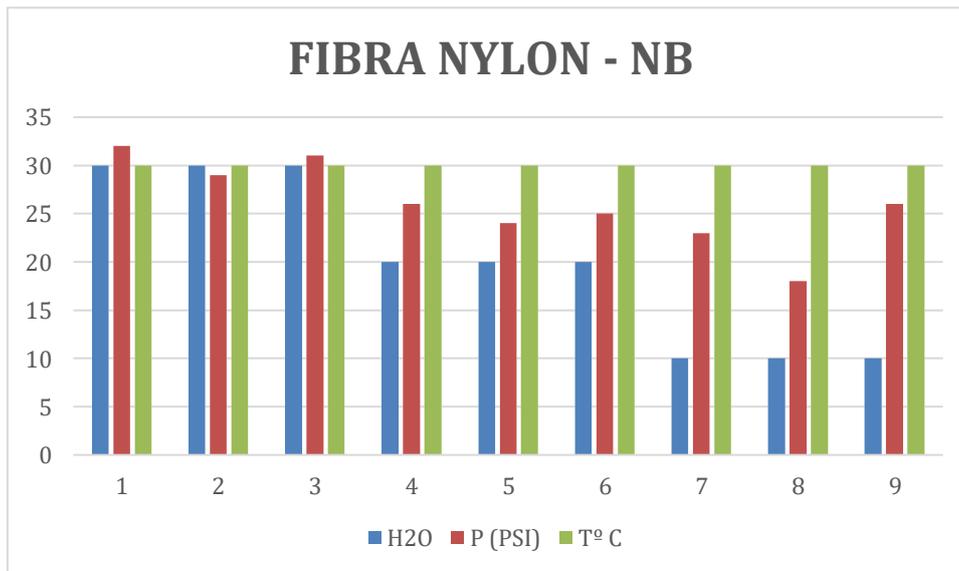
❖ **NATURAL**

Tabla 16: Datos de la Muestra de Fibras de nylon, H<sub>2</sub>O, Psi)

FIBRA NYLON -NB		
H2O	P (PSI)	T° C
30	46	30
30	46	30
30	47	30
20	46	30
20	46	30
20	45	30
10	46	30
10	45	30
10	45	30

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 19: Comparación del Colorante Natural



Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** En el presente gráfico se muestran los resultados obtenidos empleando un colorante natural (betarraga – beta vulgaris) sobre la tela sintética nylon, los valores obtenidos en la prueba del tinte se observa que a una temperatura constante de 30° C la eficiencia en la minimización del uso de agua, siendo la muestra 7, 8 y 9 empleando para el tinte 10 ml de h<sub>2</sub>o a presiones de 17 a 26 psi.

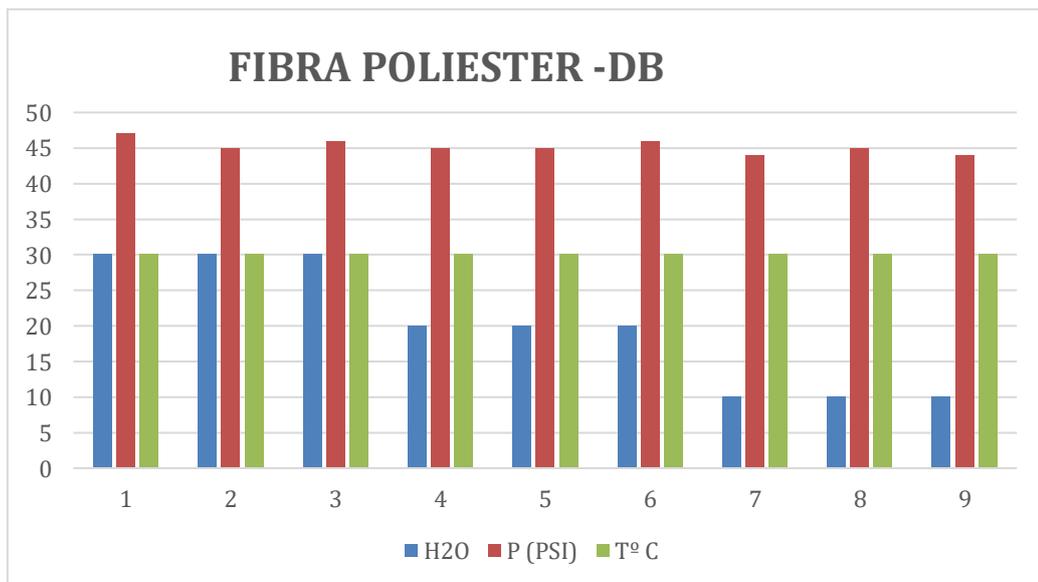
## ❖ DISPERSO

Tabla 17: Datos de la Muestra de Fibras poliéster, H<sub>2</sub>O, Psi)

FIBRA POLIESTER - DB		
H2O (ml)	P (PSI)	T° C
30	47	30
30	45	30
30	46	30
20	45	30
20	45	30
20	46	30
10	44	30
10	45	30
10	44	30

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 20: Comparación del Colorante Disperso



Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** En el presente gráfico se muestran los resultados obtenidos empleando un colorante natural (disperso) sobre la tela sintética poliéster, los valores obtenidos en la prueba del tinte se observa que a una temperatura constante de 30° C la eficiencia en la minimización del uso de agua, siendo la muestra 7, 8 y 9 empleando para el tinte 10 ml de H<sub>2</sub>O a presiones de 44 a 45 psi.

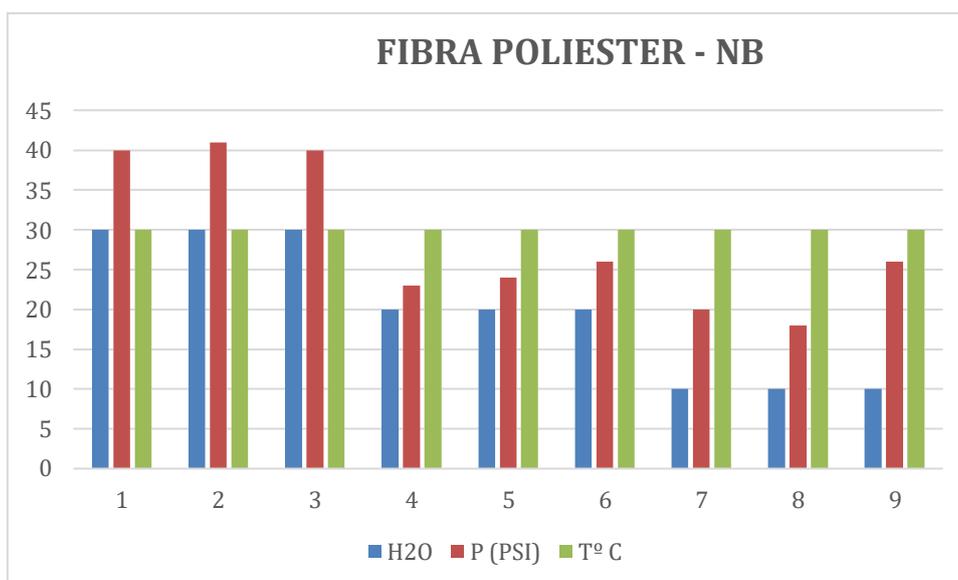
❖ **NATURAL**

Tabla 18: Datos de la Muestra de Fibras de poliéster, H<sub>2</sub>O, Psi)

FIBRA POLIESTER - NB		
H2O	P (PSI)	Tº C
30	46	30
30	45	30
30	46	30
20	45	30
20	44	30
20	44	30
10	44	30
10	43	30
10	43	30

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 21: Comparación del Colorante Natural



**Interpretación:** En el presente gráfico se muestra los resultados obtenidos empleando un colorante natural (betarraga – beta vulgaris) sobre la tela sintética poliéster, los valores obtenidos en la prueba del teñido se observa que a una temperatura constante de 30ª C la eficiencia en la minimización del uso de agua, siendo la muestra 7, 8 y 9 empleando para el teñido 10 ml de H<sub>2</sub>O a presiones de 43 a 44 psi.

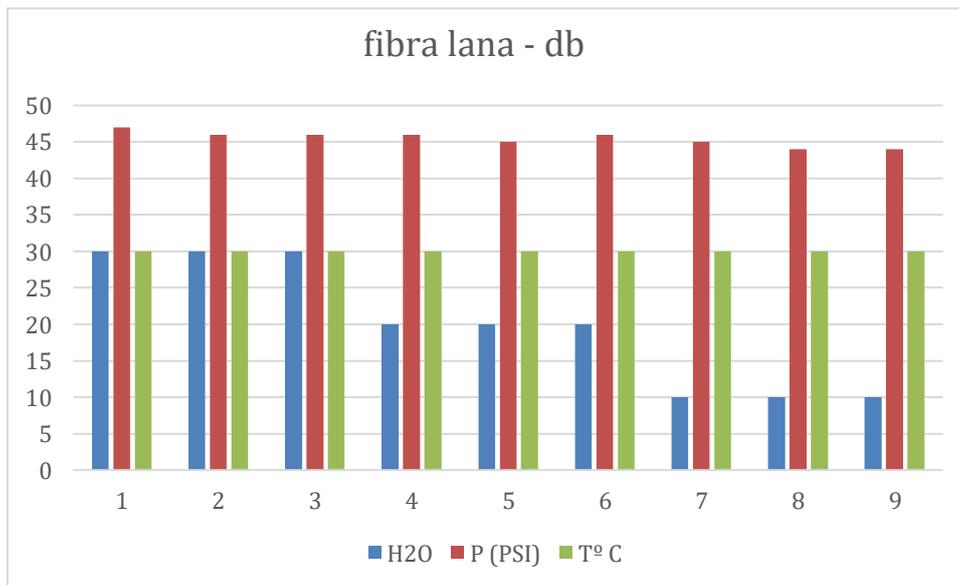
❖ **DISPERSO**

Tabla 19: Datos de la Muestra de Fibras de lana, H<sub>2</sub>O, Psi)

FIBRA LANA -DB		
H2O (ml)	P (PSI)	T° C
30	47	30
30	46	30
30	46	30
20	46	30
20	45	30
20	46	30
10	45	30
10	44	30
10	44	30

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 22: Comparación del Colorante Disperso



Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** En el presente grafico se muestra los resultados obtenidos empleando un colorante disperso sobre la tela lana, los valores obtenidos en la prueba del teñido se observa que a una temperatura constante de 30<sup>a</sup> C la eficiencia en la minimización del uso de agua, siendo la muestra 7, 8 y 9 empleando para el teñido 10 ml de H<sub>2</sub>O a presiones de 44 a 45 psi.

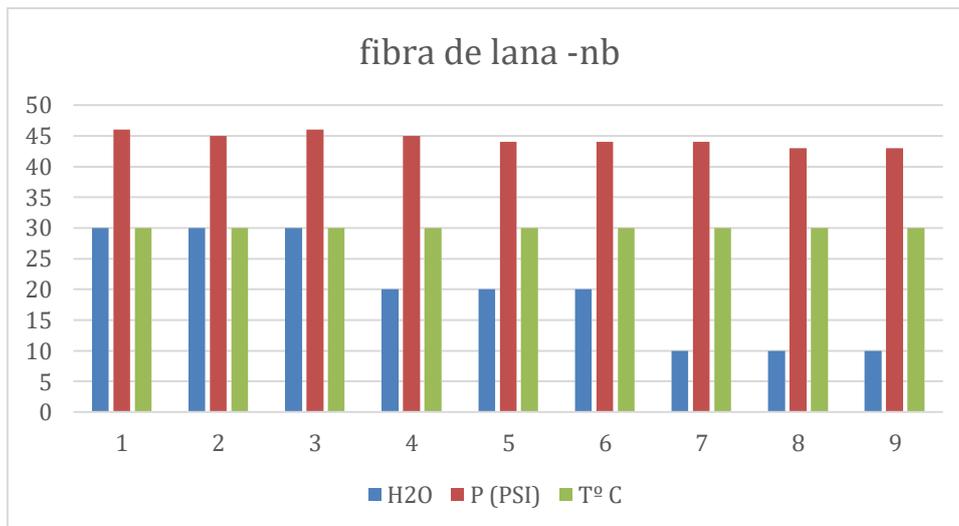
❖ **NATURAL**

Tabla 20: Datos de la Muestra de Fibras de lana, H<sub>2</sub>O, Psi)

FIBRA DE LANA -NB		
H2O	P (PSI)	Tº C
30	46	30
30	45	30
30	46	30
20	45	30
20	44	30
20	44	30
10	44	30
10	43	30
10	43	30

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 23: Comparación del Colorante Natural



Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** En el presente grafico se muestra los resultados obtenidos empleando un colorante natural (beta vulgaris) sobre la tela lana, los valores obtenidos en la prueba del teñido se observa que a una temperatura constante de 30º C la eficiencia en la minimización del uso de agua, siendo la muestra 7, 8 y 9 empleando para el teñido 10 ml de H<sub>2</sub>O a presiones de 43 a 44 psi.

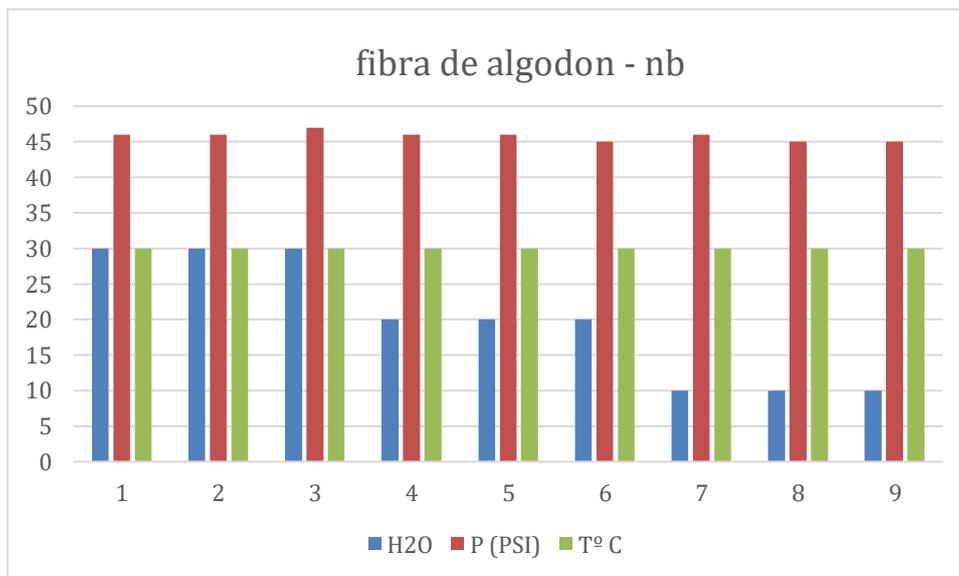
## ❖ DISPERSO

Tabla 21: Datos de la Muestra de Fibras de algodón H<sub>2</sub>O, Psi)

FIBRA ALGODÓN -DB		
H <sub>2</sub> O	P (PSI)	T° C
30	46	30
30	45	30
30	46	30
20	45	30
20	44	30
20	44	30
10	44	30
10	43	30
10	43	30

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 24: Comparación del Colorante Disperso



Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** En el presente gráfico se muestran los resultados obtenidos empleando un colorante disperso sobre la tela de algodón, los valores obtenidos en la prueba del teñido se observan que a una temperatura constante de 35° C la eficiencia en la minimización del uso de agua, siendo la muestra 7, 8 y 9 empleando para el teñido 10 ml de H<sub>2</sub>O a presiones de entre 43 a 44 psi.

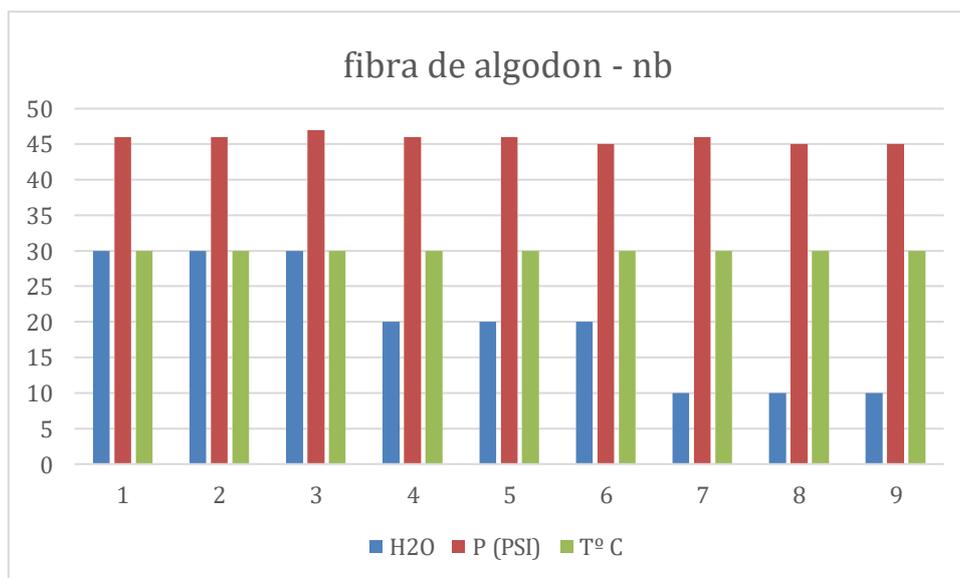
❖ **NATURAL**

Tabla 22: Datos de la Muestra de Fibras de Algodón, H<sub>2</sub>O, Psi)

FIBRA DE ALGODÓN - NB		
H2O	P (PSI)	T° C
30	46	30
30	46	30
30	47	30
20	46	30
20	46	30
20	45	30
10	46	30
10	45	30
10	45	30

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 25: Comparación del Colorante Natural



Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** En el presente gráfico se muestran los resultados obtenidos empleando un colorante natural (beta vulgaris) sobre la tela de algodón, los valores obtenidos en la prueba del teñido se observan que a una temperatura constante de 30<sup>a</sup> C la eficiencia en la minimización del uso de agua, siendo la muestra 7, 8 y 9 empleando para el teñido 10 ml de H<sub>2</sub>O a presiones de 45 a 46 psi.

## GRUPO C

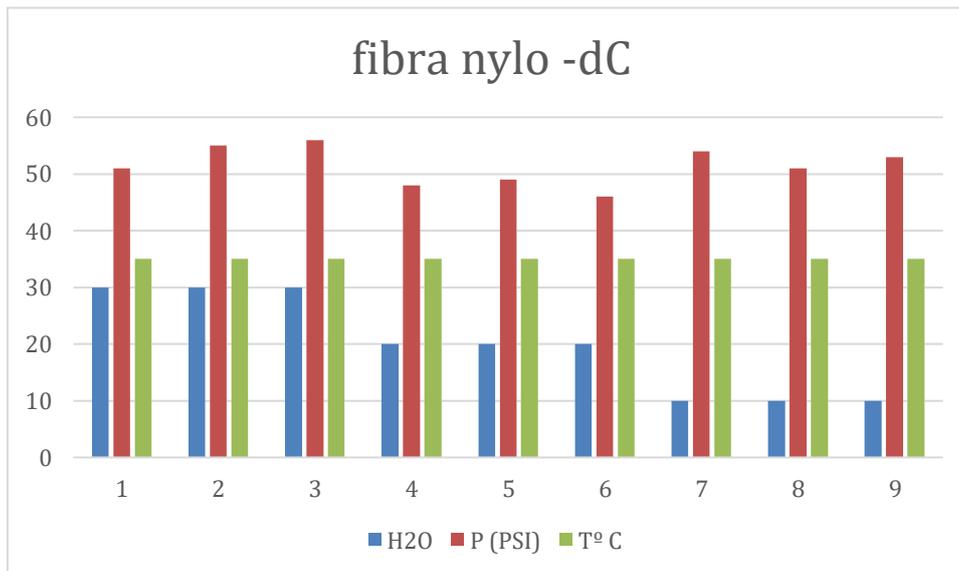
### ❖ DISPERSO

*Tabla 23: Datos de la Muestra de Fibras de Nylon, H<sub>2</sub>O, Psi)*

FIBRA NYLON -DC		
H2O	P (PSI)	T° C
30	51	35
30	55	35
30	56	35
20	48	35
20	49	35
20	46	35
10	54	35
10	51	35
10	53	35

Fuente: Elaboración propia

*Gráfico 26: Comparación del Colorante Disperso*



Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** En el presente grafico se muestra los resultados obtenidos empleando un colorante disperso sobre la tela sintética nylon, los valores obtenidos en la prueba del teñido se observa que a una temperatura constante de 35<sup>a</sup> C la eficiencia en la minimización del uso de agua, siendo la muestra 7, 8 y 9 empleando para el teñido 10 ml de H<sub>2</sub>O a presiones de 51 a 54 psi.

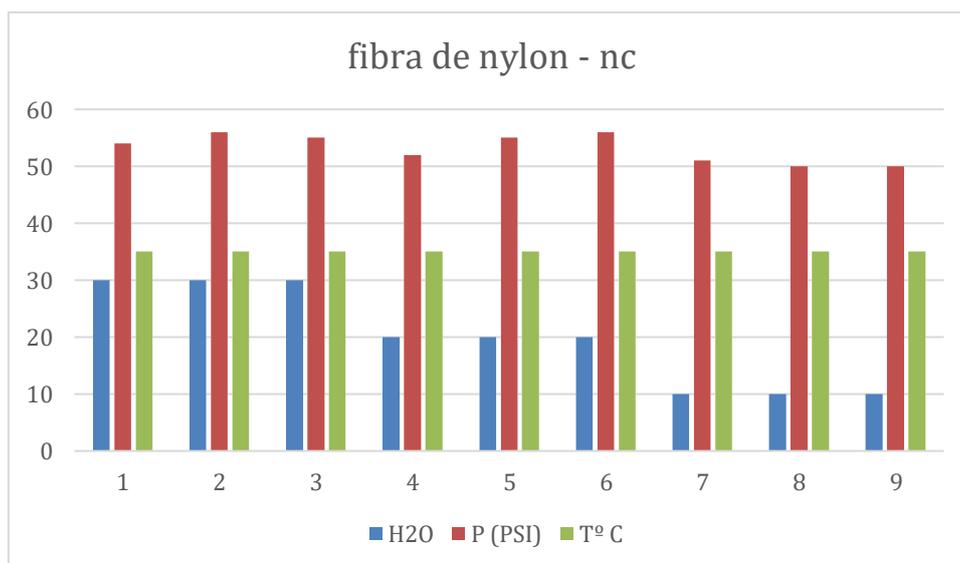
❖ **NATURAL**

Tabla 24 : Datos de la Muestra de Fibras de Nylon, H<sub>2</sub>O, Psi)

FIBRA DE NYLON - NC		
H2O	P (PSI)	T° C
30	54	35
30	56	35
30	55	35
20	52	35
20	55	35
20	56	35
10	51	35
10	50	35
10	50	35

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 27: Comparación del Colorante Natural



Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** En el presente grafico se muestra los resultados obtenidos empleando un colorante natural (beta vulgaris) sobre la tela sintética nylon, los valores obtenidos en la prueba del teñido se observa que a una temperatura constante de 35<sup>a</sup> C la eficiencia en la minimización del uso de agua, siendo la muestra 7, 8 y 9 empleando para el teñido 10 ml de H<sub>2</sub>O a presiones de 50 a 51 psi.

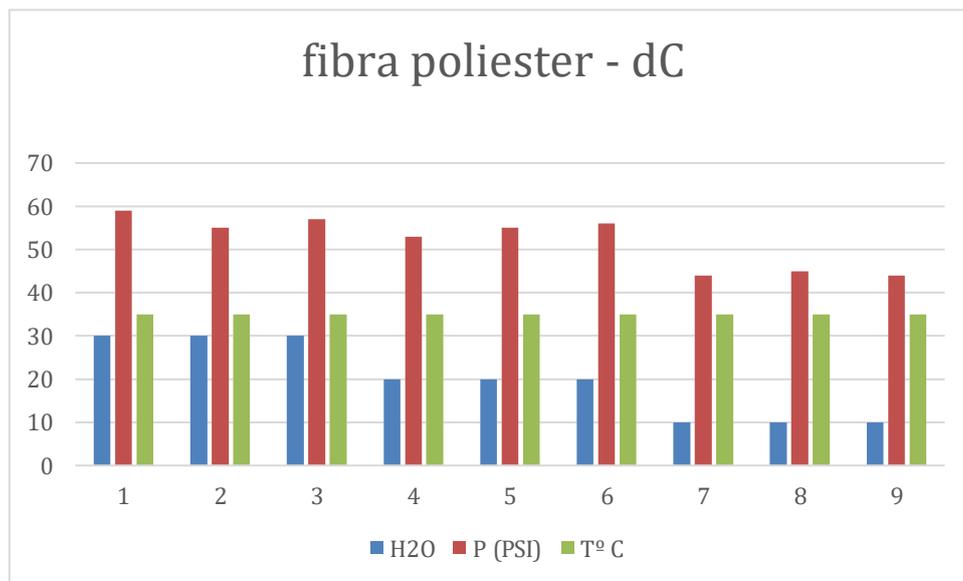
❖ **DISPERSO**

Tabla 25: Datos de la Muestra de Fibras de Poliéster, H<sub>2</sub>O, Psi)

FIBRA POLIESTER - DC		
H2O	P (PSI)	Tº C
30	59	35
30	55	35
30	57	35
20	53	35
20	55	35
20	56	35
10	44	35
10	45	35
10	44	35

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 28: Comparación del Colorante Disperso



Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** En el presente grafico se muestra los resultados obtenidos empleando un colorante disperso sobre la tela sintética poliéster, los valores obtenidos en la prueba del teñido se observa que a una temperatura constante de 35ª C la eficiencia en la minimización del uso de agua, siendo la muestra 7, 8 y 9 empleando para el teñido 10 ml de H<sub>2</sub>O a presiones de 44 a 45 psi.

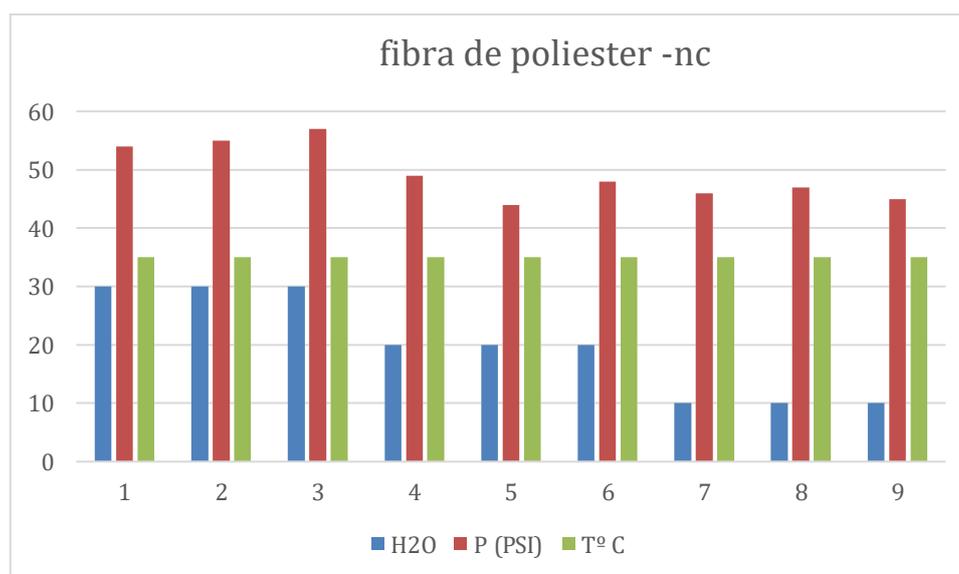
❖ **NATURAL**

Tabla 26: Datos de la Muestra de Fibras de Poliéster, H<sub>2</sub>O, Psi)

FIBRA DE POLIESTER -NC		
H2O	P (PSI)	T° C
30	54	35
30	55	35
30	57	35
20	49	35
20	44	35
20	48	35
10	46	35
10	47	35
10	45	35

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 29: Comparación del Colorante Natural



Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** En el presente gráfico se muestra los resultados obtenidos empleando un colorante natural (beta vulgaris) sobre la tela sintética poliéster, los valores obtenidos en la prueba del tinte se observa que a una temperatura constante de 35<sup>a</sup> C la eficiencia en la minimización del uso de agua, siendo la muestra 7, 8 y 9 empleando para el tinte 10 ml de H<sub>2</sub>O a presiones de 45 a 46psi.

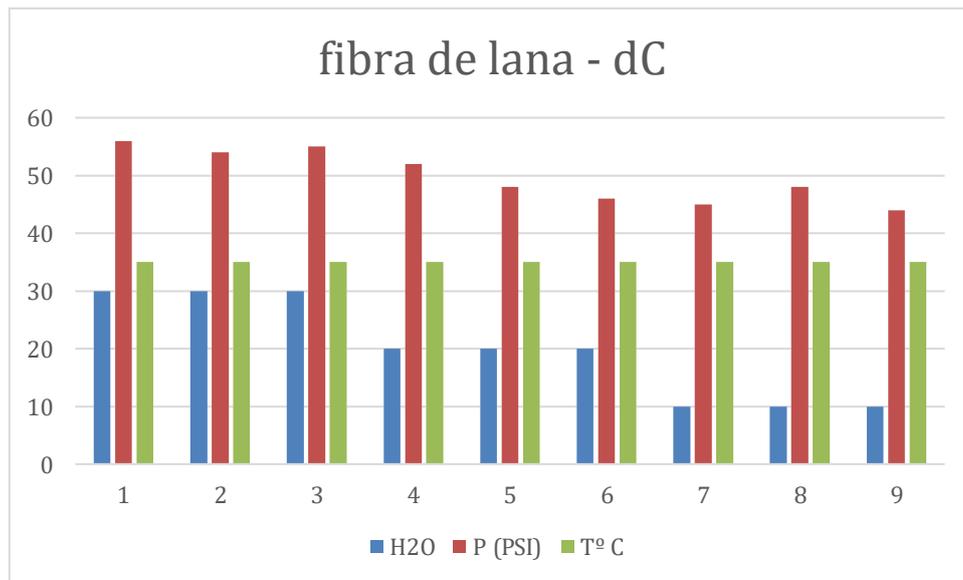
## ❖ DISPERSO

Tabla 27 : Datos de la Muestra de Fibras de lana, H<sub>2</sub>O, Psi)

FIBRA DE LANA -DC		
H2O	P (PSI)	Tº C
30	56	35
30	54	35
30	55	35
20	52	35
20	48	35
20	46	35
10	45	35
10	48	35
10	44	35

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 30: Comparación del Colorante Disperso



Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** En el presente gráfico se muestran los resultados obtenidos empleando un colorante disperso sobre la lana, los valores obtenidos en la prueba del teñido se observan que a una temperatura constante de 35<sup>a</sup> C la eficiencia en la minimización del uso de agua, siendo la muestra 7, 8 y 9 empleando para el teñido 10 ml de H<sub>2</sub>O a presiones de 45 a 48psi.

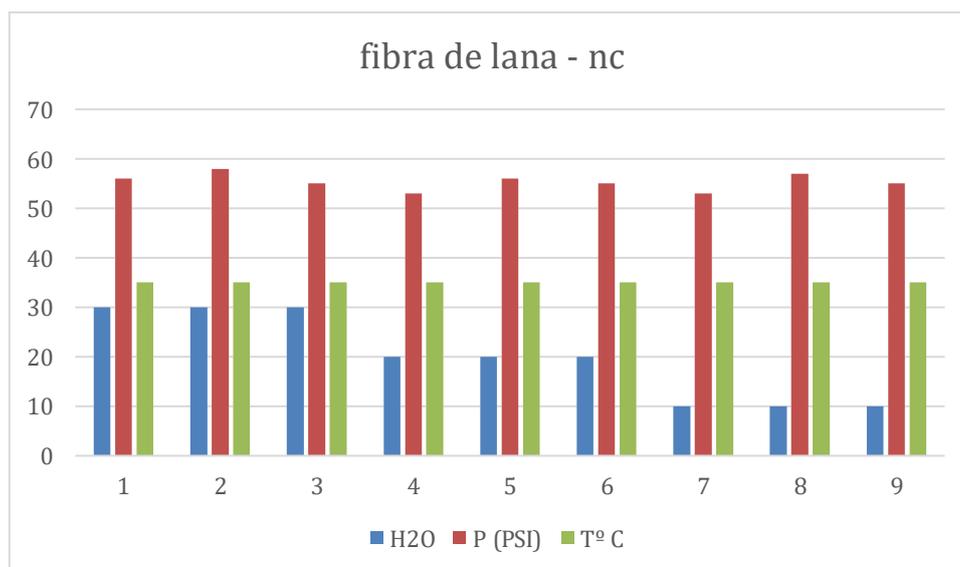
❖ **NATURAL**

Tabla 28 : Datos de la Muestra de Fibras de lana, H<sub>2</sub>O, Psi)

FIBRA DE LANA -NC		
H2O	P (PSI)	T° C
30	46	35
30	44	35
30	46	35
20	45	35
20	43	35
20	44	35
10	40	35
10	41	35
10	41	35

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 31: Comparación del Colorante Natural



Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** En el presente grafico se muestra los resultados obtenidos empleando un colorante natural (beta vulgaris) sobre la lana, los valores obtenidos en la prueba del teñido se observan que a una temperatura constante de 35<sup>a</sup> C la eficiencia en la minimización del uso de agua, siendo la muestra 7, 8 y 9 empleando para el teñido 10 ml de H<sub>2</sub>O a presiones de 40 a 41 psi.

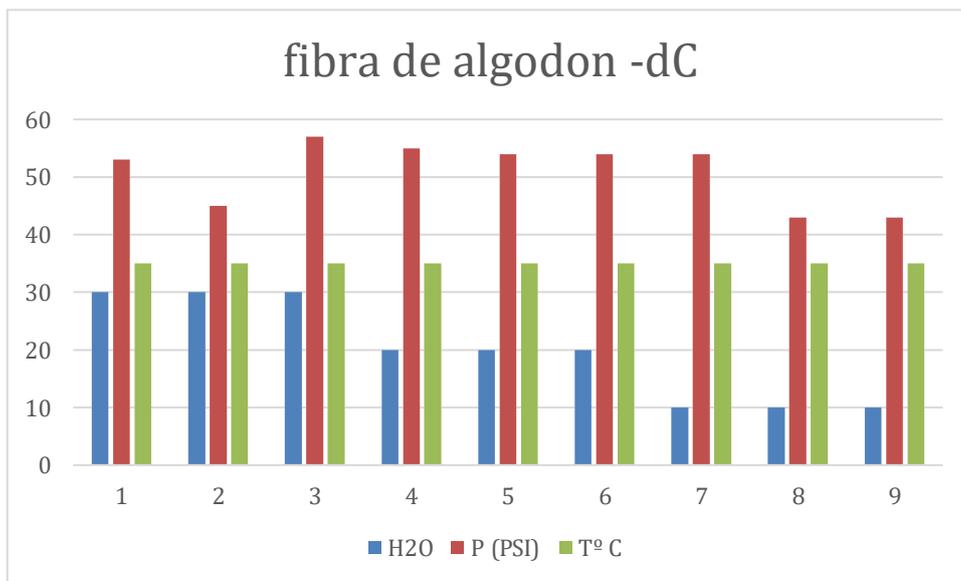
❖ **DISPERSO**

Tabla 29: Datos de la Muestra de Fibras de lana, H<sub>2</sub>O, Psi)

FIBRA DE ALGODÓN - DC		
H <sub>2</sub> O	P (PSI)	T° C
30	53	35
30	45	35
30	57	35
20	55	35
20	54	35
20	54	35
10	54	35
10	43	35
10	43	35

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 32: Comparación del Colorante Disperso



Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** En el presente grafico se muestra los resultados obtenidos empleando un colorante disperso sobre la tela de algodón, los valores obtenidos en la prueba del teñido se observan que a una temperatura constante de 35<sup>a</sup> C la eficiencia en la minimización del uso de agua, siendo la muestra 7, 8 y 9 empleando para el teñido 10 ml de H<sub>2</sub>O a presiones de entre 43 a 54 psi.

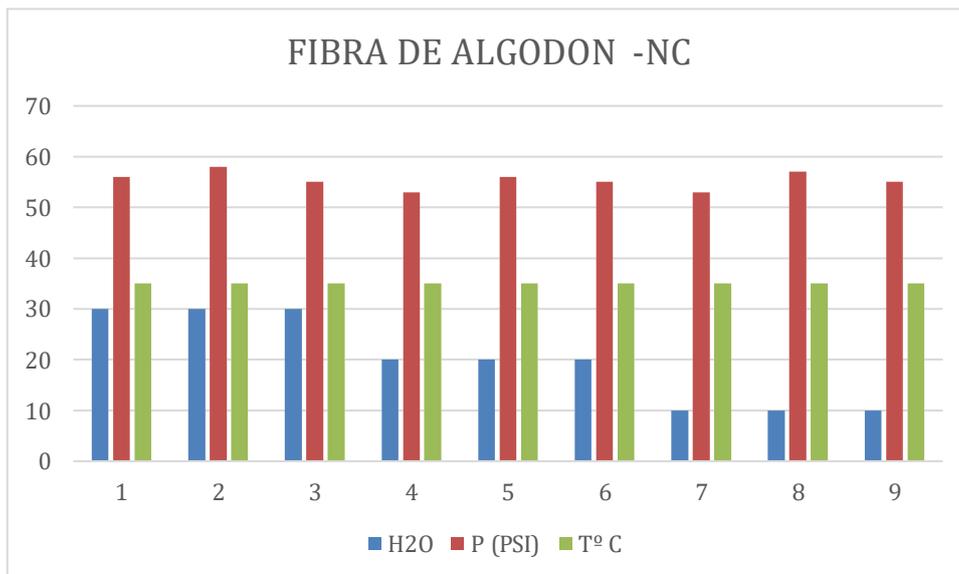
❖ **NATURAL**

Tabla 30: Datos de la Muestra de Fibras de Algodón, H<sub>2</sub>O, Psi)

FIBRA DE ALGODÓN - NC		
H2O	P (PSI)	Tº C
30	56	35
30	58	35
30	55	35
20	53	35
20	56	35
20	55	35
10	53	35
10	57	35
10	55	35

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 33: Comparación del Colorante Disperso



Fuente: Elaboración propia

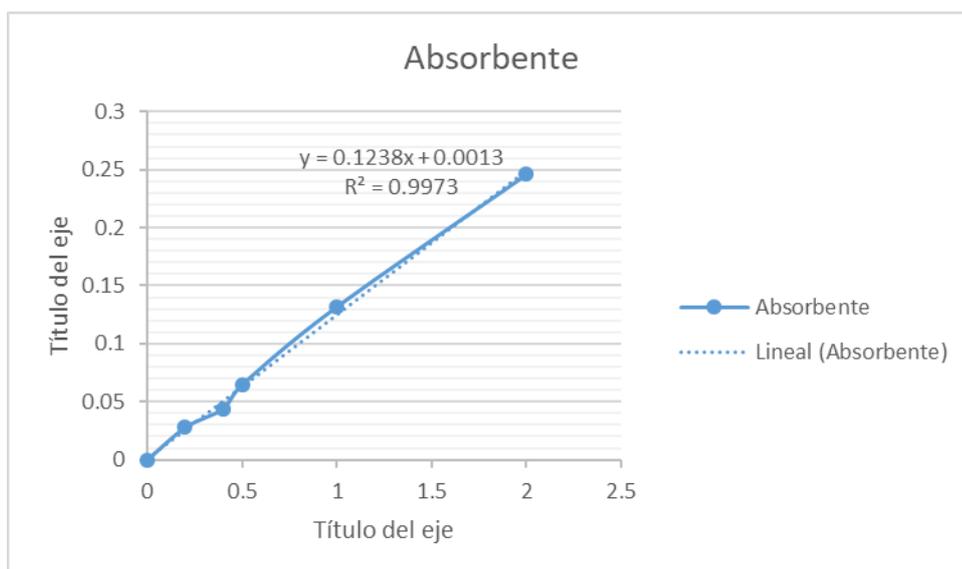
**Interpretación:** En el presente gráfico se muestra los resultados obtenidos empleando un colorante natural (beta vulgaris) sobre la tela natural de algodón, los valores obtenidos en la prueba del teñido se observan que a una temperatura constante de 35ª C la eficiencia en la minimización del uso de agua, siendo la muestra 7, 8 y 9 empleando para el teñido 10 ml de H<sub>2</sub>O a presiones de 53 a 57 psi.

## HALLAR LA ABSORBANCIA

Tabla 31: cuadro de Absorción

	X	Y
G1©	concentracion	Absorbente
blanco	0	0
ST1	0.2	0.028
ST2	0.4	0.044
ST3	0.5	0.065
ST4	1	0.132
ST5	2	0.246

Gráfico 34: LA ABORBANCIA



Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** En el cuadro se verifica que la regresión de la absorbancia es de 0.9973, lo cual su Y= es 0.1238 x y su X = es de 0.0013

DISPERSO A

Tabla 32: cuadro para hallar la Absorción

	X	Y
A1 (A)	0.069	0.54684976
A2(A)	0.070	0.55492730
A3(A)	0.079	0.62762520
B1(A)	0.089	0.70840065
B2(A)	0.076	0.60339257
B3(A)	0.660	5.32067851
C1(A)	0.129	1.03150242
C2(A)	0.131	1.04765751
C3(A)	0.138	1.10420032
G1(A)	0.116	0.92649435
G2(A)	0.073	0.57915994
G3(A)	0.102	0.81340872
H1(A)	0.153	1.22536349
H2(A)	0.158	1.26575121
H3(A)	0.135	1.07996769
I1(A)	0.142	1.13651050
I2(A)	0.057	0.44991922
I3(A)	0.112	0.89418417
M1(A)	0.086	0.68416801
M2(A)	0.099	0.78917609
M3(A)	0.113	0.90226171
N1( A)	0.040	0.31260097
N2( A)	0.060	0.47415186
N3( A)	0.070	0.55492730
Ñ1(A)	0.065	0.51453958
Ñ2(A)	0.035	0.27221325
Ñ3(A)	0.025	0.19143780
R1(A)	0.154	1.23344103
R2(A)	0.127	1.01534733
R3(A)	0.104	0.82956381
S1(A)	0.101	0.80533118
S2(A)	0.161	1.28998384
S3(A)	0.101	0.80533118
T1(A)	0.128	1.02342488
T2(A)	0.145	1.16074313
T3(A)	0.132	1.05573506

Fuente: Elaboración propia

Tabla 33: Cuadro de Regresión Lineal

<b>HALLAR R</b>		
A1 (A)	0.068	0.546849758
A2(A)	0.069	0.554927302
A3(A)	0.078	0.627625202
B1(A)	0.088	0.708400646
B2(A)	0.075	0.603392569
B3(A)	0.659	5.320678514
C1(A)	0.128	1.031502423
C2(A)	0.130	1.047657512
C3(A)	0.137	1.104200323
G1(A)	0.115	0.926494346
G2(A)	0.072	0.579159935
G3(A)	0.101	0.813408724
H1(A)	0.152	1.225363489
H2(A)	0.157	1.265751212
H3(A)	0.134	1.07996769
I1(A)	0.141	1.136510501
I2(A)	0.056	0.449919225
I3(A)	0.111	0.894184168
M1(A)	0.085	0.684168013
M2(A)	0.098	0.78917609
M3(A)	0.112	0.902261712
N1( A)	0.039	0.312600969
N2( A)	0.059	0.474151858
N3( A)	0.069	0.554927302
Ñ1(A)	0.064	0.51453958
Ñ2(A)	0.034	0.272213247
Ñ3(A)	0.024	0.191437803
R1(A)	0.153	1.233441034
R2(A)	0.126	1.015347334
R3(A)	0.103	0.829563813
S1(A)	0.100	0.805331179
S2(A)	0.160	1.289983845
S3(A)	0.100	0.805331179
T1(A)	0.127	1.023424879
T2(A)	0.144	1.160743134
T3(A)	0.131	1.055735057

Fuente: Elaboración propia

Tabla 34 : Hallar la Concentración

HALLAR CONCENTRACION			
50 ML - 10 ML	I1(A)	5	5.682552504
50 ML - 10 ML	I2(A)	5	2.249596123
50 ML - 10 ML	I3(A)	5	4.47092084
50 ML - 10 ML	M1(A)	5	3.420840065
50 ML - 10 ML	M2(A)	5	3.945880452
50 ML - 10 ML	M3(A)	5	4.511308562
50 ML - 10 ML	N1( A)	5	1.563004847
50 ML - 10 ML	N2( A)	5	2.370759289
50 ML - 10 ML	N3( A)	5	2.774636511

Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** la concentración de una solución es la proporción o relación que hay entre la cantidad de soluto y la cantidad de disolución o de disolvente, en el cuadro de concentración es el y de la regresión lineal por el porcentaje de dilución. La concentración Max es de 5,6825 y la Min es de 1.563

DISPERSO B

Tabla 35: cuadro para hallar la Absorción

	X	Y
A1 (B)	0.14	1.120355412
A2(B)	0.145	1.160743134
A3(B)	0.143	1.144588045
B1(B)	0.156	1.249596123
B2(B)	0.165	1.322294023
B3(B)	0.177	1.419224556
C1(B)	0.47	3.785945073
C2(B)	0.067	0.530694669
C3(B)	0.055	0.433764136
G1(B)	0.120	0.958804523
G2(B)	0.020	0.151050081
G3(B)	0.018	0.134894992
H1(B)	0.022	0.16720517
H2(B)	0.010	0.070274637
H3(B)	0.015	0.110662359
I1(B)	0.054	0.425686591
I2(B)	0.051	0.401453958
I3(B)	0.034	0.264135703
M1 (B)	0.163	0.668012924
M2 (B)	0.145	0.538772213
M3 (B)	0.138	0.58723748
N1 (B)	0.108	1.362681745
N2 (B)	0.890	1.257673667
N3 (B)	0.077	1.306138934
Ñ1(B)	0.125	0.974959612
Ñ2 (B)	0.132	1.508077544
Ñ3 } (B)	0.152	1.338449111
R1(B)	0.084	1.306138934
R2(B)	0.068	1.160743134
R3(B)	0.074	1.104200323
S1(B)	0.170	0.86187399
S2(B)	0.157	7.178513732
S3(B)	0.163	0.611470113
T1(B)	0.122	0.999192246
T2(B)	0.188	1.055735057
T3(B)	0.167	1.217285945

Fuente: Elaboración propia

## HALLAR LA REGRESIÓN LINEAL

Tabla 36: Cuadro de Regresión Lineal

<b>HALLAR R</b>		
<b>A1 (B)</b>	0.139	1.120355412
<b>A2(B)</b>	0.144	1.160743134
<b>A3(B)</b>	0.142	1.144588045
<b>B1(B)</b>	0.155	1.249596123
<b>B2(B)</b>	0.164	1.322294023
<b>B3(B)</b>	0.176	1.419224556
<b>C1(B)</b>	0.469	3.785945073
<b>C2(B)</b>	0.066	0.530694669
<b>C3(B)</b>	0.054	0.433764136
<b>G1(B)</b>	0.119	0.958804523
<b>G2(B)</b>	0.019	0.151050081
<b>G3(B)</b>	0.017	0.134894992
<b>H1(B)</b>	0.021	0.16720517
<b>H2(B)</b>	0.009	0.070274637
<b>H3(B)</b>	0.014	0.110662359
<b>I1(B)</b>	0.053	0.425686591
<b>I2(B)</b>	0.050	0.401453958
<b>I3(B)</b>	0.033	0.264135703
<b>M1 (B)</b>	0.162	1.306138934
<b>M2 (B)</b>	0.144	1.160743134
<b>M3 (B)</b>	0.137	1.104200323
<b>N1 (B)</b>	0.107	0.86187399
<b>N2 (B)</b>	0.889	7.178513732
<b>N3 (B)</b>	0.076	0.611470113
<b>Ñ1(B)</b>	0.124	0.999192246
<b>Ñ2 (B)</b>	0.131	1.055735057
<b>Ñ3 } (B)</b>	0.151	1.217285945
<b>R1(B)</b>	0.083	0.668012924
<b>R2(B)</b>	0.067	0.538772213
<b>R3(B)</b>	0.073	0.58723748
<b>S1(B)</b>	0.169	1.362681745
<b>S2(B)</b>	0.156	1.257673667
<b>S3(B)</b>	0.162	1.306138934
<b>T1(B)</b>	0.121	0.974959612
<b>T2(B)</b>	0.187	1.508077544
<b>T3(B)</b>	0.166	1.338449111

Fuente: Elaboración propia

## **HALLAR LA CONCENTRACION**

*Tabla 37: Hallar la Concentración*

50 ML - 10 ML	C1(B)	5	18.92972536
50 ML - 10 ML	C2(B)	5	2.653473344
50 ML - 10 ML	C3(B)	5	2.168820679
50 ML - 10 ML	N1 (B)	5	4.309369952
50 ML - 10 ML	N2 (B)	5	35.89256866
50 ML - 10 ML	N3 (B)	5	3.057350565
50 ML - 10 ML	Ñ1(B)	5	4.995961228
50 ML - 10 ML	Ñ2 (B)	5	5.278675283
50 ML - 10 ML	Ñ3 } (B)	5	6.086429725

Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** la concentración de una solución es la proporción o relación que hay entre la cantidad de soluto y la cantidad de disolución o de disolvente, en el cuadro de concentración es el y de la regresión lineal por el porcentaje de dilución. La concentración Max es de 35,89 y la Min es de 2,653

**DISPERSO C**

*Tabla 38 : cuadro para hallar la Absorción*

	<b>X</b>	<b>Y</b>
<b>A1(C)</b>	0.174	1.394991922
<b>A2(C)</b>	0.175	1.403069467
<b>A3(C)</b>	0.176	1.411147011
<b>B1( C)</b>	0.140	1.120355412
<b>B2( C)</b>	0.125	0.999192246
<b>B3( C)</b>	0.111	0.886106624
<b>C1 (C)</b>	0.041	0.320678514
<b>C2(C)</b>	0.460	3.705169628
<b>C3 (C)</b>	0.052	0.409531502
<b>G1(c)</b>	0.220	1.766558966
<b>G2(c)</b>	0.260	2.089660743
<b>G3(C)</b>	0.210	1.685783522
<b>H1 (C)</b>	0.029	0.223747981
<b>H2 (C)</b>	0.023	0.175282714
<b>H3 (C)</b>	0.527	4.246365105
<b>I1 (C)</b>	0.024	0.183360258
<b>I2 (C)</b>	0.137	1.096122779
<b>I3 (C)</b>	0.054	0.425686591
<b>M1(C)</b>	0.087	0.692245557
<b>M2(C)</b>	0.085	0.676090468
<b>M3(C)</b>	0.081	0.643780291
<b>N1(C)</b>	0.062	0.490306947
<b>N2(C)</b>	0.078	0.619547658
<b>N3(C)</b>	0.088	0.700323102
<b>Ñ1(C)</b>	0.161	1.289983845
<b>Ñ2(C)</b>	0.145	1.160743134
<b>Ñ3(C)</b>	0.156	1.249596123
<b>R1( C)</b>	0.061	0.482229402
<b>R2( C)</b>	0.062	0.490306947
<b>R3( C)</b>	0.097	0.773021002
<b>S1( C)</b>	0.098	0.781098546
<b>S2( C)</b>	0.097	0.773021002
<b>S3( C)</b>	0.094	0.748788368
<b>T1(C)</b>	0.089	0.708400646
<b>T2(C)</b>	0.091	0.724555735
<b>T3(C)</b>	0.09	0.716478191

Tabla 39: Cuadro de Regresión Lineal

<b>HALLAR R</b>		
A1(C )	0.173	1.394991922
A2(C )	0.174	1.403069467
A3(C )	0.175	1.411147011
B1( C )	0.139	1.120355412
B2( C )	0.124	0.999192246
B3( C )	0.110	0.886106624
C1 ( C )	0.040	0.320678514
C2(C )	0.459	3.705169628
C3 ( C )	0.051	0.409531502
G1(c)	0.219	1.766558966
G2(c)	0.259	2.089660743
G3(C)	0.209	1.685783522
H1 ( C )	0.028	0.223747981
H2 ( C )	0.022	0.175282714
H3 ( C )	0.526	4.246365105
I1 ( C )	0.023	0.183360258
I2 ( C )	0.136	1.096122779
I3 ( C )	0.053	0.425686591
M1(C )	0.086	0.692245557
M2(C )	0.084	0.676090468
M3(C )	0.080	0.643780291
N1(C )	0.061	0.490306947
N2(C )	0.077	0.619547658
N3(C )	0.087	0.700323102
Ñ1(C )	0.160	1.289983845
Ñ2(C )	0.144	1.160743134
Ñ3(C )	0.155	1.249596123
R1( C )	0.060	0.482229402
R2( C )	0.061	0.490306947
R3( C )	0.096	0.773021002
S1( C )	0.097	0.781098546
S2( C )	0.096	0.773021002
S3( C )	0.093	0.748788368
T1(C )	0.088	0.708400646
T2(C )	0.090	0.724555735
T3(C )	0.089	0.716478191

Tabla 40: Hallar la Concentración

HALLAR LA CONCENTRACION			
50 ML- 10 ML	G1(c)	5	8.83279483
50 ML- 10 ML	G2(c)	5	10.4483037
50 ML- 10 ML	G3(C)	5	8.42891761
50 ML- 5 ML	H1 ( C )	10	2.23747981
50 ML- 5 ML	H2 ( C )	10	1.75282714
50 ML- 5 ML	H3 ( C )	10	42.4636511
50 ML- 10 ML	I2 ( C )	5	0.91680129
50 ML- 10 ML	M1(C)	5	3.46122779
50 ML- 10 ML	M2(C)	5	3.38045234
50 ML- 10 ML	M3(C)	5	3.21890145
50 ML- 10 ML	N1(C)	5	2.45153473
50 ML- 10 ML	N2(C)	5	3.09773829
50 ML- 10 ML	N3(C)	5	3.50161551
50 ML- 10 ML	R1( C)	5	2.41114701
50 ML- 10 ML	R2( C)	5	2.45153473
50 ML- 10 ML	R3( C)	5	3.86510501
50 ML- 10 ML	S1( C)	5	3.90549273
50 ML- 10 ML	S2( C)	5	3.86510501
50 ML- 10 ML	S3( C)	5	3.74394184
50 ML- 5 ML	T1(C)	10	7.08400646
50 ML- 5 ML	T2(C)	10	7.24555735
50 ML- 5 ML	T3(C)	10	7.16478191

**Interpretación:** la concentración de una solución es la proporción o relación que hay entre la cantidad de soluto y la cantidad de disolución o de disolvente, en el cuadro de concentración es el y de la regresión lineal por el porcentaje de dilución. La concentración Max es de 42.46 y la Min es de 0,916

## ABSORVANCIA

### LONGITUD DE ONDA- COLORANTE DISPERSO

Tabla 41: medición de Longitud de onda

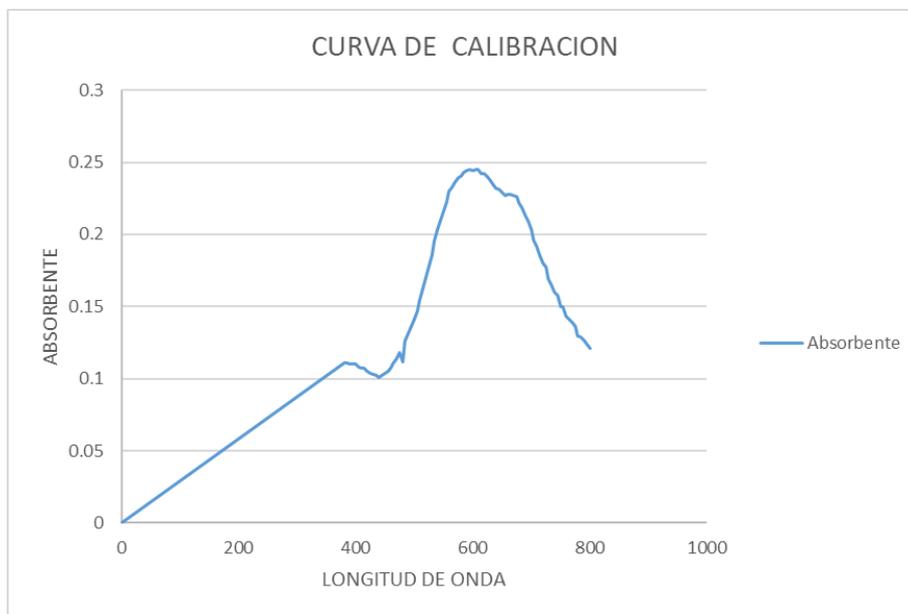
G1©	L. DE ONDA	Absorbente
blanco	0	0
1	380	0.111
2	385	0.111
3	390	0.110
4	395	0.110
5	400	0.110
6	405	0.108
7	410	0.107
8	415	0.107
9	420	0.105
10	425	0.104
11	430	0.103
12	435	0.102
13	440	0.101
14	445	0.102
15	450	0.104
16	455	0.105
17	460	0.108
18	465	0.111
19	470	0.114
20	475	0.118
21	480	0.112
22	485	0.126
23	490	0.131
24	495	0.136
25	500	0.141
26	505	0.147
27	510	0.154
28	515	0.162
29	520	0.170
30	525	0.178
31	530	0.186
32	535	0.195
33	540	0.203

<b>34</b>	545	0.210
<b>35</b>	550	0.216
<b>36</b>	555	0.223
<b>37</b>	560	0.230
<b>38</b>	565	0.233
<b>39</b>	570	0.236
<b>40</b>	575	0.239
<b>41</b>	580	0.241
<b>42</b>	585	0.243
<b>43</b>	590	0.244
<b>44</b>	595	0.245
<b>45</b>	600	0.244
<b>46</b>	605	0.245
<b>47</b>	610	0.245
<b>48</b>	615	0.242
<b>49</b>	620	0.242
<b>50</b>	625	0.240
<b>51</b>	630	0.237
<b>52</b>	635	0.235
<b>53</b>	640	0.232
<b>54</b>	645	0.231
<b>55</b>	650	0.229
<b>56</b>	655	0.227
<b>57</b>	660	0.228
<b>58</b>	665	0.228
<b>59</b>	670	0.227
<b>60</b>	675	0.226
<b>61</b>	680	0.222
<b>62</b>	685	0.218
<b>63</b>	690	0.213
<b>64</b>	695	0.209
<b>65</b>	700	0.203
<b>66</b>	705	0.196
<b>67</b>	710	0.192

68	715	0.185
69	720	0.180
70	725	0.177
71	730	0.169
72	735	0.165
73	740	0.160
74	745	0.158
75	750	0.150
76	755	0.150
77	760	0.143
78	765	0.141
79	770	0.139
80	775	0.136
81	780	0.130
82	785	0.129
83	790	0.127
84	795	0.124
85	800	0.121

Fuente: Propia

*Ilustración 19: curva de Calibración*



Fuente: Propia

**Interpretación:** se conoce como longitud de onda la distancia que recorre una perturbación periódica que se propaga por un medio en un determinado intervalo de tiempo. la longitud de onda parte de 0, donde va elevándose 5 en 5, para el colorante disperso la más alta es de 0.25 ml

## LONGITUD DE ONDA- COLORANTE NATURAL

Tabla 42: medición de Longitud de onda

<b>G1©</b>	<b>L. DE ONDA</b>	<b>Absorbente</b>
<b>blanco</b>	0	0
<b>1</b>	360	0.033
<b>2</b>	365	0.035
<b>3</b>	370	0.037
<b>4</b>	375	0.041
<b>5</b>	380	0.043
<b>6</b>	385	0.047
<b>7</b>	390	0.051
<b>8</b>	395	0.056
<b>9</b>	400	0.061
<b>10</b>	405	0.067
<b>11</b>	410	0.074
<b>12</b>	415	0.081
<b>13</b>	420	0.089
<b>14</b>	425	0.097
<b>15</b>	430	0.106
<b>16</b>	435	0.115
<b>17</b>	440	0.125
<b>18</b>	445	0.136
<b>19</b>	450	0.146
<b>20</b>	455	0.152
<b>21</b>	460	0.155
<b>22</b>	465	0.157
<b>23</b>	470	0.160
<b>24</b>	475	0.163
<b>25</b>	480	0.163
<b>26</b>	485	0.153
<b>27</b>	490	0.135
<b>28</b>	495	0.115
<b>29</b>	500	0.100
<b>30</b>	505	0.090
<b>31</b>	510	0.087
<b>32</b>	515	0.087
<b>33</b>	520	0.088

<b>34</b>	525	0.090
<b>35</b>	530	0.091
<b>36</b>	535	0.093
<b>37</b>	540	0.093
<b>38</b>	545	0.092
<b>39</b>	550	0.091
<b>40</b>	555	0.088
<b>41</b>	560	0.083
<b>42</b>	565	0.076
<b>43</b>	570	0.070
<b>44</b>	575	0.062
<b>45</b>	580	0.056
<b>46</b>	585	0.048
<b>47</b>	590	0.041
<b>48</b>	595	0.036
<b>49</b>	600	0.030
<b>50</b>	605	0.026
<b>51</b>	610	0.024
<b>52</b>	615	0.021
<b>53</b>	620	0.019
<b>54</b>	625	0.018
<b>55</b>	630	0.017
<b>56</b>	635	0.016
<b>57</b>	640	0.013
<b>58</b>	645	0.012
<b>59</b>	650	0.014
<b>60</b>	655	0.012
<b>61</b>	660	0.012
<b>62</b>	665	0.013
<b>63</b>	670	0.011
<b>64</b>	675	0.011
<b>65</b>	680	0.011
<b>66</b>	685	0.011
<b>67</b>	690	0.009
<b>68</b>	695	0.011
<b>69</b>	700	0.010
<b>70</b>	705	0.012
<b>71</b>	710	0.009
<b>72</b>	715	0.010
<b>73</b>	720	0.009
<b>74</b>	725	0.011
<b>75</b>	730	0.011
<b>76</b>	735	0.008

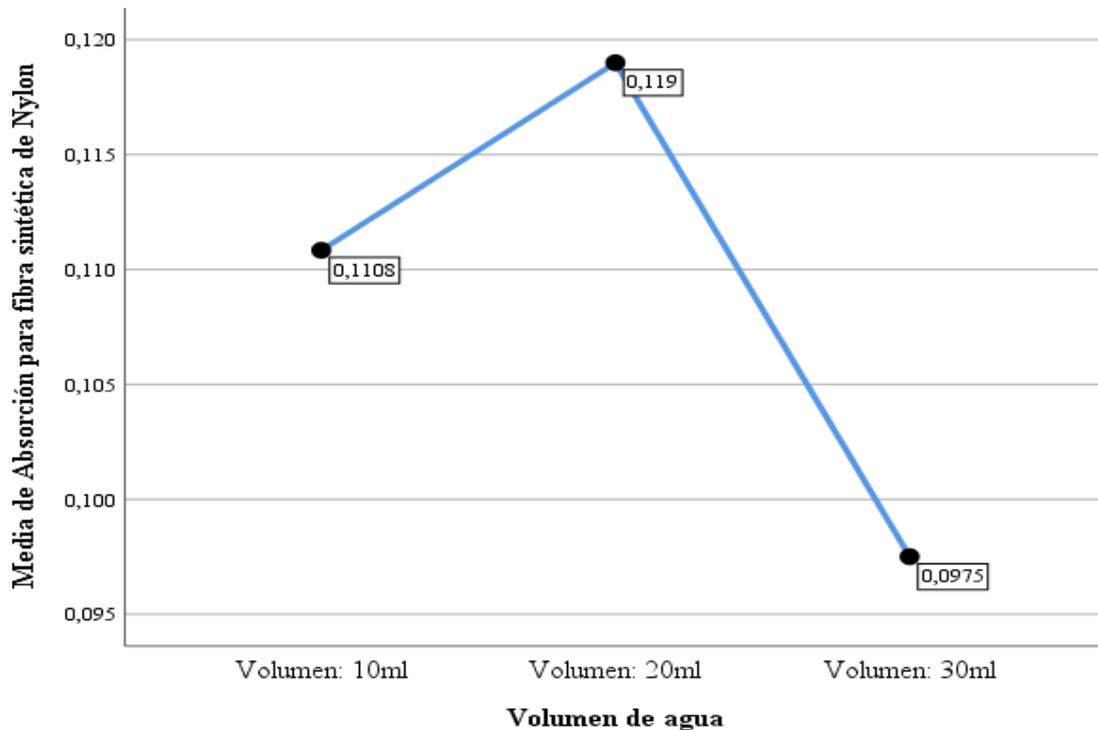


## Alfa de Cronbach

Estadísticas de fiabilidad		
Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N de elementos
,687	,689	2

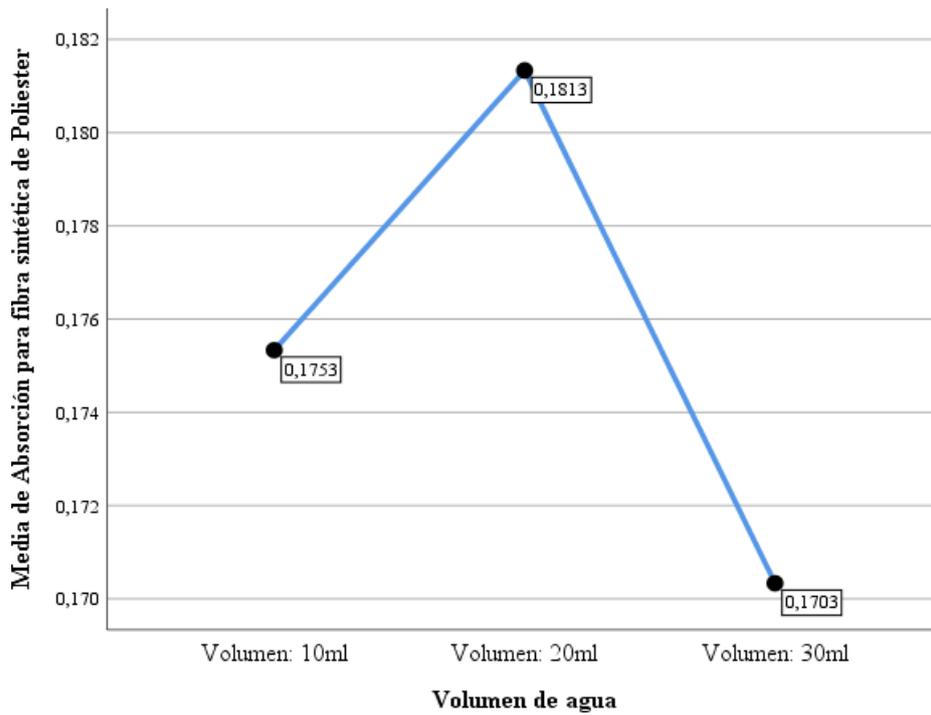
- Para hallar la fiabilidad utilizamos el Spss, donde cogemos solo 2 elementos y nos da como resultado el alfa de Cronbach 0.687
- Nuestro coeficiente de alfa de Cronbach total del instrumento fue 0.687 ligeramente cuestionable ya que para inferior al aceptable de 0.7

Gráfico 35: Media de absorción de la fibra de Nylon



## INTERPRETACION

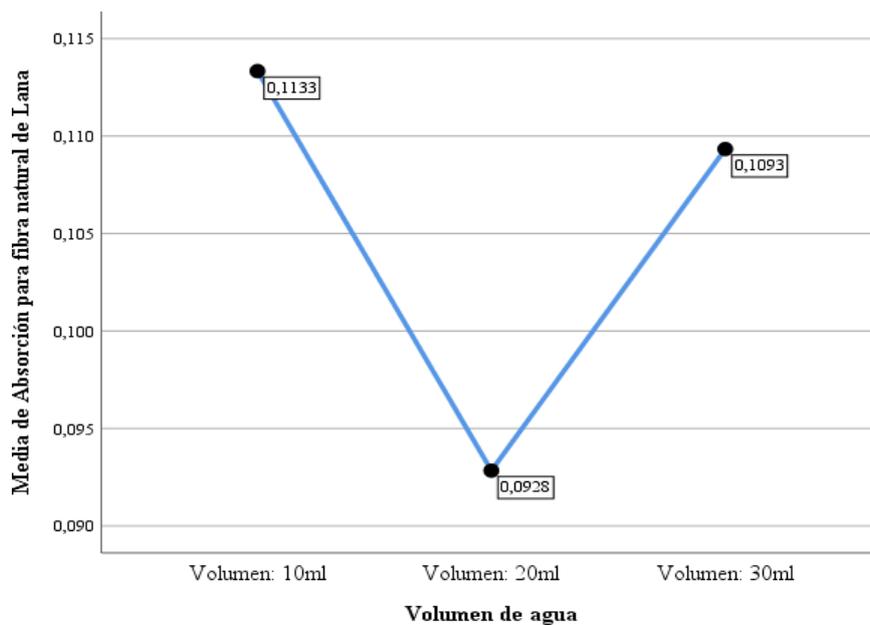
Su Menor de remoción de absorbancia en la Fibra Sintética de Nylon de 30 ml



### **INTERPRETACION**

Su Mayor poder de absorbancia en la Fibra Sintética de Poliéster de 20 ml

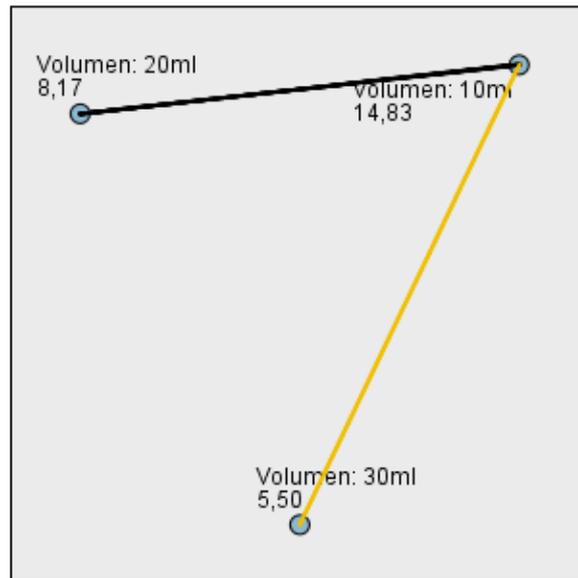
*Gráfico 36: Meda de absorción para Fibra Naturales de Lana*



### **INTERPRETACION**

Su Mayo poder de absorbancia en la Fibra Natural de Lana es de 10 ml

### Comparaciones entre parejas de Volumen de agua



### INTERPRETACION

La línea negra nos indica que el volumen de 20 y el de 10 ml. Son de mayor absorción. Es tener poder de absorción significativa mucho más que el de volumen 30 ml.

#### **IV. DISCUSIÓN**

Según el autor Fernández (2012) menciona que en las industrias textiles utilizan 100 litros de agua para un kilo de fibra textil por lo tanto en la presente investigación se utilizó 1.61gr de fibra textil por cada muestra en cual por esta cantidad se utilizaría normalmente 161 ml de agua pero con el fluido supercrítico se utilizó 10 ml como mínimo y máximo 30 ml teniendo como respuesta un ahorro de agua en 131 ml.

El valor Sig. dio como resultado 0,854, es decir mayor a 0,05, de manera que no se rechaza la hipótesis nula y se infiere que no existen diferencias significativas entre los valores de absorción de cada volumen de agua empleados para la fibra sintética poliéster.

En conclusión, puesto que no existen diferencias a nivel significativo se analizó las diferencias a nivel descriptivo, de tal manera que se analizó los valores de absorción mediante el gráfico de medias.

## V. CONCLUSIONES

- De manera que en conclusión la aplicación del fluido supercrítico en el proceso de teñido de la fibra sintética de poliéster no presenta un ahorro significativo de H<sub>2</sub>O, pero a nivel de análisis descriptivo, presenta un ahorro regular en función a los tres valores de mililitros de agua analizados.
- De manera que en conclusión la aplicación del fluido supercrítico en el proceso de teñido de la fibra sintética de nylon no presenta un ahorro significativo de H<sub>2</sub>O, pero a nivel de análisis descriptivo, presenta un ahorro regular en función a los tres valores de mililitros de agua analizados.
- De manera que en conclusión la aplicación del fluido supercrítico en el proceso de teñido de la fibra natural de lana no presenta un ahorro significativo de H<sub>2</sub>O, pero a nivel de análisis descriptivo, presenta un buen ahorro en función a los tres valores de mililitros de agua analizados.
- De manera que en conclusión la aplicación del fluido supercrítico en el proceso de teñido de la fibra sintética de algodón presenta un ahorro significativo de H<sub>2</sub>O entre bueno y regular en función a los tres valores de mililitros de agua analizados.
- De manera que en conclusión la aplicación del fluido supercrítico en el proceso de teñido de la fibra sintética de algodón presenta un ahorro significativo de H<sub>2</sub>O entre bueno y regular en función a los tres valores de mililitros de agua analizados.

## VI. RECOMENDACIONES

- Se le recomienda analizar este método utilizando la cascara de limón como un fijador natural, ya que es un aditivo muy primordial en las industrias textiles, nuestra investigación no se pudo realizar porque queríamos usar el fijador de la empresa HIDROQUIMICA COLOR, para corroborar si funcionaba con el fluido supercrítico
  
- Se le recomienda hacer un estudio de solidez en los teñidos de fibras textiles para medir la solidez de las fibras.
  
- Se recomendó utilizar el CO<sub>2</sub> para analizar las temperaturas y presiones
  
- En este estudio no fue necesario llegar a temperaturas altas para conocer el teñido de las fibras

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICA

- ZHENG Laijiu, ZHENG Huanda, DU Bing, WEI Ju, GAO Shihui, Zhang Juan. “Dyeing Procedures Of Polyester Fiber In Supercritical Carbon Dioxide Using A Special Dyeing Frame” Revista de fibras y telas de Ingeniería {en línea} N°10, 2015. [Fecha de consulta: 12 de octubre de 2018]  
Disponible en:  
[https://www.jeffjournal.org/papers/Volume10/V10I4\(4\)%20Z.%20Laijiu.pdf](https://www.jeffjournal.org/papers/Volume10/V10I4(4)%20Z.%20Laijiu.pdf)  
ISSN: 1558- 9250
- ELBAKYAN, *Fundamentals And Practices In Textile Coloring* [En línea], Dyeing In Supercritical Carbon Dioxide Libro [En línea], 2010 [fecha de consulta: 08 de mayo de 2019]  
Disponible en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9781845697884500273>  
ISBN: 978184569788
- RAMSEY.E, SUN.Q, ZHANG.Z, ZHANG.C & GOU.W, “Mini-Review: Sustainable And Ecological Processes That Use Carbon Dioxide with Supercritical Fluid”, Libro [en línea], 2009. [Fecha de consulta: 06 de mayo de 2019]  
Disponible en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S100107420862330X>  
ISN: 1001-0742
- Varga, Alkin, Gluschitz, Szabo,Szekely. & Gamse., Supercritical fluid dyeing of polycarbonate in carbon dioxide, The diary of supercritical fluids [en línea], 2016. [fecha de consulta: 12 de mayo de 2019]  
Disponible en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0896844616301310>
- Navarro, Luis. “Aplicación De Proceso De Separación Con Co<sub>2</sub> Supercríticos A La Producción Y Optimización De Bioplaguicidas”. Tesis (doctoral en Química Sostenible) 2013.  
Disponible en:  
[http://www.aragon.es/estaticos/GobiernoAragon/OrganosConsultivos/ConsejoEconomicoSocialAragon/Areas/Publicaciones/TESIS/2012/TESIS\\_BIOPLAGUICIDAS.pdf](http://www.aragon.es/estaticos/GobiernoAragon/OrganosConsultivos/ConsejoEconomicoSocialAragon/Areas/Publicaciones/TESIS/2012/TESIS_BIOPLAGUICIDAS.pdf)

- SAWADA. UEDA, “*Evaluation of the dyeing mechanism of an acid dye on protein fibers in supercritical CO<sub>2</sub>*”, Octubre 2004 [Fecha de consulta: 13 de octubre 2019]  
Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0143720804000117>
- GIORGI, Rita, CADONI, Enzo, “Dyeing polyester fibres with disperse dyes in supercritical CO<sub>2</sub>”, volumen 45, 2000, [Fecha de consulta: 14 de mayo de 2019]  
Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0143720800000115?via%3Dihub>
- VILLEGAS Marín, González Claudia; Monroy Beatriz “Fibras textiles naturales sustentables y nuevos hábitos de consumo” {en línea} .2013 [Fecha de consulta: 12 de octubre de 2018]  
Disponible en <http://www.redalyc.org/pdf/4779/477947372003.pdf>  
ISSN: 2007-3615
- Giorgi, Cadoni, Marica, D. & Piras, Dyes And Pigments, Dyeing Polyester Fibres With Disperse Dyes In Supercritical CO<sub>2</sub> [en línea]. 2000, revista [en línea]. [Fecha de consulta: 12 de mayo de 2019].  
Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0143720800000115>
- Zheng, H. Zhong, Y., Mao, Z., & Zheng, L. “Journal If CO<sub>2</sub> Utilization”, [En línea], enero 2018, volumen N° 24, [Fecha de Consulta: 14 de mayo del 2019].  
Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212982017306388>
- BOURDE José. “Diseño Y Construcción De Un Equipo Para Extracción Con Fluidos Supercríticos (Efs) En Flujo Continuo, A Nivel De Laboratorio, Destinado A La Obtención De Extractos Con Actividad Antioxidante Procedentes De Residuos Agroindustriales”. Tesis (Maestría en Ciencias Química) 2017.  
Disponible en: <http://bdigital.unal.edu.co/61453/1/JOSE%20ALEJANDRO%20BOURDON%20GARCIA%20Versi%C3%B3n%20final%20tesis%20de%20Maestria.pdf>

- VARGA, Daniel, ALKIN, Simón, GLUSCHI, Peter “*The Journal Of Supercritical Fluids*” [en línea], octubre 2016, Volumen 116 [Fecha de consulta: 15 de mayo de 2019]  
 Disponible en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0896844616301310?via%3DiHub>
- OHARI Jorge. “*Diseño De Una Planta Piloto De Extracción De Oleoresina De Paprika Usando Co<sub>2</sub> Como Fluido Supercrítico*”. Tesis (Ingeniería Mecánica) 2013.  
 Disponible en:  
[http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/5060/VIVAR\\_JORGE\\_DISE%C3%91O\\_PLANTA\\_PILOTO\\_EXTRACCION\\_OLEORRESINA\\_PAPRIKA\\_CO2\\_FLUIDO\\_SUPERCRITICO.pdf?sequence=1](http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/5060/VIVAR_JORGE_DISE%C3%91O_PLANTA_PILOTO_EXTRACCION_OLEORRESINA_PAPRIKA_CO2_FLUIDO_SUPERCRITICO.pdf?sequence=1)
- ZHENG Huanda. “*Dyeing Procedures Of Polyester Fiber In Supercritical Carbon Dioxide Using A Special Dyeing Frame*” [en línea], China, 2016, [Fecha de consulta: 14 de octubre 2018]  
 Disponible en:  
<https://sci-hub.tw/https://doi.org/10.1177/155892501501000414>
- DE CASTRO, Luque. “*EXTRACCIÓN DE FLUIDOS SUPERCRITICOS DE PROCESO ANALITICO*”. [en línea], España, 2013.  
 ISBN: 978429179873
- Ozturk, E., & Cinperi, N. C. *Water Efficiency And Wastewater Reduction In An Integrated Woolen Textile Mill. Journal Of Cleaner Production*, [en línea]. Turkey,. (2018). [Fecha de Consulta: 23 de Mayo 2019]  
 Disponible en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652618323527?via%3DiHub>
- TRINIDAD. Lizbeth “*Teñido De Algodón Usando Dióxido De Carbono A Diferentes Temperaturas Y Cantidades De Agua A Nivel De Laboratorio 2018*”. Tesis (Ingeniería Ambiental) 2018. Disponible en:  
[http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/19289/Trinidad\\_PLA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/19289/Trinidad_PLA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

- Wang, J., Sun, B., Li, H., Wang, X., Wang, Z., & Sun, X “*Phase state control model of supercritical CO<sub>2</sub> fracturing by temperature control*”. [en línea], International Journal of Heat and Mass Transfer, China, 2018 [Fecha de consulta 03 de Marzo del 2019].  
Disponible en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0017931017326212?via%3Dihub>
- MARTINEZ José. “Teñido De Fibras Naturales En Dióxido De Carbono Supercrítico Utilizando Un Sistema Micelar Inverso Surfactante No Iónico”, 2015.Peru pp.45
- Elabid, A., Zhang, J., Shi, J., Guo, Y., Ding, K., & Zhang, J. Improving the low temperature dyeability of polyethylene terephthalate fabric with dispersive dyes by atmospheric pressure plasma discharge. *Applied Surface*.China.,1 july 2016,[Fecha de consulta: 04 Marzo del 2019].  
Disponible en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169433215030081?via%3Dihub>
- Baur, E., Osswald, T. A., & Rudolph, N. Additives, Fillers, and Fibers. *Plastics Handbook*, 579–624. 2018.[Fecha de Consulta: 24 de Abril del 2019].  
Disponible en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9781569905593500070>
- RAMÍREZ. Luis “*Teñido De Algodón En Dióxido De Carbono Supercrítico*”, 2013.Ayacucho. PP.38, [Fecha de consulta: 13 de octubre]  
Disponible en:  
[http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/89/5060/3%91OTEÑIDO DE ALGODON EN DIOXIDO DE CARBONO SUPERCRITICO.pdf?sequence:23](http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/89/5060/3%91OTEÑIDO_DE_ALGODON_EN_DIOXIDO_DE_CARBONO_SUPERCRITICO.pdf?sequence:23)
- LOCKUAN, Fidel. *La Industria Textil Y Su Control De Calidad*, 2013, pp.35-65, [Fecha de consulta: 14 de octubre de 2018].  
Disponible en:  
[https://books.google.com.pe/books?id=al9HRXxdx6kC&printsec=frontcover&dq=INDUSTRIAS+TEXTIL&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiX5I6Yj4feAhUDjV\\_kKHTAKCOUQuwUIKTAA#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=al9HRXxdx6kC&printsec=frontcover&dq=INDUSTRIAS+TEXTIL&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiX5I6Yj4feAhUDjV_kKHTAKCOUQuwUIKTAA#v=onepage&q&f=false)
- CACERES Ponce. “*Optimización De Los Parametros Para La Curva De Teñido Con Colorantes Acidos, Reactivos Y Complejo Metañico En Fibra De Alpaca*”.2014, [ Fecha de Consulta: 15 de octubre] Disponible en:\_  
<http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/4007/IQpocamm024.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- AGUILERA Sabina. “*TEXTILES RALAMULI: HILOS Y EL TEJIDO DE VIDA* {En línea}.2014. [Fecha de Consulta: 13 de octubre de 2018]  
Disponible en:  
<https://books.google.com.pe/books?id=StXeoQEACAAJ&dq=te%C3%B1ido+d e+fibras+naturales&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwifo9Xip4zeAhXKx FkKHfjIA-E4PBD oAQhAMA U>  
ISSN: 2365-7235
- Behzadfar, E., Karamikamkar, S., & Hatzikiriakos, S. G. (2019). *Rheology and diffusivity of bitumen with liquid and supercritical co<sub>2</sub>*.*Fuel*, 15 de mayo del 2019, [ Fecha de consulta: 26 de mayo del 2019].  
Disponible en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016236119302297?via%3D ihub>
- YAQUE, Adrián. “Operaciones auxiliares elementales en laboratorio y en procesos en la industria química y afines quie0308”. 1°ed. IC. 2013. P.67  
ISBN: 9788416173839
- DE CASTRO, Luque. “Extracción de fluidos supercríticos en los procesos”. 1°ed. REVERDE. 2013. P.46  
ISBN: 97842917987
- HERRERA, José. “Aplicación de técnicas de extracción con fluidos supercríticos y cromatografía de gases de detector selectivo de masas”. Tesis (Doctorado) 2014.  
Disponible en:  
<https://books.google.com.pe/books?id=ualMAQAAQBAJ&pg=PA33&dq=fluid os+supercriticos&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwj80sD7rozeAhWNq1kKHbFyA REQ6AEIMzAC#v=onepage&q=fluidos%20supercriticos&f=false>
- GARDETTI Miguel.” *Textil y moda*” {En Línea} 3°ed. 2017[Fecha de Consulta: 13 de octubre de 2018].  
Disponible en :  
<https://books.google.com.pe/books?id=99InDwAAQBAJ&pg=PT75&dq=consu mo+de+agua+en+textileria&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwi86fz59YneAhVHnF kKHXhzA7YQ6AEIJjAA#v=onepage&q=consumo%20de%20agua%20en%20 extileria&f=false>
- OSORIOS, Rubén. “*OPTIMIZACIÓN Y REDUCCIÓN DE COSTOS DEL PROCESO DEL TEÑIDO DE TEJIDO POLISTERL/ALGODÓN SIN ALTERAR LA SOLIDEZ DEL TEÑIDO*”. [En línea] 2012, Fecha de consulta: 01/12/2018.  
Disponible en:  
[http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/3343/1/aragon\\_bj.pdf](http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/3343/1/aragon_bj.pdf)

- Huang, Q., Wang, J., & Li, Y. “Do water saving technologies save water”, Journal of Environmental Economics and Management, China, March 2017 [ Fecha de Consulta: 17 de Mayo del 2019]  
Disponible en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0095069616303771?via%3Dihub>
- Hernández-Jiménez, F., García-Gutierrez, L. M., Acosta-Iborra, A., & Soria-Verdugo, A. Numerical study of the effect of pressure and temperature on the fluidization of solids with air and (supercritical) CO<sub>2</sub>. *The Journal of Supercritical Fluids*. May 2019, [ Fecha de Consulta: 14 de Abril]  
Disponible en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0896844618304911>
- Xie, J., Yan, H., Sunden, B., & Xie, G., A numerical prediction on heat transfer characteristics from a circular tube in supercritical fluid crossflow. *Applied Thermal Engineering*, May 2019, [ Fecha de consulta: 12 de Julio 2019]  
Disponible en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1359431118353869>
- S.D. Manjare, K. Dhingra, Supercritical Fluids in Separation and Purification: A Review, *Materials Science for Energy Technologies*, December 2019[ Fecha de Consulta: 28 de Abril 2019]  
Disponible en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2589299118301009?via%3Dihub>
- Knez Z, Pantić M, Čorić D, Novak Z, Knez Hrncić M, Are supercritical fluids solvents for the future Chemical Engineering and Processing - Process Intensification, Juli 2014[Fecha de Consulta: 15 de Octubre 2017]  
Disponible en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0255270118315721?via%3Dihub>
- McHugh, M. A., & Krukoniš, V. J. (1994). *Phase Diagrams for Supercritical Fluid–Solute Mixtures*. *Supercritical Fluid Extraction*, 27–84. Mark A. McHugh, Val J. Krukoniš,[ Fecha de Consulta: 12 de Abril 2019],  
Disponible en:  
<https://www.sciencedirect.com/book/9780080518176/supercritical-fluid-extraction>

- Phase Diagrams for Supercritical Fluid–Solute Mixtures, Ed: Mark A. McHugh, Val J. Krukonis, Supercritical fluid extraction (second edition), Butterworth-Heinemann, 1994, Pages 27-84,  
(<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780080518176500060>)  
ISBN 9780080518176
- Frose A, Schmidtke K, Sukmann T, Juhasz Junger I, Ehrmann A, “Application Of Natural Dyes On Diverse Textile Materials”, Optik , March, 2019,[Fecha de consulta : 25 de mayo del 2019]  
Disponible en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0030402618320217>
- García-Casas, I., Crampon, C., Montes, A., Pereyra, C., Martínez de la Ossa, E. J., & Badens, E. (2019). Supercritical CO<sub>2</sub> Impregnation Of Silica Microparticles With Quercetin. The Journal Of Supercritical Fluids, January,2019 [ Fecha de consulta: 25 de mayo del 2019]  
Disponible en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0896844618302705>
- Huanda, zheng, Zhiping, Co<sub>2</sub> Utilitacion for the waterless dyeing: Characterization and properties of Disperse Red 167 in supercritical fluid, Journal of Co<sub>2</sub> Utilization, March, 2018, [ Fecha de Consulta 14 de Julio]  
Disponible en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212982017306388>
- Giovangigli, V., & Matuszewski, L. Supercritical fluid thermodynamics from equations of state. Physica D: Nonlinear Phenomena, (2012).[Fecha de consulta: 10 Mayo del 2019]  
Disponible en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167278911003423>
- Nie, X., Du, Z., Zhao, L., Deng, S., & Zhang, Y. Molecular dynamics study on transport properties of supercritical working fluids: Literature review and case study. Applied Energy, (2019).[Fecha de consulta: 09 Junio del 2019]  
Disponible en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306261919308153>
- García-Pérez, J. S., Robledo-Padilla, F., Cuellar-Bermudez, S. P., Arévalo-Gallegos, A., Parra-Saldivar, R., Zavala-Yoe, R., ... Iqbal, H. M. N. Thermodynamics and statistical correlation between supercritical-CO<sub>2</sub> fluid extraction and bioactivity profile of locally available Mexican plants extracts. The Journal of Supercritical Fluids, (2017). 122, 27–34.[Fecha de consulta:01 Julio 2019]  
Disponible en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0896844616305277>

- Brunner, G. Calculation of phase equilibria and their relation to separation with supercritical fluids. *The Journal of Supercritical Fluids*, (2018).134, 2–11. [Fecha de consulta: 10 Mayo 2019]  
Disponibile en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0896844617307192>
- Scariot, V. K., Hobold, G. M., & da Silva, A. K. On the sensitivity to convective heat transfer correlation uncertainties in supercritical fluids. *Applied Thermal Engineering*. (2018). [Fecha de consulta: 06 Abril 2019]  
Disponibile en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1359431118322889>
- Artemenko, S., Krijgsman, P., & Mazur, V. The Widom line for supercritical fluids. *Journal of Molecular Liquids*, 238, 122–128. (2017). [Fecha de consulta: 11 Mayo 2019]  
Disponibile en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167732216316348>
- Yoon, T. J., & Lee, Y.-W. Current theoretical opinions and perspectives on the fundamental description of supercritical fluids. *The Journal of Supercritical Fluids*, 134, 21–27. (2018).[Fecha de consulta: 10 Junio 2019]  
Disponibile en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S089684461730623X>
- Bezaze, H., & Meniai, A.-H. A predictive approach for thermodynamic modeling of solubility in supercritical fluids using genetic algorithm. *International Journal of Hydrogen Energy*, 42(17), 12920–12925. (2017). [Fecha de consulta: 09 Julio 2019]  
Disponibile en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360319917300617>
- Nasri, L. About consistency of Solid's solubility data in supercritical CO<sub>2</sub> and some thermodynamic properties estimation. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, 13, 100145. (2019).[Fecha de consulta: 15 Junio 2019]  
Disponibile en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352554119300075>
- De Melo, D. C., Arinelli, L. de O., de Medeiros, J. L., Teixeira, A. M., Brigagão, G. V., Passarelli, F. M., ... Araujo, O. de Q. F. Supersonic separator for cleaner offshore processing of supercritical fluid with ultra-high carbon dioxide content: Economic and environmental evaluation. *Journal of Cleaner Production*, 234, 1385–1398. (2019). [Fecha de consulta: 13 Abril 2019]  
Disponibile en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652619322759>

- Hernández-Jiménez, F., Garcia-Gutierrez, L. M., Acosta-Iborra, A., & Soria-Verdugo, A. Numerical study of the effect of pressure and temperature on the fluidization of solids with air and (supercritical) CO<sub>2</sub>. *The Journal of Supercritical Fluids*. (2018). [Fecha de consulta: 10 Junio 2019]  
Disponible en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0896844618304911>
- Zhang, D., Li, C., Zhang, J., Lun, Z., Jia, S., Luo, C., & Jiang, W. Influences of dynamic entrainer-blended supercritical CO<sub>2</sub> fluid exposure on high-pressure methane adsorption on coals. *Journal of Natural Gas Science and Engineering*. (2019). [Fecha de consulta 10 Junio 2019]  
Disponible en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S187551001930085X>
- Dos Santos, L. C., Bitencourt, R. G., dos Santos, P., de Tarso Vieira e Rosa, P., & Martínez, JSolubility of passion fruit (*Passiflora edulis sims*) seed oil in supercritical CO<sub>2</sub>. *Fluid Phase Equilibria*. . (2019).[Fecha de consulta 12 Enero 2019]  
Disponible en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378381219301554>
- Liu, X., Zhong, W., Li, P., Xiang, J., & Liu, G. Design and performance analysis of coal-fired fluidized bed for supercritical CO<sub>2</sub> power cycle. *Energy*. (2019). [Fecha de Consulta: 24 Junio 2019]  
Disponible en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360544219305900>
- Pearson, H., Dawson, B., Kimberley, M., & Davy, B. Predictive modelling of supercritical CO<sub>2</sub> dewatering of capillary tubes. *The Journal of Supercritical Fluids*. (2018). [Fecha de consulta: 20 Mayo 2019]  
Disponible en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0896844618302493>
- Mihalcea, L., Turturică, M., Ghinea, I. O., Barbu, V., Ioniță, E., Cotârleț, M., & Stănciuc, N. Encapsulation of carotenoids from sea buckthorn extracted by CO<sub>2</sub> supercritical fluids method within whey proteins isolates matrices. (2017). *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 42, 120–129. [Fecha de consulta: 10 Marzo 2019]  
Disponible en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1466856417302990>
- Dong, C., Li, Z., Liu, F., Wei, W., Wang, X., & Liu, Z. Effects of supercritical fluid parameters and emulsion formulation on the production of quercetin nanocapsules by supercritical fluid extraction of emulsion. *Chemical Engineering Science*. (2019). [Fecha de consulta: 14 Marzo 2019]  
Disponible en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S000925091930257X>

- Mohammadi, Z., Fallah, M., & Mahmoudi, S. M. S. Advanced exergy analysis of recompression supercritical CO<sub>2</sub> cycle. *Energy*. (2019). [Fecha de consulta: 06 Abril 2019]  
 Disponible en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360544219307674>
- Kim, Y. N., Kim, Y.-O., Kim, S. Y., Park, M., Yang, B., Kim, J., & Jung, Y. C. Application of supercritical water for green recycling of epoxy-based carbon fiber reinforced plastic. *Composites Science and Technology*, 173, 66–72. (2019). [Fecha de consulta: 02 Mayo 2019]  
 Disponible en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0266353818315902>
- Penthala, R., Kumar, R. S., Heo, G., Kim, H., Lee, I. Y., Ko, E. H., & Son, Y.-A. Synthesis and efficient dyeing of anthraquinone derivatives on polyester fabric with supercritical carbon dioxide. *Dyes and Pigments*. (2019). [Fecha de consulta: 09 Marzo 2019]  
 Disponible en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0143720818326986>

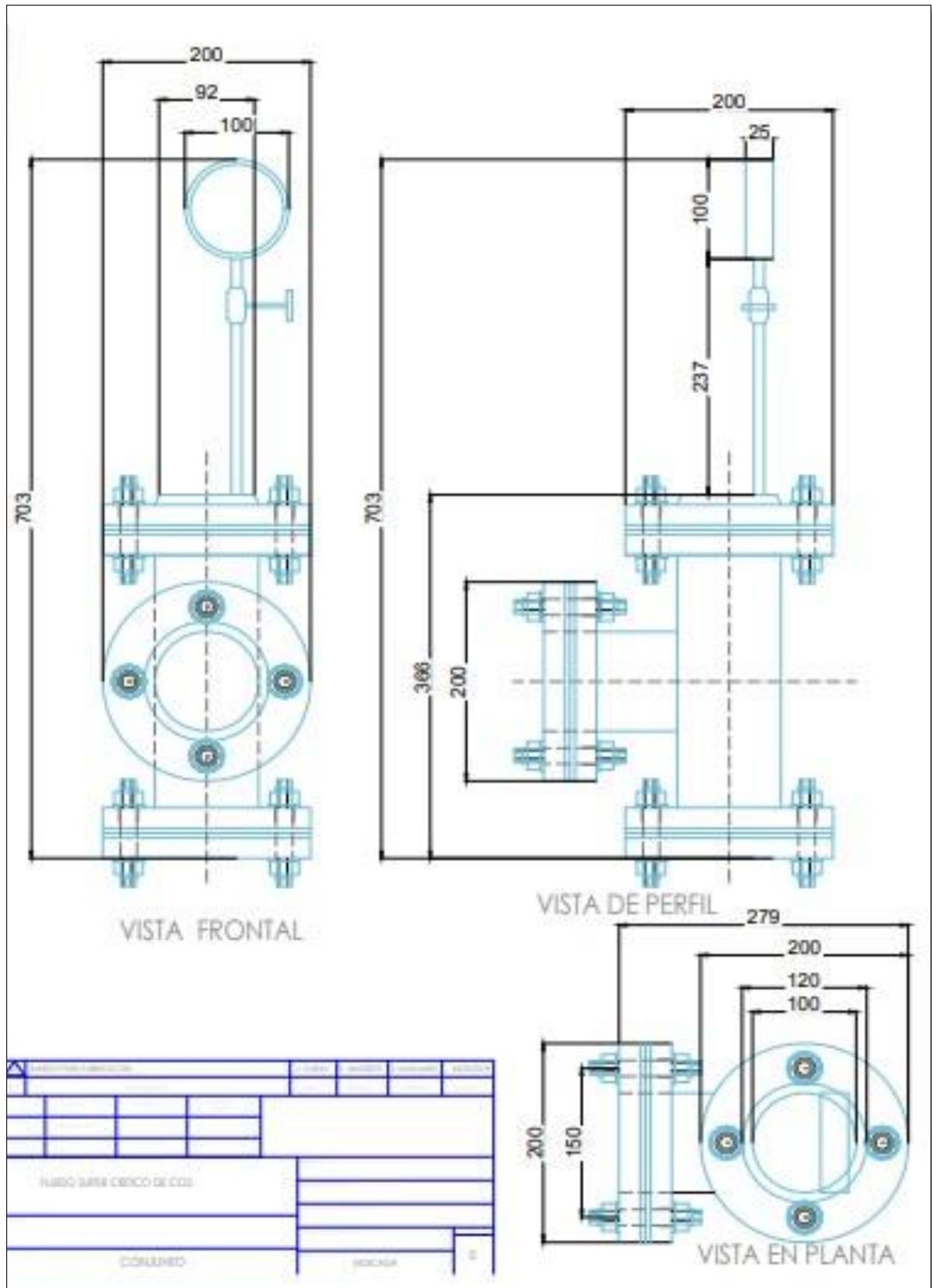
## VIII. ANEXO

Tabla N° 1 : MATRIZ DE CONSISTENCIA

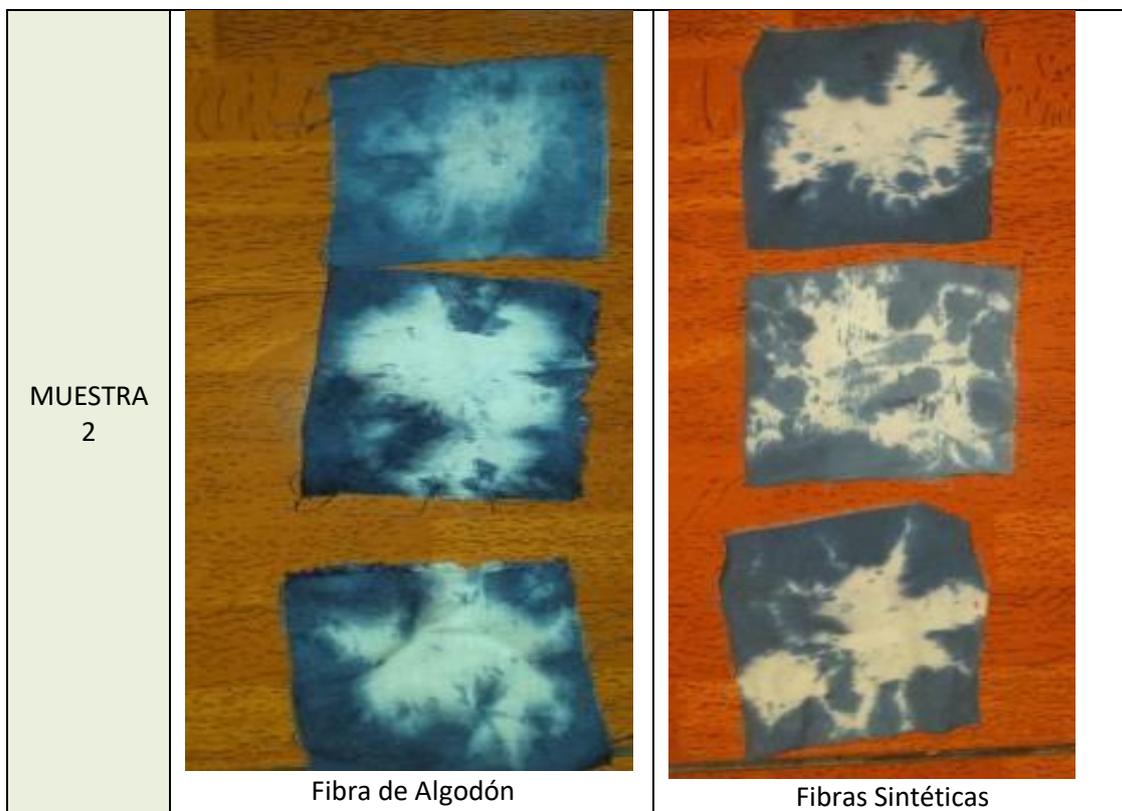
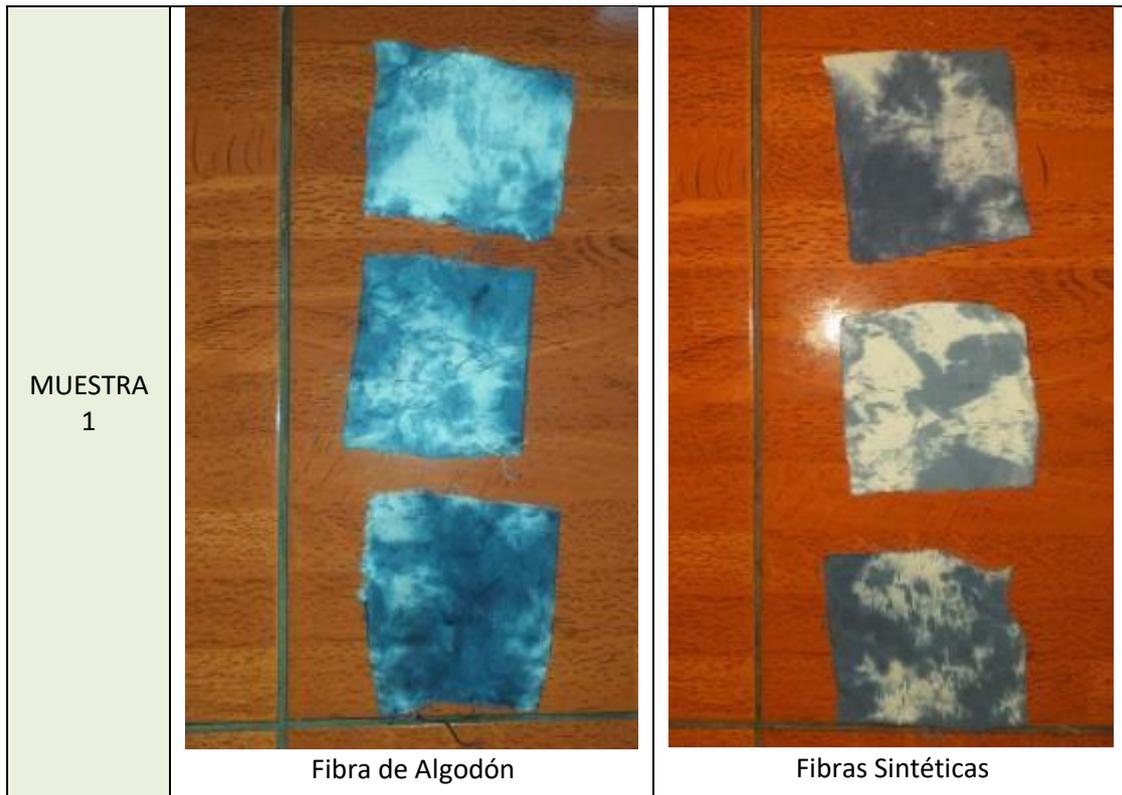
Anexo N° 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

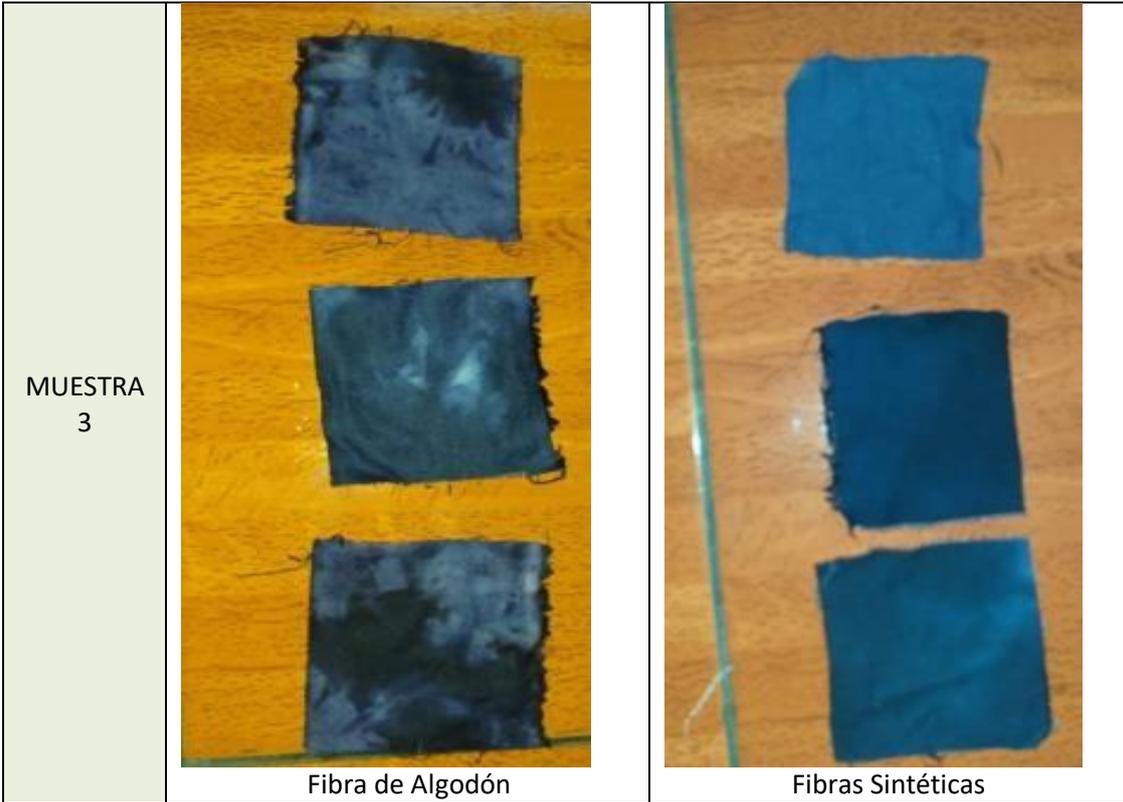
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
<b>PROBLEMA GENERAL</b>  Como influirá la aplicación de fluido supercrítico de CO <sub>2</sub> en el proceso de teñido de fibras textiles, Lima, 2019.	<b>OBJETIVO GENERAL</b>  Evaluar la aplicación del fluido supercrítico de CO <sub>2</sub> en el proceso de teñido de fibras textiles, Lima, 2019.	<b>HIPÓTESIS GENERAL</b>  La aplicación de fluidos supercríticos de CO <sub>2</sub> para el teñido de fibras textiles genera disminución significativa de H <sub>2</sub> O.	<b>VARIABLE IND.</b>  FLUIDOS SUPERCRÍTICOS DE CO <sub>2</sub>	Según CASTRO (2013), Esta tecnología es utilizada para la extracción de sustancias en diferentes propiedades entre líquidos y gas, el dióxido de carbono es una opción aceptable con el medio ambiente, ya que actúa como un disolvente limpio que hará posible que el teñido de dicha fibra acceda al ingreso del colorante hacia las celdas de la fibra.	Se utilizará el dióxido de carbono para el teñido de fibras de algodón empleando un método de supercrítico, ya que es una tecnología donde se medirá las cantidades de CO <sub>2</sub> que se utilizara, observando, como las diferentes fibras textiles que se utilizaran.	Propiedades físicas del fluido	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperatura</li> <li>• Presión</li> <li>• Volumen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• C°</li> <li>• Psi</li> <li>• ml</li> </ul>
						Tipo de fibra	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Algodón</li> <li>• Sintética</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• cm</li> <li>• cm</li> </ul>
						Tipos de colorante	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disperso</li> <li>• Natural</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• gr</li> </ul>
<b>PROBLEMA ESPECIFICO</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Que propiedades del fluido supercrítico permite fijar colorante en las fibras textiles, lima, 2019.</li> <li>• Como influirá el CO<sub>2</sub> en el ahorro de H<sub>2</sub>O a través del proceso de teñido de fibras textiles mediante fluido supercrítico, Lima, 2019.</li> </ul>	<b>OBJETIVO ESPECIFICO</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar las propiedades físicas de fluido supercrítico en el proceso de teñido de fibras textiles para fijar el colorante, Lima, 2019.</li> <li>• Determinar la aplicación del fluido supercrítico en el proceso de teñido de fibras textiles que logran un ahorro significativo de H<sub>2</sub>O, lima, 2019.</li> </ul>	<b>HIPÓTESIS ESPECIFICA</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Las propiedades físicas del fluido supercrítico en teñido determinan fijar el colorante en las fibras textiles.</li> <li>• La aplicación del fluido supercrítico en el proceso de teñido de fibras textiles logra un ahorro significativo de H<sub>2</sub>O.</li> </ul>	<b>VARIABLE DEP.</b>  AHORRO DE H <sub>2</sub> O	Según HERNÁNDEZ (2014), El agua es esencial lo cual tiene características únicas ya que las industrias textiles desechan cantidades de agua en el proceso del teñido y se busca sensibilizar a los pobladores como un ahorro sustancial de agua.	Para la reducción de agua limpia se utilizará con cantidades mínimas para un buen teñido. Sin embargo, comparemos la cantidad de agua con el que se utilizara para el proceso del teñido.	Consumo de H <sub>2</sub> O	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Volumen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ml</li> <li>• ml</li> </ul>

Anexo N° 2 DISEÑO DE FLUIDO SUPERCRITICO PASMADO EN UN PLANO



Anexo N° 3: Imágenes de cada Muestra





*Ilustración 21: Pesaje de telas*



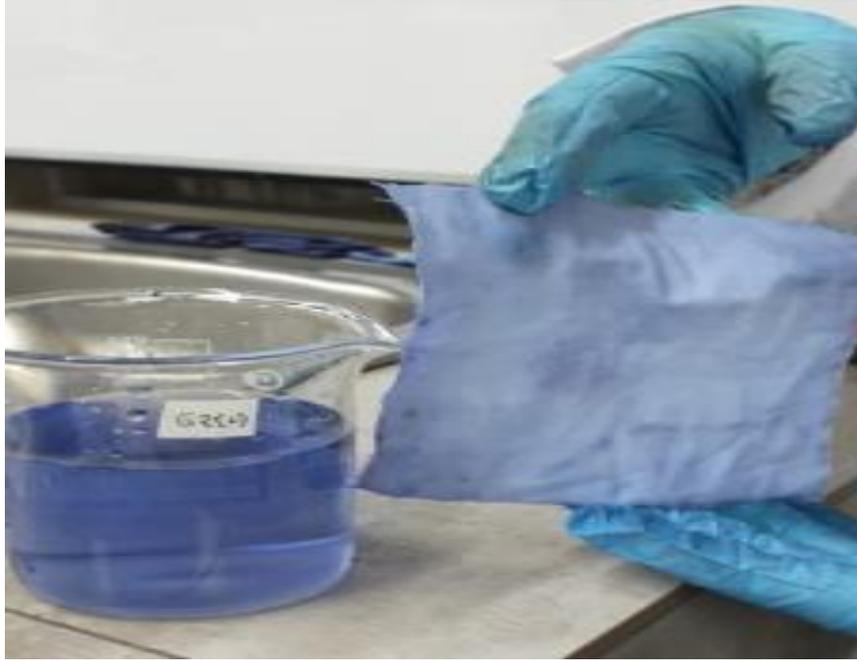
Ilustración 22: Mediciones con el espectrómetro



Ilustración 23: Cálculos



*Ilustración 24 : Absorción de la tela*



*Ilustración 25: Pruebas de tela*





**UCV**  
UNIVERSIDAD  
CÉSAR VALLEJO

**ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE  
TESIS**

Código : F06-PP-PR-02.02  
Versión : 10  
Fecha : 10-06-2019  
Página : 1 de 1

Yo, Rita Jaqueline Cabello Torres, docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo lima este, revisora de la tesis titulada

"Aplicación de Fluido supercrítico de CO<sub>2</sub> en teñido de Fibras Textiles para la disminución de Consumo H<sub>2</sub>O" del (de la) estudiante Patricia Angelica Rojas Raymundo, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 15 % verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

San Juan De Lurigancho, 12 De Julio Del 2019

Mg. Rita Jaqueline Cabello Torres

DNI: 08947396

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------



**ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS**

Código : F06-PP-PR-02.02  
Versión : 10  
Fecha : 10-06-2019  
Página : 1 de 1

Yo, Rita Jaqueline Cabello Torres, docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo lima este, revisora de la tesis titulada

"Aplicación de Fluido supercrítico de CO<sub>2</sub> en teñido de Fibras Textiles para la disminución de Consumo H<sub>2</sub>O", del (de la) estudiante Enny Elizabeth Yangali Ordinola, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 15 % verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

San Juan De Lurigancho, 12 De Julio Del 2019

  
.....  
Mg. Rita Jaqueline Cabello Torres

DNI: 08947396

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

Resumen de coincidencias

15 %

Se están viendo fuentes estándar  
Ver fuentes en inglés (beta)

Coincidencias		
1	repositorio.uov.edu.pe Fuente de Internet	3 %
2	Extracción a Universida... Repositorio del estudiante	2 %
3	www.bvk.com Reserva de Internet	1 %
4	docplayer.es Fuente de Internet	1 %
5	es.scribd.com Fuente de Internet	1 %
6	repositorio.uia.edu.ec Fuente de Internet	1 %
7	pt.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
8	Bhwasintellektasjujuth bl... Fuente de Internet	<1 %



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

FACULTAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA  
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

"Aplicación de Pluidos Supercrítico de CO<sub>2</sub> en Tejidos de Fibras Textiles para la  
disminución de Consumo de H<sub>2</sub>O"

TESIS

AUTORES:

ROJAS RAYMUNDO, PATRICIA ANGELICA  
0000-0002-0141-1886

YANGALL ORDINOLA ENNY  
0000-0003-2107-7413

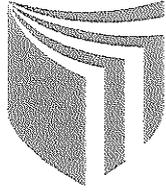
ASESOR:

Mg. RITA CABELLO TORRES  
0000-0002-9965-9678









# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE  
MG. FERNANDO ANTONIO SERNAQUÉ AUCCAHUASI

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

Enny Elizabeth Yangali Ordinola

INFORME TÍTULADO:

“Aplicación de fluido supercrítico de CO<sub>2</sub> en el Teñido de Fibras Textiles para la disminución de consumo de H<sub>2</sub>O”

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

---

INGENIERA AMBIENTAL

SUSTENTADO EN FECHA: 12 DE JULIO DEL 2019.

NOTA O MENCIÓN: CATORCE (14)



Mg. Fernando A. Sernaque Auccahuasi



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE  
MG. FERNANDO ANTONIO SERNAQUÉ AUCCAHUASI

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

Patricia Angelica Rojas Raymundo

INFORME TÍTULADO:

“Aplicación de fluido supercrítico de CO<sub>2</sub> en el Teñido de Fibras  
Textiles para la disminución de consumo de H<sub>2</sub>O”

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

---

INGENIERA AMBIENTAL

SUSTENTADO EN FECHA: 12 DE JULIO DEL 2019.

NOTA O MENCIÓN: CATORCE (14)



  
Mg. Fernando A. Sernaque Aucchuasi