



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE TEXTILES

TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO TEXTIL

“CARACTERIZACIÓN DE UN NO TEJIDO ENFIELTRADO UTILIZANDO
PELO DE PERRO (FRENCH POODLE)”

Autor:

Luis Alexander Enríquez Yar

Director:

MSc. Willam Ricardo Esparza Encalada

IBARRA-ECUADOR

2022



AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACION DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para la cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DEL AUTOR			
CÉDULA DE IDENTIDAD:		171856025-1	
APELLIDOS Y NOMBRES:		Enríquez Yar Luis Alexander	
DIRECCIÓN:		Miguel Sánchez y Guillermo Garzón	
E-MAIL:		laenriquezy@utn.edu.ec	
TELÉFONO FIJO:	(06) 2516300	TELÉFONO CELULAR:	0998126115

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Caracterización de un no tejido enfieltrado utilizando pelo de perro (french poodle)
AUTOR:	Enríquez Yar Luis Alexander
FECHA:	12 de Octubre del 2022

PROGRAMA:	Pregrado
TÍTULO POR OPTAR:	Ingeniero Textil
DIRECTOR:	MSc. Willam Ricardo Esparza Encalada



2. CONSTANCIA

El autor manifiesta que, la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrollo sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de esta, y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, 12 de Octubre del 2022

EL AUTOR:

Firma: 

Nombre: Luis Alexander Enríquez Yar

C.I: 171856025-1



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIA APLICADAS

CERTIFICADO DEL ASESOR

En calidad de Director de Trabajo de Grado presentado por el egresado **Luis Alexander Enríquez Yar**, para optar el título de INGENIRO TEXTIL, cuyo tema es **“CARACTERIZACIÓN DE UN NO TEJIDO ENFIELTRADO UTILIZANDO PELO DE PERRO (FRENCH POODLE)”**, considero que el presente trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a presentación pública y evaluación por parte de los opositores que se designe.

En la ciudad de Ibarra, 12 de Octubre del 2022

MSc. Willam Esparza
Director del Trabajo de Grado



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIA APLICADAS

DEDICATORIA

Mis padres, por todo el amor, compromiso, paciencia y esfuerzo durante todos estos años para seguir con este proceso para conseguir un sueño más, ya que con la ayuda de ustedes me han permitido llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy. Ha sido un honor y privilegio ser su hijo y contar con los mejores padres.

A mis hermanos, a quien dedico este logro y los motivos para que sepan que las metas que se proponen pueden ser logradas con inteligencia, esfuerzo y el apoyo incondicional de nuestros padres. A toda la familia porque con consejos, ayuda y motivación durante todo este proceso de formación.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIA APLICADAS

AGRADECIMIENTO

Agradezco principalmente a mis padres Wilfrido y Claudia por apoyarme, pero principalmente guiarme a lo largo de mi vida estudiantil, siendo ellos quien han creído en mí y en mis sueños, por los valores y principios que han sido inculcados desde la niñez.

De igual manera a los docentes y laboratoristas, quienes con sus enseñanzas compartieron valiosos conocimientos tanto a nivel profesional, así como también en la parte humana para que podamos ser los mejores profesionales. Así mismo, un agradecimiento a mi tutor de tesis MSc. Willam Esparza por compartir su conocimiento, su tiempo, paciencia, apoyo y compromiso, ayudando a moldear las ideas para poder finalizar de la mejor manera el proyecto de titulación.

A mis compañeros y amigos, quienes nos hemos ayudado y dado la mano tanto en los momentos más difíciles siendo un apoyo incondicional para estar unidos.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I	12
1. INTRODUCCIÓN	12
1.1. Descripción del tema	12
1.2. Antecedentes	12
1.3. Importancia del estudio	15
1.4. Objetivo general	16
1.5. Objetivos específicos	16
1.6. Características del sitio del proyecto	17
CAPÍTULO II	19
2. ESTADO DEL ARTE	19
2.1. Estudios previos	19
2.1.1. Pelaje canino	19
2.1.2. Propiedades físicas	21
2.1.3. No tejidos	23
2.2. Marco legal	24
2.2.1. Constitución de la república de Ecuador	24
2.2.2. Líneas de investigación	25
2.2.3. Tulsma	26
2.3. Marco Conceptual	26
2.3.1. Fibras Animales (Proteínicas)	26
2.3.2. Concepto pelaje canino	28
2.3.3. Propiedades físicas	30
2.3.4. Definición no tejidos	31
CAPÍTULO III	34
3. METODOLOGÍA	34
3.1. Tipos de investigación	34
3.1.1. Método Bibliográfico	34
3.1.2. Método Experimental	34
3.1.3. Método Comparativo	35
3.1.4. Método Estadístico	36
3.1.5. Método Analítico	36
3.2. Flujogramas	37
3.2.1. Flujograma general	37
3.2.2. Flujograma muestral	38

3.3. Métodos y técnicas.....	39
3.4. Equipos y materiales.....	39
3.5. Proceso.....	42
CAPÍTULO IV.....	44
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	44
4.1. Resultados.....	44
4.1.1. Resultados de resistencia a la tracción (N).....	44
4.1.2. Resultados de resistencia a la elongación.....	46
4.1.3. Resultados de resistencia al rasgado.....	48
4.1.4. Resultados de resistencia al pilling (ciclos).	49
4.1.5. Resultados de resistencia al pliegue (grados).....	49
4.1.6. Tabla general de resultados tracción, abrasión, elongación, rasgado, pilling y pliegue.....	52
4.2. Discusión de resultados	53
4.2.1. Normalidad de los Datos	53
4.2.2. Análisis de la varianza.....	54
4.2.3. Análisis e interpretación de resultados tracción, abrasión, elongación, rasgado, pilling y pliegue.	57
CAPÍTULO V.....	60
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	60
5.1. Conclusiones.....	60
5.2. Recomendaciones	61
5.3. Referencias Bibliográficas	62
5.4. Anexos	64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Promedio de longitud (cm) de pelo de French Poodle	42
Tabla 2. Datos de tracción densidad 1, dirección de cardado y trasversal	45
Tabla 3. Datos de tracción densidad 2, dirección de cardado y trasversal	45
Tabla 4. Datos de tracción densidad 3 en dirección de cardado y trasversal	46
Tabla 5. Datos de elongación densidad 1 en dirección de cardado y trasversal.....	46
Tabla 6. Datos de elongación densidad 2 en dirección de cardado y trasversal.....	47
Tabla 7. Datos de elongación densidad 3 en dirección de cardado y trasversal.....	47
Tabla 8. Datos de rasgado densidad 1 en dirección de cardado y trasversal.....	48
Tabla 9. Datos de rasgado densidad 2 en dirección de cardado y trasversal.....	48
Tabla 10. Datos de rasgado densidad 3 en dirección de cardado y trasversal.....	49
Tabla 11. Resultados de la resistencia al Pilling	49
Tabla 12. Datos de pliegue densidad 1 en dirección de cardado y trasversal.....	50
Tabla 13. Datos de pliegue densidad 2 en dirección de cardado y trasversal.....	50
Tabla 14. Datos de pliegue densidad 3 en dirección de cardado y trasversal.....	51
Tabla 15. Tabla general de análisis	52

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del laboratorio de la Carrera de Textiles.....	17
Figura 2. Ubicación de la empresa ESPATEX.....	18
Figura 3. Sección transversal de fibra de perro	30
Figura 4. Sección longitudinal de fibra de perro	30
Figura 5.No tejido.....	33
Figura 6. Flujograma General.....	37
Figura 7. Flujograma Muestral	38
Figura 8. Abridora	39
Figura 9. Carda Lanera	40
Figura 10. Dinamómetro Titán 5	40
Figura 11. Midi-Martindale	41
Figura 12. Medidor de ángulo de recuperación.....	41
Figura 13. Normalidad de datos de la prueba de tracción, elongación, rasgado, pliegue, pilling.....	54
Figura 14. Análisis de varianza de tracción, elongación, rasgado, pliegue y pliegue. ...	56
Figura 15. Gráfica general Matrix Plot de tracción, elongación, rasgado, pliegue y pilling.....	57
Figura 16. Gráfica de barras general de resultados	58

RESUMEN

Los materiales textiles tiene diferentes procesos de obtención, entre ellos es la formación de no tejidos, elaborados por el entrecruzamiento de fibras, pelos de animales, etc. Al elaborar no tejido de pelo canino “*French Poodle*” reciclado, a partir de la esquila y recolectando en diferentes peluquerías con longitud promedio 4,05 cm (CV=30,17), limpieza y mezcla (83% pelo canino y 17% lana de oveja), en el cardado se paraleliza, homogeniza, para formar capas de velo y en el planchado realizar el enfieltrado de tres densidades 394, 738 y 548 g respectivamente. Los resultados encontrados se realizaron con base a las normas ISO 9073-3_1989, ASTM D 5587-14, ISO 12945-1 e ISO 2313, para el análisis se utilizó el software Past 4, indicando que tienen una confiabilidad del 95% mediante el método de Jarque-Bera JB ($p > 0,05$), concluyendo que la mayor resistencia a la tracción se logró en la densidad 3, con fuerza promedio de 815,97 (CV=17,88) en dirección del cardado, en elongación no existen diferencias significativas (CV=3,64) ($p > 0,05$) en las 3 densidades (CV=36,42). Con respecto al rasgado la mayor resistencia tiene en dirección de trasversal, por el corte y fraccionamiento de las fibras 358,45 N (CV=19,29). En la resistencia al pliegue no cuenta con un buen ángulo de recuperación (CV_{max}=9,37), indicando que tiende a conservar su forma. Mientras la resistencia al pilling desde los 500 ciclos es propenso a la formación de bolitas.

Palabras clave: No tejido, pelo de perro, enfieltrado

ABSTRACT

There are various methods for obtaining textile materials. The creation of nonwovens, which are elaborated by the interweaving of fibers, animal hair, etc., is one of them. When elaborating on nonwoven recycled "French Poodle" canine hair, from shearing and collecting in different hairdressers with an average length of 4.05 cm (CV=30.17), cleaning and mixing (83% canine hair and 17% sheep wool), in the carding, it is parallelized, homogenized to form layers of the veil and in the ironing to make the felting of three densities 394, 738 and 548 g respectively. The results found were based on the ISO 9073-3_1989, ASTM D 5587-14, ISO 12945-1, and ISO 2313 standards, for the analysis, Past 4 software was used, indicating they have a reliability of 95% by the Jarque-Bera JB method ($p > 0,05$), concluding that the highest tensile strength was achieved in density 3, with an average force of 815.97 (CV=17.88) in the carding direction, in elongation, there were no significant differences (CV=3.64) ($p > 0.05$) in the 3 densities (CV=36.42). Concerning the tearing, the highest resistance is in the transversal direction, due to the cut and fractionation of the fibers 358.45 N (CV=19.29). In the resistance to folding, it does not have a good recovery angle (CVmax=9.37), indicating it tends to keep its shape. While the pilling resistance from 500 cycles is prone to pilling.

Keywords: Non-woven, dog hair, felting



Reviewed by Víctor Raúl Rodríguez Viteri

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Descripción del tema.

En la presente investigación con el tema “Caracterización de un no tejido enfieltrado utilizando pelo de perro (french poodle)” se procura encontrar el mejor no tejido enfieltrado con diferentes espesores con excelentes características, pasando por los pasos esquila, apertura, cardado y planchado. Las pruebas de laboratorio de las varias muestras con diferentes espesores del no tejido enfieltrado fueron realizados con los instrumentos de laboratorio, los cuales permiten obtener datos precisos de la resistencia a la tracción, elongación, rasgado, pilling y pliegue, para posterior a esto poder elegir la muestra con las mejores características.

Los datos arrojados por los equipos de laboratorio fueron recolectados y analizados en el software estadístico PAST 4, que ayudó a medir el nivel de confiabilidad de los datos obtenidos, por medio de la varianza y la normalidad con los que se pudo determinar las características óptimas de cada muestra.

1.2. Antecedentes.

El pelo de perro era la única fibra que se hilaba en este continente antes de que los españoles introdujeran las ovejas, por lo que el hilado de pelo de perro era un arte milenario, se han encontrado rastros de pelo de perro en hilos de la Escandinavia prehistórica y entre los indios navajos norteamericanos. De hecho, las prendas hechas con

pelo de perro han sido lucidas con orgullo por los ricos y famosos durante generaciones (Suzanne, 2003).

Alrededor del mundo se producen una gran cantidad de prendas textiles, los cuales son elaborados con fibras naturales, fibras sintéticas y también se elaboran mezcla entre las fibras antes mencionadas, con el fin de mejorar ciertos factores como el confort o que a su vez tengan una mejor resistencia, además un factor importante como es el costo, pero hoy en día gracias a los avances que se han ido logrando en la industria textil esta no se queda atrás, con personas que buscan nuevos tipos de fibras innovando frente a las necesidades que tiene la gente.

Se hallaron investigaciones sobre prendas de lana de perro, el cual hilaban lana de pelo de perros, con la que después se realizaban el tejido de chalecos, guantes y gorras, su metodología se orientaba en la unión de pelo de animal con lana de oveja, porque el primero es demasiado delgado, por esto necesita mezclarse con otro y así poder formar el hilo. Al final, se asegura que el material es tan suave como la angora y las prendas elaboradas son saludables con una característica adicional, repele la humedad y aísla muy bien el calor (Chicaiza, 2018).

Sin embargo, no hay diferencia notable entre la composición química de la lana y el pelo (camello, llama, alpaca, angora), pero se puede encontrar una diferencia en su estructura física en la que se destaca que la lana tiene rizo y el pelo es liso; la lana forma vellones, es decir, bolas de fibras mientras que el pelo cae suelto (Crespi, 1999).

Además, el pelaje animal tiene varias propiedades y funciones esenciales. Lo primordial es el aislante térmico, que ayuda a disfrazar y proteger e incluso muchas veces evitan la transferencia de agua. Es una estructura característica de los mamíferos. Un pelo

de animal contiene un tallo externo y una raíz los cuales están ubicados en un folículo piloso (Arango, 2020).

En el artículo científico publicado por Miranda, Lizama, Navarrete, & Díaz (2013) nos dice que:

En las pruebas estandarización del proceso de lavado de la FPP cruda, se tiene como resultados que existe un ahorro de hasta 400% de agua con respecto a la fase de lavado de la lana y que se tiene una merma 700% menor a la merma de la lana en el mismo proceso, las fibras utilizadas para las mezcla no requieren de evaluación del proceso de lavado. También dice que en las pruebas de cardado, se tiene una merma del 5% del peso de la FPP al 100%, mientras que al cardar la lana al 100% no hay merma, la merma es proporcional en el cardado de las mezclas de PPF; se determinó, adicionalmente que para el proceso de cardado de la FPP, se requiere de un proceso de lavado sin tallar para evitar que las fibras se enreden y se vuelvan desperdicio imposible de cardar, a diferencia de la lana que se talla sin enredarse.

Por otro lado, se pudo encontrar una tesis elaborada en Brasil Lobo (2014) afirma que a través de ensayos de microscopio de las fibras de poodle, fue posible verificar la semejanza que existe entre estas con la lana de oveja. (...) El análisis de los resultados fue hecho por medio del uso de herramientas estadísticas análisis de varianza (ANOVA), con un intervalo de confianza de 95%, en box plot. Los resultados obtenidos indican la viabilidad tanto del uso de pelo de poodle para la fabricación de hilos textiles, en cuanto a la aplicación de la metodología propuesta.

1.3. Importancia del estudio.

El presente proyecto se lo realiza con el fin de poder darle un uso al pelo canino (french poodle) con la elaboración de un no tejido enfieltrado textil, esto se lo realiza por la supuesta semejanza que existen en sus características con el pelo canino en comparación a la lana de oveja, para que mediante esto se puedan realizar artículos textiles que sean destinados para el uso de ellos mismos.

Sin embargo, este proyecto busca usar una materia prima que en la actualidad no tiene ningún costo, mismo que ayudará a la elaboración de un no tejido enfieltrado, el cual será analizado para comprobar cuáles son sus características y dependiendo de estas puedan ser implementados en diferentes áreas para sacarle el mejor provecho, además, una vez que se ha cumplido su tiempo de vida este pueda ser desechado sin preocupación ya, que son fibras que por su naturaleza no contaminan el ambiente.

La globalización, los cambios en el mercado, los altos valores que simboliza la producción de artículos amigables con el medio ambiente y la competencia desleal en las empresas textiles han obligado a las personas a orientarse por áreas que perjudican el ambiente, así como en los riesgos irreparables al tratar de colocar a un producto en el mercado. El efecto directo de estos eventos produce una pérdida de recursos y escasa incursión de las empresas textiles en nuevos mercados (Betancourt, 2018).

Por otro lado, la gran mayoría de pelos caninos que son cortados ya sea en casa o en lugares especializados en cortes de pelos son arrojados a la basura sin darle ningún uso, el estudio realizado a este tipo de fibra se lo realiza para conseguir óptimas características que se complementen a los requerimientos que surgen en la sociedad, a pesar que la industria textil ha ido dando pasos agigantados en su desarrollo de forma general, obligando a que las personas investiguen nuevos métodos, fibras, procesos, entre otros que sirvan como opciones a las necesidades en el mundo, y en ocasiones hasta tratar de

aportar con un problema que hoy en día es de gran importancia para la humanidad como lo es la contaminación ambiental, con el uso de materia prima que proviene de la basura.

Según los argumentos presentados, demuestra la importancia del proyecto propuesto, mediante investigación exhaustiva sobre las fibras de perro, en diferentes fuentes bibliográficas para tener como base e identificar información, que ha sido de utilidad en investigaciones anteriores, por esto se procura caracterizar un no tejido enfieltrado de diferentes densidades, para ser analizados en laboratorio, encontrar el que tenga mejores características y además, que los datos obtenidos sean de sustento para investigaciones futuras.

1.4. Objetivo general.

- Elaborar un no tejido enfieltrado utilizando pelo de perro (french poodle).

1.5. Objetivos específicos.

- Buscar información en distintas fuentes bibliográficas por medio de ayuda de sitios web, libros, artículos, tesis, entre otros más que sean adecuadas relacionadas al pelo de perro (french poodle) y no tejidos para encontrar métodos además procesos adecuados de investigaciones anteriores en la formación de este material textil.
- Elaborar no tejido enfieltrado con diferentes densidades y espesores mediante la esquila, apertura, cardado y planchado para la obtención de diferentes muestras que serán aplicadas pruebas de laboratorio.
- Analizar los datos obtenidos en el laboratorio de los parámetros de resistencia a la tracción, elongación, rasgado, pilling y pliegue mediante el uso de software estadístico (Past 4), con el propósito de la identificación de las características más óptimas del no tejido enfieltrado para interpretación de resultados.

1.6. Características del sitio del proyecto.

La presente investigación se llevará a cabo en la ciudad de Ibarra, provincia de Imbabura en los laboratorios de la Universidad Técnica Del Norte que pertenece a la Carrera de Textiles de la Facultad de Ingeniería en Ciencia Aplicadas; los laboratorios de la Carrera de Textiles se encuentran ubicado en el sector Huertos Familiares, en la dirección Luciano Solano Sala y Morona Santiago, con las coordenadas $0^{\circ}22'42.1''N$, $78^{\circ}07'24.5''W$.



Figura 1. Ubicación del laboratorio de la Carrera de Textiles

Fuente.(Google Maps, 2022b)

Los laboratorios de la Carrera de Textiles disponen de diferentes equipos de última generación para satisfacer las necesidades de estudiantes, los cuales ayudan en la elaboración de pruebas y ensayos físicos o químicos, en los cuales se obtienen resultados con mayor precisión y confiabilidad, ya que son equipos que trabajan bajo procedimientos de estándares normalizados, además con la ayuda de la empresa ESPATEX dedicada a la elaboración de no tejidos, donde se realizó el no tejido enfieltrado con el pelo de perro french poodle y obtener las muestras para desarrollar la investigación. La empresa ESPATEX se encuentra ubicado en la ciudad de Ibarra provincia de Imbabura, en las

calles Galo Plaza 6-24 y Victoria Castello, en las coordenadas $0^{\circ}20'40.3''N$, $78^{\circ}08'04.2''W$.



Figura 2. Ubicación de la empresa ESPATEX

Fuente. (Google Maps, 2022a)

CAPÍTULO II

2. ESTADO DEL ARTE

2.1. Estudios previos.

2.1.1. Pelaje canino

Las fibras proteicas naturales, como la lana, el mohair y la seda, que se utilizan actualmente en la producción textil, pueden ser muy costosas. Sin embargo, una fibra proteica, como la chiengora (pelo de perro), puede ser un sustituto más barato y amigable con el medio ambiente. Sin embargo, la información sobre las propiedades de estas fibras es muy escasa.

Tomando en cuenta el trabajo Holmes, Banks-Lee y Jones (2007) manifiesta que se midieron las propiedades físicas y mecánicas del pelo peinado de 18 razas de perros y se compararon con las fibras de pelo de animales tradicionales. Los resultados muestran que la longitud, la densidad lineal, la tenacidad, la tensión y el modelo elástico de las fibras de pelo de perro (FPP) son similares a los de las fibras de pelo tradicionales. Los resultados también muestran que los pelos de algunas razas pueden ser adecuados para el procesamiento de fibras cortas o largas.

Sin embargo, en una investigación realizada en Brasil del análisis morfológico de las fibras se pudo comprobar que las fibras de pelo de poodle claras y marrones tienen secciones transversales casi circulares con cutículas aparentes a su alrededor, muy

similares a las de la fibra de lana, permitiendo la formación de espacios entre las fibras que componen el hilo y proporcionando la sensación de calor (Lobo, 2015).

Sin embargo, las fibras tienen poca o ninguna ondulación y, por tanto, tienen poca o ninguna elasticidad. Un requisito clave para que el pelo de un perro sea hilable es que tenga una longitud de al menos 5 cm. Sugiere que el pelo de entre 1 y 2 pulgadas se mezcle con otras fibras más largas, como la lana o la seda, para conseguir un hilo atractivo (Greer, 2003).

Las secciones longitudinales del pelo de poodle forman un mosaico suave y regular con aspecto escamado, muy similar a las fibras de lana. La longitud media de la fibra indica que el pelo de poodle debe hilarse en la hilatura de fibra corta (sistema de algodón). También se pudo determinar que durante el proceso de lavado se produjo una pérdida de aproximadamente el 9% de las fibras (Lobo, 2015).

Así mismo, la elaboración de fibra de pelo de perro French Poodle (FPP) tiene un ahorro del 400% de agua en el proceso de lavado a diferencia del lavado de la lana, con la investigación para determinar la cantidad y el tipo de detergente habiéndose escogido un detergente sin fosfatos y utilizando solo 5gr. por kilo de pelo lavado (Miranda et al., 2013).

Por otro lado, un método utilizado para el lavado de FPP es usar una bolsa de tela, de manera que las fibras no salgan de la bolsa mientras se enjuaga. Se toman pesos de 500 g de fibra para limpiarlas a la vez, a fin de evitar que se aglomeren durante el lavado. La limpieza se realiza sumergiendo las fibras durante 30 minutos a 70°C utilizando 2 g/L de carbonato de sodio, 0,5 g/L de agente humectante y 1 g/L de detergente con una proporción de 1:40 entre el material y el líquido. A final, las fibras se enjuagan en agua

caliente y se secan a la sombra durante 24 horas para eliminar el exceso de contenido de agua (Surjit et al., 2019).

El pelo se puede lavar después de ser hilado, porque en el cardado no es necesaria la limpieza, y el aceite natural que contienen las fibras ayuda al procesamiento. Por otra parte, algunos experimentos muestran mejores resultados con el lavado de las fibras antes de la hilatura, y el aceite que se eliminó durante el proceso de lavado debe añadirse a las fibras como máximo uno o dos días antes del procesamiento. Independientemente del momento en que se lave la fibra, después de que se haya convertido en hilo, debe volver a lavarse. Se recomienda lavar el hilo en agua muy caliente con un detergente de pH neutro durante aproximadamente 1 hora, sin necesidad de fregar (Crolius & Montgomery, 2004).

2.1.2. Propiedades físicas

El pelaje del poodle tiene una serie de elementos que describen su aptitud para el uso. Estos elementos suelen ser llamadas características de fiabilidad. Las características de fiabilidad pueden ser:

- Longitud: las fibras de poodle y no el cizallamiento total, tienen una longitud de fibra corta, que varía hasta 40 mm;
- Esto permite su uso en la hilatura cardada convencional o en la hilatura de fibras largas en mezcla con otras fibras;
- Finura: su finura, como ya se ha demostrado, es muy similar a la de la lana de oveja.
- Variabilidad: el pelo del poodle, al igual que la lana, es un material extremadamente variable. Varía a lo largo de la fibra, entre fibras, entre balas, entre animales entre animales y entre razas (Lobo, 2015).

Por otro lado, en el estudio de FPP de la raza Pomeranian se mezclan con poliéster y acrílico en siete proporciones de mezcla diferentes y los hilos se producen en una hila a rotor. Las propiedades del hilo y del tejido, la pérdida de fibra en cardado es superior al 5,83% para hilos 100% FPP. Las propiedades del hilo se deprecian a mayor contenido de FPP en el hilo. Sin embargo, el índice de calidad del hilo es mejor para hilos con contenido de poliéster-FPP 50/50 con 6,77%, similar al 6,78% de los hilos acrílicos-FPP 25/75. Las propiedades de la tela disminuyen con más contenido FPP pero se observa una mejor propiedad de aislamiento térmico (clo) con un valor de 0.524 para la tela 100% Pomerania. Es un 29 % más alto que los tejidos 100 % de lana (Ramamoorthy et al., 2021).

Además, se han caracterizado y probado pelos de cinco razas diferentes de perros Labrador, Golden Retriever, Pastor Alemán, Pomerania y Lhasa Apso. La investigación reveló que las propiedades químicas, morfológicas y térmicas de los pelos de cinco razas son similares entre sí. Sin embargo, se observa una marcada diferencia en las propiedades físicas de la fibra, como el denier y el diámetro. También se encuentra que las fibras de FPP tienen más tenacidad que otras fibras animales y son mucho más gruesas que las fibras de lana. Los resultados de la difracción de rayos X revelan que las fibras de FPP tienen una mayor cristalinidad en comparación con otras fibras animales. Solo los pelos de las razas Lhasa Apso y Pomerania tienen características de hilabilidad utilizando máquinas de hilar debido a su denier más fino y a su relación de esbeltez más alta, y pueden hilarse en hilo para crear productos textiles (Ramamoorthy et al., 2020).

En tanto, teniendo en cuenta la resistencia, el porcentaje de deformación y el módulo, las FPP tendrían un rendimiento similar al de las fibras animales utilizadas tradicionalmente, y posiblemente mejor en algunos casos. Las siguientes razas deberían ser consideradas como candidatas para el procesamiento de fibras cortas: Esquimal

Americano, Poodle, Sheep Dog, Shih Tzu, Schnauzer, Labrador Retriever, Pequinés y Westie. Las razas de perro que serían apropiadas para el procesamiento de fibras largas son las siguientes: Bichon Frise, Cocka-Poo, Lhasa Apso, Pomerania y Pastor Australiano (Holmes et al., 2007).

2.1.3. No tejidos

La tela no tejida tiene una serie de ventajas sobre la tela tejida y de punto: puede diseñarse con propiedades específicas; se puede producir con variaciones sustanciales en espesor, masa, elasticidad y rigidez, además, que es comparativamente rápido y barato de fabricar. Los datos de estudios anteriores sobre la producción de telas no tejidas muestran un crecimiento continuo y un uso creciente. Los no tejidos son el producto textil más utilizado en la actualidad.

En una investigación se eligió FPP de la raza Lhasa Apso para mezclarlo con el poliéster y producir un no tejido y se analizan sus características de aislamiento térmico y acústico. Se observa que el no tejido 100% FPP tiene un valor de aislamiento térmico de 0,211 clo, que es un 42% superior al no tejido 100% lana (0,121 clo). La tela de FPP /poliéster 70:30 muestra un valor de aislamiento térmico de 0,141 clo, superior al no tejido de lana 100%. Los no tejidos de FPP también poseen propiedades de aislamiento acústico similares a la lana [valor del coeficiente de reducción de ruido (NRC) de 0,23 para la FPP y 0,22 para la lana]. El aumento del contenido de FPP y lana en las mezclas reduce la resistencia a la tracción, la resistencia al desgarramiento y la permeabilidad al aire de los no tejidos. Se concluye que los no tejidos con mezcla de FPP podrían utilizarse como un material de acolchado eficaz debido a sus mejores propiedades de aislamiento térmico y absorción del sonido (Surjit et al., 2019).

2.2. Marco legal.

2.2.1. Constitución de la república de Ecuador.

En la (Constitución De La República Del Ecuador, 2008) en su Art. 14 afirma que:

Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados (p.14).

Sin embargo, en la capitulo noveno referente a las responsabilidades, en el Art. 83 que habla sobre los derechos y responsabilidades que tiene los ecuatorianos y ecuatorianas, dice que se debe “Respetar los derechos de la naturaleza, preservar un ambiente sano y utilizar los recursos naturales de modo racional, sustentable y sostenible”(Constitución De La República Del Ecuador, 2008).

De acuerdo con el Art. 385 literal 3 afirma que: “Desarrollar tecnologías e innovaciones que impulsen la producción nacional, eleven la eficiencia y productividad, mejoren la calidad de vida y contribuyan a la realización del buen vivir”.

Además, en la sección séptima referente a la biosfera, ecología urbana y energías alternativas en su Art. 413 de la (Constitución De La República Del Ecuador, 2008) expresando:

El Estado promoverá la eficiencia energética, el desarrollo y uso de prácticas y tecnologías ambientalmente limpias y sanas, así como de energías renovables, diversificadas, de bajo impacto y que no pongan en

riesgo la soberanía alimentaria, el equilibrio ecológico de los ecosistemas ni el derecho al agua.

El Art. 415 los gobiernos autónomos descentralizados desarrollarán programas de uso racional del agua, y de reducción reciclaje y tratamiento adecuado de desechos sólidos y líquidos. Se incentivará y facilitará el transporte terrestre no motorizado, en especial mediante el establecimiento de ciclo vías (p.193).

2.2.2. Líneas de investigación.

Dentro de la Universidad Técnica Del Norte los proyectos de investigación científica deben estar relacionadas con las diez líneas de investigación que son:

- 1) Producción Industrial y Tecnología Sostenible;
- 2) Desarrollo Agropecuario y Forestal Sostenible;
- 3) Biotecnología, Energía y Recursos Naturales Renovables;
- 4) Soberanía, Seguridad e Inocuidad Alimentaria Sustentable;
- 5) Salud y Bienestar Integral;
- 6) Gestión, Calidad de la Educación, Procesos Pedagógicos e Idiomas;
- 7) Desarrollo Artístico, diseño y publicidad;
- 8) Desarrollo Social y del Comportamiento Humano;
- 9) Gestión, Producción, Productividad, Innovación y Desarrollo Socio-económico;
- 10) Desarrollo, aplicación de software y cyber security (seguridad cibernética)(Universidad Técnica del Norte, 2021).

En la cual la Carrera de Textiles se encuentra orientado bajo las líneas de investigación:

1. Producción industrial y tecnología sostenible;
9. Gestión, producción, productividad, innovación y desarrollo socio-económico.

2.2.3. Tulsma.

De acuerdo con el Tulsma encargado de normalizar el tema relacionado con el ambiente en el Ecuador, en su Capítulo IX en su Art.232 menciona que:

Consumo Sustentable.- Es el uso de productos y servicios que responden a necesidades básicas y que conllevan a una mejor calidad de vida, además minimizan el uso de recursos naturales, materiales tóxicos, emisiones de desechos y contaminantes durante todo su ciclo de vida y que no comprometen las necesidades de las futuras generaciones.

Además, en el Art.233 dice que: Producción limpia.- Significa la aplicación continua de estrategias y prácticas ambientales preventivas, reparadoras e integradas en los procesos, productos y servicios, con el fin de reducir los riesgos para las personas, precautelar los derechos de la naturaleza y el derecho a un ambiente sano y ecológicamente equilibrado (Texto Unificado De Legislación Secundaria De Medio Ambiente, 2017, p. 231).

2.3. Marco Conceptual.

2.3.1. Fibras Animales (Proteínicas).

La sociedad ha utilizado las fibras de los animales para la ropa, refugio, alfombras y muchos otros artículos diversos durante décadas. Los animales han formado parte de la supervivencia cotidiana desde hace mucho tiempo, cuando se cazaba para la alimentación, luego la piel y el pelo se usaban en otros fines. Las fibras proteínicas más conocidas y utilizadas en la actualidad son la lana, el mohair, la cachemira y el pelo de camello. Cada fibra tiene sus propias características distintivas y sirve para fines únicos.

Las fibras animales están formadas por pelos de animales y fibras de secreción de animales. Sus principales componentes químicos son proteínas que están formadas por una serie de aminoácidos mediante la polimerización de enlaces peptídicos en cadenas macromoleculares; por ello, las fibras animales también se denominan fibras proteicas naturales. Las fibras animales se clasifican principalmente en fibras de pelo y fibras de seda (Xueliang et al., 2020).

Souza (2009) afirma que las fibras animales también se conocen como fibras proteicas porque tienen en su estructura química básica la composición de aminoácidos. Todas las fibras proteicas contienen en su composición los elementos carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno. En cada fibra proteica estos elementos se combinan en diferentes cantidades y en diferentes formas moleculares. Como resultado, las propiedades de cada fibra tienden a ser consecuentemente muy diferentes entre sí de los otros, dando a los tejidos diversas propiedades, colores, texturas, etc. Las fibras animales más utilizadas por la industria textil son la lana y la seda.

Jawaid & Sultan (2018) menciona que las fibras animales son las segundas fibras naturales más utilizadas después de las fibras vegetales. Por lo general, están compuestas por proteínas y pueden ser refuerzos potenciales en los compuestos. Ejemplos de esta fibra incluyen fibra de lana obtenida de ovejas, cabras, llamas, conejos, bueyes almizcleros, etc. De manera similar, la seda, las plumas y el cabello son obtenidos de diversas fuentes.

Möller & Popescu (2012) afirma que el grupo de fibras proteicas consta de fibras animales (lana y otros pelos de animales, también conocidas como fibras de α -queratina) y fibras de insectos (seda, una fibra de fibroína). Tanto la α -queratina como la fibroína son proteínas fibrosas.

Nemr (2012) menciona que las fibras animales están compuestas en su mayoría por proteínas, que son sustancias muy complejas formadas por largas cadenas de aminoácidos alfa que incluyen carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y azufre. Algunos ejemplos son la seda de araña, el tendón, el catgut, la lana y el pelo como la cachemira, el mohair y la angora, las pieles como la de oveja, el conejo, el visón, el zorro, el castor, etc. Las fibras de lana de oveja doméstica y la seda son las más utilizadas tanto en el mundo de la manufactura como por las hilanderas manuales.

Las fibras de animales son las aquellas que tienen su origen en los folículos pilosos o de glándulas sedosas de animales como los conejos, ovejas, alpaca, camellos, vicuña así como también el gusano seda o ciertas especies de arañas, que mediante procesos de recolección adecuados pueden convertirse en materia prima para la producción textil (Chicaiza, 2018).

2.3.2. Concepto pelaje canino.

El pelo de perro era la única fibra que se hilaba en este continente antes de que los españoles introdujeran las ovejas, por lo que el hilado de pelo de perro es un arte milenario. Se han encontrado restos de pelo de perro en los hilos de la Escandinavia prehistórica y entre los indios navajos de Norteamérica. De hecho, las prendas hechas con pelo de perro han sido llevadas con orgullo por los ricos y famosos durante generaciones.

El pelo se encuentra dentro de las fibras proteínicas por está compuesto de queratina, en la cual los animales están compuestos por dos tipos de pelo, pelaje protector o manto superior que es más grueso y largo, que se encuentra arriba de la capa inferior y actúa como protección de lesiones en la piel del animal, actuando como un aislante. El pelaje profundo o también conocido como manto inferior, se encuentra más cerca de la piel, siendo esta capa más fina y suave, actuando también como un aislante (Chicaiza, 2018).

En tanto, la calidad del hilo producido con pelo de perro varía mucho según el tipo de pelo que se utilice. Por lo general, los perros son animales de dos pelajes, con una capa exterior más peluda y una capa interior suave y vellosa.

El pelaje de cada animal es diferente esto depende de varios factores como la genética individual y su raza. Los tipos de pelaje se catalogan según el grosor, longitud y estructura del pelo. Existen animales sin pelo, animales con doble manto de pelo, uno superficial y uno inferior, y animales con manto superior pero sin subpelo. La longitud y el tipo del pelo cambian considerablemente en función de la raza (Chicaiza, 2018).

Siendo que, los perros suelen tener dos capas de pelo, con un pelaje exterior, y una capa interior suave y esponjosa. El poodle también es considerado por algunos con características que hacen que su pelaje sea más deseable que la lana, como el hecho de que producen un hilo que tiene una hermosa apariencia, como el mohair o la angora, y aunque no es tan elástico, sigue siendo más cálido que la lana (Lobo, 2015).

Además, Chiengora es el nombre que se utiliza para el hilo hilado con pelo de perro. Chien es perro en francés y gora es de angora, la fibra a la que más se parece el pelo de perro. Hoy en día, cada vez más personas descubren la belleza y la calidez de los gorros, las manoplas e incluso los jerséis hechos con chiengora. La chiengora se considera ahora una fibra de lujo junto con el mohair, el cachemir (pelo de cabra) y el angora (pelo de conejo) (Greer, 2003).

El pelaje tiene una función esencial de regular y conservar el calor del animal, la razón por la cual el pelo de los cachorros sea tupido es por el conjunto de folículos que tiene dependiendo del tamaño, por lo cual es importante el cuidado de estos animales en los primeros 12 meses ya porque de esto depende la calidad del pelaje que tendrá el resto de

vida. Así mismo, el pelo largo de ciertas razas cae cuando pasan de cachorro a adulto o en cambio de estación deshaciéndose del pelaje invernal (Paviletic, 2011).

2.3.3. Propiedades físicas.

La forma de la sección transversal de la mayoría del pelo de perro es casi circular. El patrón de escamas a lo largo del pelo de perro es de mosaico regular y suave en la raíz de la fibra. Sin embargo, hacia la punta de la fibra el patrón alterna de forma de pétalo de diamante a un patrón ondulado (Greer, 2003).

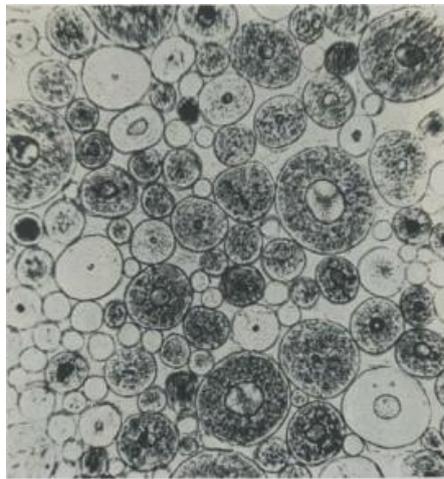


Figura 3. Sección transversal de fibra de perro

Fuente: (Greer, 2003)

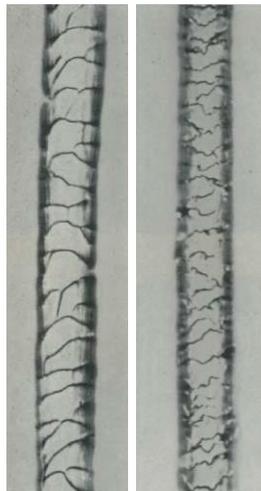


Figura 4. Sección longitudinal de fibra de perro

Fuente: (Greer, 2003)

La característica más llamativa de la FPP es su singular aspecto peludo. Este aspecto peludo y su suavidad es lo que hace que FPP se asemeje tanto a la angora. Una gran ventaja de la fibra de perro es que se esponja a medida que se usa, y así mantiene su nuevo aspecto durante mucho tiempo, lo que la hace muy duradera. Otra gran cualidad es su excepcional calidez, esta cualidad hace que sea muy cómoda de llevar en temperaturas frescas o frías, debido a la capacidad para desprenderse del agua, aísla muy bien en climas fríos y húmedos (Nemr, 2012).

Los recortes de las razas Afghans y Poodles hacen materiales textiles brillante y precioso, muy parecido al mohair ya que el sombreado natural de estos perros da un color impresionante. Además, se recomienda utilizar el pelaje exterior de los perros para los artículos no ponibles porque tienden a ser ásperos y rasposos (Greer, 2003).

El pelo de poodle también se puede mezclar con otras fibras para conseguir un aspecto y un tacto diferentes, y como tiene una amplia gama de tonos, se pueden producir hilos de diferentes colores. La consistencia del pelo del caniche permite utilizar tintes de forma similar a la lana, aunque los pelos más gruesos no aceptan bien los colores claros (Guaratini & Zanoni, 2000).

2.3.4. Definición no tejidos

La necesidad de fabricar nuevos tipos de productos a partir de fibras textiles para uso industrial, así como la obligación por factores ecológicos de la reutilización de residuos de fibra generados por la industria textil convencional, condujo al desarrollo de los no tejidos, cuyas primeras estructuras, fabricados con fibras celulósicas y látex se fabricaron hace varios años atrás en los Estados Unidos. Todo esto se dio por las tecnologías utilizadas en las industrias manufactureras de los textiles, el papel y plásticos, que son las

bases para la fabricación de los no tejidos gracias a las varias combinaciones de los procesos establecidos en las anteriores industrias.

Definir los no tejidos no es una tarea fácil debido a la amplia gama de productos disponibles y también ser diferentes a los tejidos textiles convencionales. Las definiciones más comunes utilizadas hoy en día son:

No tejido es una estructura plana, flexible y porosa, que consiste en un velo o manto de fibras o filamentos, orientados direccional o aleatoriamente, consolidados por procesos mecánicos (fricción) y/o químicos (adhesión) y/o térmicos (cohesión) y combinaciones de estos y pueden clasificarse por el proceso de fabricación, materias primas, características de la fibra/filamento, proceso de consolidación, peso, proceso de transformación y/o conversión, o asociación de estos elementos (Braga Cechinel & Borelli, 2017).

Por otro lado, también conocidos como no texturizados, se obtienen sin el uso de telar. Proceden de elementos fibrosos compactados por medios mecánicos, físicos o químicos, formando una lámina continua. Pueden obtenerse por entrelazado de fibras o por la acción de adhesivos en la fusión de fibras. A diferencia de los textiles obtenidos en telares, en un tejido no tejido las fibras no tienen sentido de dirección: ya no necesitan ser orientadas (Paiva et al., 2019).

Según Andrade (2014), los textiles nonwovens (no tejidos) son los que no están tejidos ni enlazados, por ejemplo el fieltro. Los nonwovens no tiene mucha resistencia (a menos que sean fortalecidos por un forro) y no carecen de elongación. Su elaboración es de bajo costo en comparación a los textiles comunes. La producción de los no tejidos se realiza colocando pequeñas fibras agrupadas en forma de hoja y compactándolas mecánicamente

(como el fieltro), con una goma o entrelazándolas con agujas cerradas de tal forma que la fricción interna de la fibra de como resultado un no tejido resistente.

ISO (2011) define a las telas no tejidas son estructuras de materiales textiles, tales como fibras, filamentos continuos o hilos cortados de cualquier naturaleza u origen, que han sido formados en redes por cualquier medio, y unidos entre sí por cualquier medio, excluyendo el entrelazado de hilos como en la tela tejida, la tela de punto, los encajes, la tela trenzada o la tela tufted.

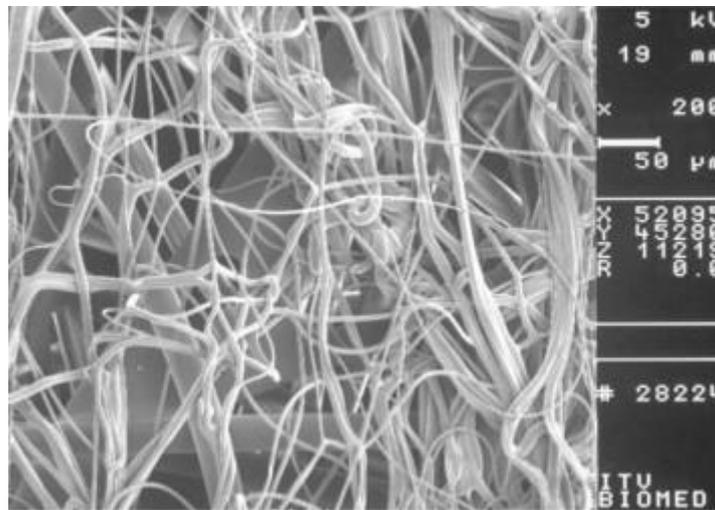


Figura 5. No tejido

Fuente: (Cremers, 2010)

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA

3.1. Tipos de investigación

3.1.1. Método Bibliográfico

Una investigación bibliográfica es el levantamiento o revisión de trabajos publicados sobre la teoría que orientará el trabajo científico o que requieran dedicación, estudio y análisis por parte del investigador que realizará el trabajo científico y tiene como objetivo recopilar y analizar textos publicados, para sustentar el trabajo y artículos científicos (Silva et al., 2021).

Se investigó y se recopiló información a partir de artículos científicos, libros, revistas, tesis de grado confiables de forma digital que fueron importantes para el sustento del marco teórico, así como también de los diferentes capítulos del proyecto.

3.1.2. Método Experimental

Para (Gil, 2010), la investigación experimental es el diseño más prestigioso en los círculos científicos. Consiste esencialmente en determinar un objeto de estudio, seleccionar las variables capaces de influir en él y definir las formas de control y observación de los efectos que la variable produce sobre el objeto. Se trata, por tanto, de una investigación en la que el investigador es un agente activo, y no un observador pasivo.

Sin embargo, la investigación experimental se caracteriza por manipular directamente variables relacionadas con el objeto de estudio. En este tipo de investigación, la manipulación de variables proporciona el estudio de la relación entre las causas y los efectos de un determinado fenómeno. La investigación experimental pretende decir de qué manera o por qué se produce el fenómeno. Para lograr estos resultados, el investigador debe hacer uso de los dispositivos e instrumentos que la técnica moderna pone a su alcance o de procedimientos apropiados capaces de hacer perceptibles las relaciones existentes entre las variables que intervienen en el objeto de estudio (Cervo et al., 2007).

En tanto, el método experimental fue primordial dentro del proyecto, ya mediante el proceso de elaboración de no tejido enfieltrado con el uso de pelo del perro French Poodle, la cual se trabajó con diferentes densidades de este tipo de no tejido, siendo esta tomada como un tipo de variable, para que al culminar la investigación se pueda dar una conclusión en base al valor de las variables encontradas.

3.1.3. Método Comparativo

Según (Fachin, 2005) el método comparativo consiste en investigar hechos para explicarlos según sus semejanzas y diferencias. Permite el análisis de datos concretos, así como la deducción de similitudes y divergencias de elementos constantes, abstractos y generales, proporcionando investigaciones de carácter indirecto.

Este método es uno de los importantes en la investigación, ya que se desarrolló en base a los datos obtenidos de la elaboración de un no tejido con diferentes espesores, las cuales fueron revisadas, comparadas y analizadas tomando en cuenta variables como resistencia a la tracción, elongación, rasgado, pilling y pliegue.

3.1.4. Método Estadístico

Es un método de procedimiento, siendo una técnica para analizar en profundidad un determinado tema que se conoce por su complejidad, este método es relevante para ayudar a simplificar fenómenos complejos que están influenciados por diversos factores. Permitiendo el análisis de determinados problemas clave de forma precisa, y los datos obtenidos permiten dar conclusiones cualitativas, de esta forma se permite analizar fenómenos complejos con mayor claridad (Rosa et al., 2021).

Así mismo, este método se aplicó para analizar la variabilidad de los datos obtenidos en laboratorio con las diferentes muestras de no tejido, lo cual refleja su confiabilidad que proviene de la tabulación de los resultados arrojados por los equipos. Con este método se pudo tener una mejor comprensión del comportamiento de cada una de las muestras, para que con esto se pueda tomar una decisión de cuál tiene óptimas características.

3.1.5. Método Analítico

Este método investigativo que radica en la separación de un todo, deshaciéndolo en fragmentos o elementos para examinar los efectos, la naturaleza y las causas. El análisis es la observación y examen de un hecho en particular. Es importante comprender la naturaleza del fenómeno y elemento a estudiar para conocer su esencia. Este método permite conocer a fondo el tema de estudio, con lo cual es posible: explicar, hacer analogías, percibir mejor su comportamiento y crear nuevas hipótesis (Jalal et al., 2015).

Una vez obtenido el no tejido enfieltrado de pelo de perro French Poodle, con sus diferentes densidades, se procede a recolectar de manera ordenada los datos obtenidos en los diferentes ensayos de laboratorio y se coloca en una tabla donde se puede observar de mejor manera los datos para que con ello sacar una conclusión de los mismos.

3.2. Flujogramas.

3.2.1. Flujograma general.

En el flujograma se detallan los pasos generales para la elaboración de un no tejido a partir de la fibra de perro French Poodle, desde la recolección de las fibras de perro, el proceso por el pasa las fibras para la elaborar el no tejido enfieltrado.



Figura 6. Flujograma General

Fuente: Autor

3.2.2. Flujograma muestral

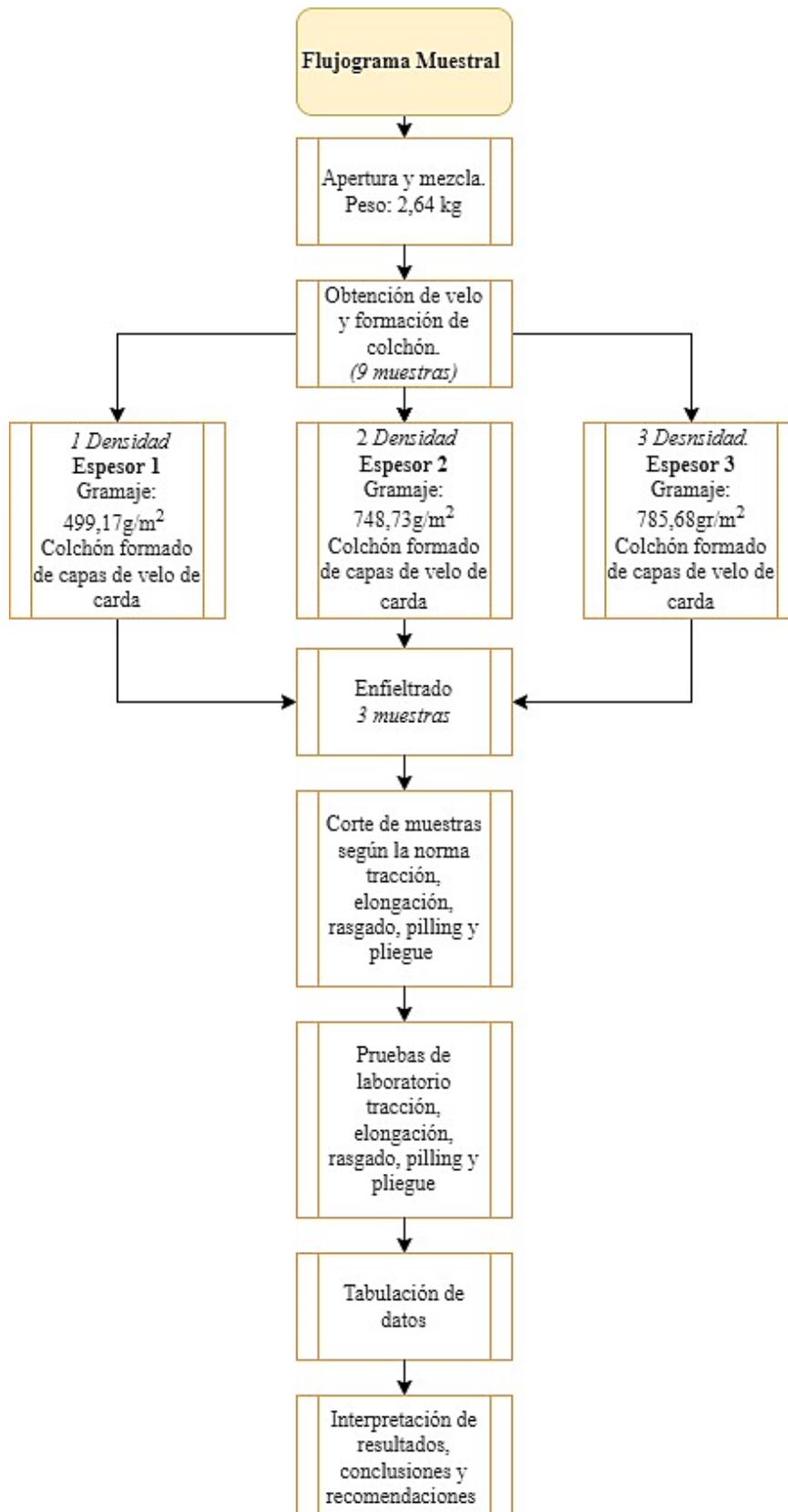


Figura 7. Flujograma Muestral

Fuente: Autor

3.3. Métodos y técnicas.

Para el análisis de las muestras recolectadas del no tejido enfieltrado y de sus características con respecto a la tracción, elongación, rasgado, pilling y pliegue, tomando en cuenta como referencia las siguientes pruebas:

- **ISO 9073-3_1989:** Determinación de la fuerza de rotura y elongación.
- **ASTM D 5587-14:** Método de prueba estándar para resistencia al rasgado por procedimiento trapezoidal.
- **ISO 12945-1:** Determinar la tendencia a formación de bolitas (pilling).
- **ISO 2313:** Recuperación de los textiles al dobléz (pliegue).

3.4. Equipos y materiales.

Para el desarrollo de este proyecto es indispensable del uso de diferentes equipos y materiales para el proceso de elaboración de un no tejido enfieltrado, así como también para el análisis de sus características.

- **Abridora:** Se encarga de abrir la materia prima para facilitar la eliminación de impurezas de mayor tamaño, además de realizar la mezcla de las fibras.



Figura 8. Abridora

Fuente: Autor

- **Carda:** Esta máquina separa, individualiza, paraleliza y limpia las fibras hasta conseguir una masa de fibras ordenadas, homogéneas y limpias en forma de velo y cintas.

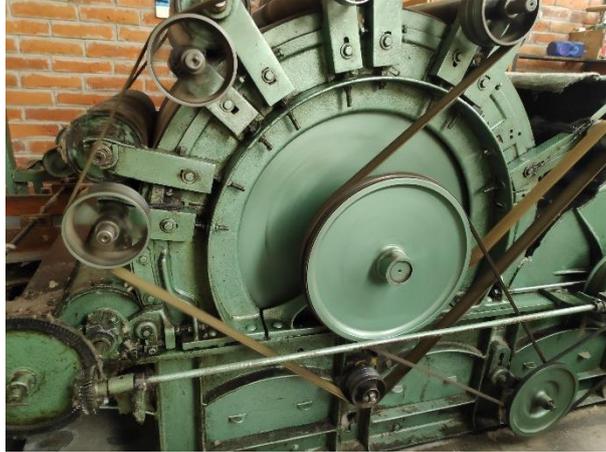


Figura 9. Carda Lanera

Fuente: Autor

- **Plancha:** Elemento necesario para formar el no tejido, mediante movimiento giratorio, vapor y presión.
- **Dinamómetro (Titán⁵ Universal Strength Tester):** Equipo necesario para determinar la resistencia a la tracción y elongación.



Figura 10. Dinamómetro Titán 5

Fuente: Autor

- **Midi-Martindale:** Este equipo tiene como finalidad de dar cierta cantidad de abrasión en diferentes direcciones entre la tela de muestra con una tela abrasiva de lana mixta, ejerciendo presión hasta que se descompongan los tejidos o suceda algún cambio en la apariencia del tejido.



Figura 11. Midi-Martindale

Fuente: Autor

- **Medidor de ángulo de recuperación (SN 150/14/2016):** Equipo que ayuda en la medición del ángulo de recuperación para materiales Textiles.



Figura 12. Medidor de ángulo de recuperación

Fuente: Autor

3.5. Proceso.

Para la elaboración del no tejido enfieltrado, como primer paso fue bañar al canino French Poodle para eliminar algunas suciedades e impurezas que se encuentra en el pelaje, como siguiente paso se dio una cepillada al pelo, con el fin de que su secado sea breve y el pelaje se vuelva suelto, esponjoso y de esta manera se obtiene el pelaje limpio facilitando el proceso de corte. Una vez que el pelo se ha cortado se procede a medir la longitud del pelo para saber cuáles son las longitudes promedio, para finalmente poder ser almacenado.

Para la medición de la longitud FPP se recolectó 5 muestras de cada paca, posteriormente con la ayuda de una regla se evaluó la longitud en centímetros del pelaje y colocadas en una tabla con el fin de conseguir un promedio de las fibras.

Tabla 1. Promedio de longitud (cm) de pelo de French Poodle

Materia Prima	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5	Prom.
1	2,5	2,6	2,3	2,8	2,7	2,32
2	3,2	2,2	2,1	2,9	2,5	2,48
3	4,5	4,1	3,5	3,3	2,8	3,53
4	3,1	2,9	3,2	3,3	3,7	3,37
5	2,3	5,5	3,5	5,5	5,4	4,53
6	4,4	2,1	2,3	2,4	2,6	3,30
7	3,1	3,8	3,6	4,4	3,5	4,23
8	2,3	4	2,8	2,6	3,6	3,88
9	3,7	3,2	3,1	3,2	3,6	4,30
10	3,6	4,2	3,5	3,5	3,8	4,77
11	5,3	6	6,2	6,4	6,1	6,83
12	3,5	3,7	3,3	3,5	4,6	5,10

Fuente: Autor

Como siguiente paso, se procedió a pesar todo el pelo recolectado con un peso de 2.2 kg, el mismo que fue llevado al proceso de apertura para abrir y eliminar impurezas de gran tamaño. Cuando la FPP pasó a la carda se realizó pruebas para verificar la resistencia del velo, en la cual dio como resultado que al 100% FPP no tenía mucha resistencia, para

eso se decidió realizar una mezcla con lana al 5%, 10%, 17%, siendo que al 17% se consiguió un velo con mayor resistencia.

Se realizó los cálculos con los porcentajes de mezcla y se pesó la lana para llevar a la apertura nuevamente para después pase el proceso de cardado, en este proceso se pudo observar que en el ambiente se encontraba mucha fibra flotante. Sin embargo, el velo obtenido es resistente y es enrollada en un cilindro para la formación de capas, la misma que ayudó a la formación de diferentes densidades. El peso de las capas producidas es de 1,64 kg y de desperdicio 0,56 kg.

Una vez obtenidas las capas se formó los 3 tipos de densidades, siendo que la primera densidad cuenta con 2 capas de velo, para la segunda densidad se utilizó 3 capas de velo y para la tercera densidad se usó 4 capas de velo. Con las 3 densidades formadas pasaron al proceso de planchado, en la que se aplicó presión y vapor en el lado frontal del no tejido de FPP durante 2 minutos, en el lado posterior durante 40 segundos, siendo el mismo tiempo para las 3 densidades y con una velocidad de máquina de 700 rpm. Como resultado para las densidades 1, 2 y 3 se obtuvo pesos de 394 gr, 738 gr y 548 gr respectivamente.

Para los diferentes análisis de laboratorio se aplicaron las normas ISO 9073-3_1989 para resistencia a la tracción y elongación, ASTM D 5587-14 para la resistencia al rasgado por procedimiento trapezoidal, ISO 12945-1 para la determinar la tendencia a formación de (pilling) e ISO 2313 para la recuperación de los textiles al doblar (pliegue). Con los resultados obtenidos, se tabularon, codificaron y organizaron en una tabla general para ser analizados en el software estadístico Past 4.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

4.1. Resultados

En el presente capítulo se muestran los resultados obtenidos en los diferentes análisis realizados en los laboratorios de la Carrera de Textiles de la Universidad Técnica del Norte. Se describen los datos obtenidos del no tejido enfieltrado en las pruebas de: tracción, elongación, rasgado, pilling y pliegue, los cuales, están agrupados en tablas para obtener una perspectiva amplia de las características del no tejido FPP.

4.1.1. Resultados de resistencia a la tracción (N).

En siguientes tablas se muestra los datos obtenidos en las pruebas al no tejido enfieltrado de FPP French Poodle con 3 densidades en dirección de cardado y en dirección transversal. Los valores de la resistencia a la tracción están expresada en Newton (N), para lo cual se realizaron 10 muestras, siendo 5 muestras en dirección de cardado (DC) y 5 muestras en dirección transversal (DT).

Tabla 2. Datos de tracción densidad 1, dirección de cardado y trasversal

Probeta – D1	Fuerza-DC (N)	Fuerza-DT (N)
1	357,39	219,01
2	247,13	212,12
3	326,67	240,05
4	234,62	201,08
5	217,53	220,05
Media	276,67	218,46
Desviación típica	61,55	14,24
Límites de confianza	±76,31	±17,66
Coefficiente de Variación	22,25%	6,52%

En la siguiente tabla se muestra los resultados del ensayo a la tracción del no Tejido enfieltrado de FPP de la densidad 2 en dirección de cardado y trasversal.

Tabla 3. Datos de tracción densidad 2, dirección de cardado y trasversal

Probeta – D2	Fuerza-DC (N)	Fuerza-DT (N)
1	647,49	553,74
2	561,9	518,63
3	601,57	373,35
4	575,61	381,74
5	559,7	504,13
Media	589,25	466,32
Desviación típica	36,58	83,07
Límites de confianza	±45,34	±102,99
Coefficiente de Variación	6,21%	17,81%

En la siguiente tabla se observa los resultados del ensayo a la tracción del no Tejido enfieltrado de FPP de la muestra 3, en dirección de cardado y transversal.

Tabla 4. Datos de tracción densidad 3 en dirección de cardado y trasversal

Probeta – D3	Fuerza-DC (N)	Fuerza-DT (N)
1	944,5	557,11
2	701,44	460,5
3	683,35	366,05
4	850,53	487,91
5	900,05	591,62
Media	815,97	492,64
Desviación típica	117,78	88,08
Límites de confianza	±146,01	±109,19
Coefficiente de Variación	14,43%	17,88%

4.1.2. Resultados de resistencia a la elongación.

En la siguiente tabla se muestra los valores de la resistencia a la elongación en porcentaje (%) que se obtuvieron en las pruebas del no tejido enfieltrado de FPP, se realizaron 10 muestras, siendo 5 en DC y 5 en DT.

Tabla 5. Datos de elongación densidad 1 en dirección de cardado y trasversal

Probeta – D1	Extensión-DC (%)	Extensión-DT (%)
1	72,66	81,7
2	71,12	82,49
3	54,58	81,09
4	59,02	68,13
5	55,5	77,96
Media	62,58	78,27
Desviación típica	8,68	5,92
Límites de confianza	±10,76	±7,34
Coefficiente de Variación	13,87%	7,57%

En la siguiente tabla se observa los resultados del ensayo a la elongación del no tejido enfieltrado de FPP de la muestra 2, en dirección de cardado y transversal.

Tabla 6. Datos de elongación densidad 2 en dirección de cardado y trasversal

Probeta – D2	Extensión-DC (%)	Extensión-DT (%)
1	59,21	72,19
2	61,56	62,15
3	57,59	75,6
4	58,15	72,4
5	47,99	78,91
Media	56,9	72,25
Desviación típica	5,21	6,28
Límites de confianza	±6,45	±7,78
Coefficiente de Variación	9,15%	8,69%

En la siguiente tabla se indica los resultados del ensayo a la elongación del no tejido enfieltrado de FPP de la muestra 3, en dirección de cardado y transversal.

Tabla 7. Datos de elongación densidad 3 en dirección de cardado y trasversal

Probeta – D3	Extensión-DC (%)	Extensión-DT (%)
1	56,88	78,57
2	56,53	75,42
3	56,86	73,7
4	48,22	75,24
5	59,23	82,04
Media	55,54	76,99
Desviación típica	4,24	3,33
Límites de confianza	±5,25	±4,13
Coefficiente de Variación	7,62%	4,33%

4.1.3. Resultados de resistencia al rasgado.

En la siguiente tabla se observa los datos de la resistencia al rasgado expresado (N) que se obtuvieron en las pruebas de las muestras de no tejido enfieltrado realizadas en el dinamómetro mediante el procedimiento trapezoidal, para lo cual se realizaron 10 muestras, siendo 5 en DC y 5 en DT.

Tabla 8. Datos de rasgado densidad 1 en dirección de cardado y trasversal

Probeta-D1	Picos más altos-DC (N)	Pico único-DC (N)	Picos más altos-DT (N)	Pico único-DT (N)
1	115,17	119,77	269,86	286,41
2	117,46	120,87	256,78	259,19
3	111,53	112,96	298,35	339,5
4	123,43	123,43	217,89	232,78
5	110,54	286,23	286,23	128,59
Media	115,626	152,652	265,822	249,294
Desviación típica	5,17	74,77	31,10	78,19
Coeficiente de Variación	4,48%	48,98%	11,70%	31,36%

En la siguiente tabla se muestra los resultados del ensayo al rasgado del no tejido enfieltrado de FPP de la muestra 2, en dirección de cardado y trasversal.

Tabla 9. Datos de rasgado densidad 2 en dirección de cardado y trasversal

Probeta-D2	Picos más altos-DC (N)	Pico único-DC (N)	Picos más altos-DT (N)	Pico único-DT (N)
1	245,31	248,55	427,92	427,92
2	228,84	228,84	292,62	304,57
3	342,16	342,16	583,26	583,26
4	258,44	258,44	555,61	555,61
5	202,22	203,19	266,32	292,69
Media	255,39	256,24	425,15	432,81
Desviación típica	52,85	52,47	145,62	135,85
Coeficiente de Variación	20,69%	20,48%	34,25%	31,39%

En la siguiente tabla se observa los resultados del ensayo al rasgado del no tejido enfieltrado de FPP de la muestra 3, en dirección de cardado y transversal.

Tabla 10. Datos de rasgado densidad 3 en dirección de cardado y trasversal

Probeta-D3	Picos más altos-DC (N)	Pico único-DC (N)	Picos más altos-DT (N)	Pico único-DT (N)
1	300,44	328,2	237,82	300,44
2	329,13	365,14	331,22	329,13
3	370,38	421,64	390,55	370,38
4	426,68	443,43	264,61	426,68
5	374,92	374,92	225,27	374,92
Media	360,31	386,67	289,89	360,31
Desviación típica	48,16	46	69,58	48,16
Coefficiente de Variación	13,37%	11,90%	24,00%	13,37%

4.1.4. Resultados de resistencia al pilling (ciclos).

En la siguiente tabla se observa los datos de la resistencia al pilling que se obtuvieron en las pruebas de las muestras de no tejido enfieltrado realizadas en el Martindale, para lo cual se realizaron 3 muestras, en cada una de las densidades del no tejido obtenido.

Tabla 11. Resultados de la resistencia al Pilling

Ciclos	Densidad 1			Densidad 2			Densidad 3		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c
500	4	4	4	3	4	1	1	1	1
1000	2	2	2	1	1	1	1	1	1
2000	1	1	1	1	1	1	1	1	1

4.1.5. Resultados de resistencia al pliegue (grados).

En la siguiente tabla se muestra los valores de la resistencia al pliegue expresado en ángulos (°) que se obtuvieron en las pruebas de laboratorio de las 3 densidades obtenidas, para las que se realizaron 12 muestras, siendo 6 en DC y 6 en DT, de las cuales 3 muestras

se analizaron en la parte frontal (F) y 3 muestras en la parte posterior (P) del no tejido enfieltrado de FPP.

Tabla 12. Datos de pliegue densidad 1 en dirección de cardado y transversal

Probeta – D1	Pliegue-DC (°)	Pliegue-DT (°)
1F	70	83
2F	75	90
3F	74	73
4P	70	74
5P	71	84
6P	75	76
Media	72,5	80

En la siguiente tabla se observa los resultados del ensayo al pliegue del no tejido enfieltrado de FPP de la muestra 2, en dirección de cardado y transversal.

Tabla 13. Datos de pliegue densidad 2 en dirección de cardado y transversal

Probeta – D2	Pliegue-DC (°)	Pliegue-DT (°)
1F	90	71
2F	89	75
3F	85	71
4P	71	70
5P	80	82
6P	70	90
Media	80,83	76,5

En la siguiente tabla se observa los resultados del ensayo al doblez del no tejido enfieltrado de FPP de la muestra 3, en dirección de cardado y transversal.

Tabla 14. Datos de pliegue densidad 3 en dirección de cardado y trasversal

Probeta – D3	Pliegue-DC (°)	Pliegue-DT (°)
1F	77	76
2F	82	81
3F	86	82
4P	76	78
5P	76	83
6P	89	78
Media	81	79,66

4.1.6. Tabla general de resultados tracción, abrasión, elongación, rasgado, pilling y pliegue.

En la siguiente tabla se da a conocer de manera general los resultados conseguidos en los análisis realizados en los diferentes equipos de laboratorio, en la cual se muestra los datos obtenidos en las 3 densidades de acuerdo al número de capas en las pruebas realizadas de: tracción, elongación, rasgado, pilling y pliegue de las diferentes muestras aplicando las normas correspondientes.

Tabla 15. Tabla general de análisis

	D1DCT (N)	D2DCT (N)	D3DCT (N)	D1DTT (N)	D2DTT (N)	D3DTT (N)	D1DCE (%)	D2DCE (%)	D3DCE (%)	D1DTE (%)	D2DTE (%)	D3DTE (%)	D1DCR (N)	D2DCR (N)	D3DCR (N)	D1DTR (N)	D2DTR (N)
1	357,39	647,49	944,5	219,01	553,74	557,11	72,66	59,21	56,88	81,7	72,19	78,57	115,17	245,31	237,82	269,86	427,92
2	247,13	561,9	701,44	212,12	518,63	460,5	71,12	61,56	56,53	82,49	62,15	75,42	117,46	228,84	331,22	256,78	292,62
3	326,67	601,57	683,35	240,05	373,35	366,05	54,58	57,59	56,86	81,09	75,6	73,7	111,53	342,16	390,55	298,35	583,26
4	234,62	575,61	850,53	201,08	381,74	487,91	59,02	58,15	48,22	68,13	72,4	75,24	123,43	258,44	264,61	217,89	555,61
5	217,53	559,7	900,05	220,05	504,13	591,62	55,5	47,99	59,23	77,96	78,91	82,04	110,54	202,22	225,27	286,23	266,32
	D3DTR (N)	D1DCP (°)	D2DCP (°)	D3DCP (°)	D1DTP (°)	D2DTP (°)	D3DTP (°)	D1PC500	D2C500	D3PC500	D1PC1000	D2PC1000	D3PC1000	D1PC2000	D2C2000	D3PC2000	
1	300,44	70	90	77	83	71	76	4	2,66	1	2	1	1	1	1	1	
2	329,13	75	89	82	90	75	81	4	2,66	1	2	1	1	1	1	1	
3	370,38	74	85	86	73	71	82	4	2,66	1	2	1	1	1	1	1	
4	426,68	70	71	76	74	70	78	4	2,66	1	2	1	1	1	1	1	
5	374,92	71	80	76	84	82	83	4	2,66	1	2	1	1	1	1	1	

Nota: Significado de siglas propuestas **D1DCT**- Densidad 1 Dirección de Cardado Tracción, **D1DTT**- Densidad 1 Dirección Transversal Tracción, **D1DCE**- Densidad 1 Dirección de Cardado Elongación, **D1DTE**- Densidad 1 Dirección Transversal Elongación, **D1DCR**- Densidad 1 Dirección de Cardado Rasgado, **D1DTR**-Densidad 1 Dirección Transversal Rasgado, **D1DCP**- Densidad 1 Dirección Cardado Pliegue, **D1DTP**- Densidad 1 Dirección Transversales Pliegue, **D1PC500**- Densidad 1 Pilling Ciclos 500.

4.2. Discusión de resultados

4.2.1. Normalidad de los Datos

En la siguiente tabla se muestra el análisis de normalidad de los datos encontrados en las pruebas de laboratorio del No Tejido enfriado de FPP, de tal forma que estos resultados se comprueben que el p valor sea normal en los distintos autores, siendo que si estos son mayor a 0,05 el resultado o la hipótesis son aceptados como una distribución normal.

De acuerdo a los métodos Jaque-Bera JB. Certifican que los valores obtenidos en estos métodos son mayores a $p > 0,05$, por tanto, los resultados presentan una confiabilidad del 95%, dando la seguridad que los datos no han sufrido ninguna modificación en las pruebas de tracción, elongación, rasgado, pliegue y pilling.

	D1DCT (N)	D1DTT (N)	D2DCT (N)	D2DTT (N)	D3DCT (N)	D3DTT (N)
N	5	5	5	5	5	5
Shapiro-Wilk W	0.8753	0.9537	0.8622	0.8473	0.8842	0.9671
p(normal)	0.2887	0.7637	0.2363	0.186	0.329	0.8562
Anderson-Darling A	0.3753	0.255	0.3835	0.4304	0.3377	0.1879
p(normal)	0.2534	0.5411	0.2395	0.1722	0.3276	0.7981
p(Monte Carlo)	0.2903	0.6473	0.2749	0.1889	0.3761	0.883
Lilliefors L	0.2843	0.2556	0.2454	0.2755	0.2346	0.1679
p(normal)	0.2075	0.3543	0.4177	0.2473	0.4907	0.9182
p(Monte Carlo)	0.2226	0.3524	0.4159	0.2554	0.4931	0.9367
Jarque-Bera JB	0.6674	0.2485	0.7337	0.6808	0.6244	0.3347
p(normal)	0.7163	0.8831	0.6929	0.7115	0.7318	0.8459
p(Monte Carlo)	0.2835	0.8955	0.1929	0.2601	0.3403	0.815

	D1DCE (%)	D1DTE (%)	D2DCE (%)	D2DTE (%)	D3DCE (%)	D3DTE (%)
N	5	5	5	5	5	5
Shapiro-Wilk W	0.827	0.7771	0.8163	0.9079	0.764	0.9083
p(normal)	0.1322	0.05204	0.1093	0.4551	0.03992	0.4573
Anderson-Darling A	0.4544	0.5914	0.5437	0.3404	0.6903	0.3224
p(normal)	0.1449	0.05599	0.07834	0.3216	0.0279	0.363
p(Monte Carlo)	0.1589	0.0515	0.0802	0.363	0.0224	0.4175
Lilliefors L	0.259	0.2827	0.3527	0.2962	0.3921	0.2818
p(normal)	0.3344	0.2146	0.04068	0.1619	0.01323	0.2185
p(Monte Carlo)	0.3406	0.231	0.0388	0.1687	0.0112	0.2328
Jarque-Bera JB	0.7323	1.243	1.145	0.5663	1.284	0.5717
p(normal)	0.6934	0.5372	0.5642	0.7534	0.5262	0.7514
p(Monte Carlo)	0.1964	0.0469	0.0587	0.444	0.0422	0.4324

Tests for normal distribution						
	D1DCR (N)	D1DTR (N)	D2DCR (N)	D2DTR (N)	D3DCR (N)	D3DTR (N)
N	5	5	5	5	5	5
Shapiro-Wilk W	0.9333	0.9484	0.8979	0.886	0.9051	0.972
p(normal)	0.6188	0.726	0.3982	0.3372	0.4386	0.8879
Anderson-Darling A	0.2414	0.2244	0.3518	0.3167	0.3003	0.1988
p(normal)	0.5845	0.6501	0.2978	0.3769	0.4202	0.7561
p(Monte Carlo)	0.6963	0.7595	0.3339	0.4281	0.4831	0.8429
Lilliefors L	0.1857	0.1856	0.277	0.2186	0.2418	0.1828
p(normal)	0.828	0.8282	0.2401	0.6045	0.4414	0.8444
p(Monte Carlo)	0.8566	0.8546	0.2532	0.6164	0.4374	0.8699
Jarque-Bera JB	0.4617	0.4659	0.729	0.6077	0.5813	0.2515
p(normal)	0.7939	0.7922	0.6945	0.738	0.7478	0.8819
p(Monte Carlo)	0.6135	0.5962	0.1991	0.3707	0.408	0.8984

Tests for normal distribution						
	D1DCP (°)	D1DTP (°)	D2DCP (°)	D2DTP (°)	D3DCP (°)	D3DTP (°)
N	5	5	5	5	5	5
Shapiro-Wilk W	0.836	0.9092	0.9052	0.8091	0.8273	0.9283
p(normal)	0.1542	0.4631	0.4391	0.096	0.1327	0.5846
Anderson-Darling A	0.4357	0.3055	0.2941	0.5247	0.4655	0.2604
p(normal)	0.1658	0.4059	0.4377	0.08958	0.1338	0.5269
p(Monte Carlo)	0.1949	0.474	0.5053	0.0928	0.1503	0.6242
Lilliefors L	0.2651	0.2279	0.2015	0.3134	0.3052	0.2342
p(normal)	0.3003	0.538	0.7266	0.1097	0.1327	0.4934
p(Monte Carlo)	0.3024	0.5462	0.7634	0.1146	0.1438	0.4933
Jarque-Bera JB	0.6988	0.4475	0.5858	0.9466	0.6851	0.5455
p(normal)	0.7051	0.7995	0.7461	0.6229	0.71	0.7613
p(Monte Carlo)	0.2401	0.6443	0.404	0.0981	0.2555	0.4693

Figura 13. Normalidad de datos de la prueba de tracción, elongación, rasgado, plegue, pilling

Fuente. Autor

4.2.2. Análisis de la varianza

El análisis de la varianza se realiza con el fin de calcular la variación que existe en los datos obtenidos en las pruebas realizadas, llevada a cabo en el programa estadístico Past4, en donde se puede encontrar los resultados cada una de las pruebas realizadas en las diferentes densidades elaboradas.

 Univariate statistics

	D1DCT (N)	D1DTT (N)	D2DCT (N)	D2DTT (N)	D3DCT (N)	D3DTT (N)
N	5	5	5	5	5	5
Min	217.53	201.08	559.7	373.35	683.35	366.05
Max	357.39	240.05	647.49	553.74	944.5	591.62
Sum	1383.34	1092.31	2946.27	2331.59	4079.87	2463.19
Mean	276.668	218.462	589.254	466.318	815.974	492.638
Std. error	27.52642	6.368747	16.35689	37.15198	52.67304	39.3915
Variance	3788.518	202.8047	1337.739	6901.346	13872.25	7758.45
Stand. dev	61.55094	14.24095	36.57511	83.07434	117.7805	88.08207
Median	247.13	219.01	575.61	504.13	850.53	487.91
25 prcntil	226.075	206.6	560.8	377.545	692.395	413.275
75 prcntil	342.03	230.05	624.53	536.185	922.275	574.365
Skewness	0.6147884	0.6576203	1.282078	-0.3947753	-0.2745282	-0.502438
Kurtosis	-2.354081	1.424568	0.9982616	-2.913342	-2.766342	-0.293195
Geom. mean	271.4015	218.0959	588.3725	460.1697	809.0184	485.9804
Coeff. var	22.24722	6.518731	6.207019	17.81496	14.43434	17.87967

 Univariate statistics

	D1DCE (%)	D1DTE (%)	D2DCE (%)	D2DTE (%)	D3DCE (%)	D3DTE (%)
N	5	5	5	5	5	5
Min	54.58	68.13	47.99	62.15	48.22	73.7
Max	72.66	82.49	61.56	78.91	59.23	82.04
Sum	312.88	391.37	284.5	361.25	277.72	384.97
Mean	62.576	78.274	56.9	72.25	55.544	76.994
Std. error	3.88161	2.649918	2.328931	2.80726	1.893628	1.489133
Variance	75.33448	35.11033	27.1196	39.40355	17.92913	11.08758
Stand. dev	8.679544	5.925397	5.207648	6.277225	4.23428	3.329802
Median	59.02	81.09	58.15	72.4	56.86	75.42
25 prcntil	55.04	73.045	52.79	67.17	52.375	74.47
75 prcntil	71.89	82.095	60.385	77.255	58.055	80.305
Skewness	0.4706802	-1.815283	-1.745227	-1.174632	-1.850509	0.985921
Kurtosis	-3.061052	3.260691	3.565996	2.063027	3.934379	0.01060464
Geom. mean	62.10443	78.08366	56.69545	72.02149	55.40678	76.93732
Coeff. var	13.8704	7.570071	9.152282	8.6882	7.62329	4.324755

 Univariate statistics

	D1DCR (N)	D1DTR (N)	D2DCR (N)	D2DTR (N)	D3DCR (N)	D3DTR (N)
N	5	5	5	5	5	5
Min	110.54	217.89	202.22	266.32	225.27	300.44
Max	123.43	298.35	342.16	583.26	390.55	426.68
Sum	578.13	1329.11	1276.97	2125.73	1449.47	1801.55
Mean	115.626	265.822	255.394	425.146	289.894	360.31
Std. error	2.314287	13.9106	23.63461	65.12197	31.11809	21.53653
Variance	26.77963	967.5243	2792.973	21204.36	4841.678	2319.111
Stand. dev	5.174904	31.10505	52.84859	145.6172	69.58217	48.15715
Median	115.17	269.86	245.31	427.92	264.61	370.38
25 prcntil	111.035	237.335	215.53	279.47	231.545	314.785
75 prcntil	120.445	292.29	300.3	569.435	360.885	400.8
Skewness	0.8450933	-0.9397979	1.36382	-0.02166965	0.8201482	0.1924591
Kurtosis	0.1417197	0.784186	2.444273	-2.83038	-1.026903	-0.2714836
Geom. mean	115.5346	264.2869	251.3808	404.3342	283.5765	357.7361
Coeff. var	4.475554	11.70146	20.69296	34.25109	24.00262	13.36548



Univariate statistics

	D1DCP (°)	D1DTP (°)	D2DCP (°)	D2DTP (°)	D3DCP (°)	D3DTP (°)
N	5	5	5	5	5	5
Min	70	73	71	70	76	76
Max	75	90	90	82	86	83
Sum	360	404	415	369	397	400
Mean	72	80.8	83	73.8	79.4	80
Std. error	1.048809	3.215587	3.478505	2.222611	1.989975	1.30384
Variance	5.5	51.7	60.5	24.7	19.8	8.5
Stand. dev	2.345208	7.190271	7.778175	4.969909	4.449719	2.915476
Median	71	83	85	71	77	81
25 prcnil	70	73.5	75.5	70.5	76	77
75 prcnil	74.5	87	89.5	78.5	84	82.5
Skewness	0.5814565	0.03712302	-1.051894	1.542074	1.005625	-0.6052891
Kurtosis	-2.628099	-1.858775	0.37716	1.946762	-0.8463422	-1.598616
Geom. mean	71.96967	80.54357	82.69513	73.67124	79.30235	79.9571
Coeff. var	3.257233	8.898851	9.371295	6.734295	5.60418	3.644345



Univariate statistics

	D1PC500	D2C500	D3PC500	D1PC1000	D2PC1000	D3PC1000
N	5	5	5	5	5	5
Min	4	2,66	1	2	1	1
Max	4	2,66	1	2	1	1
Sum	20	13,3	5	10	5	5
Mean	4	2,66	1	2	1	1
Std. error	0	0	0	0	0	0
Variance	0	0	0	0	0	0
Stand. dev	0	0	0	0	0	0
Median	4	2,66	1	2	1	1
25 prcnil	4	2,66	1	2	1	1
75 prcnil	4	2,66	1	2	1	1
Skewness	0	0	0	0	0	0
Kurtosis	0	0	0	0	0	0
Geom. mean	4	2,66	1	2	1	1
Coeff. var	0	0	0	0	0	0



Univariate statistics

	D1PC2000	D2C2000	D3PC2000
N	5	5	5
Min	1	1	1
Max	1	1	1
Sum	5	5	5
Mean	1	1	1
Std. error	0	0	0
Variance	0	0	0
Stand. dev	0	0	0
Median	1	1	1
25 prcnil	1	1	1
75 prcnil	1	1	1
Skewness	0	0	0
Kurtosis	0	0	0
Geom. mean	1	1	1
Coeff. var	0	0	0

Figura 14. Análisis de varianza de tracción, elongación, rasgado, pliegue y pliegue.

Fuente. Autor

Se observa en los datos arrojados por el software estadístico Past 4, se pudo observar un mayor (CV=34,25) en la densidad 2 en dirección transversal en la prueba de rotura (D2DTR), esto hace referencia a la variación de uniformidad de las muestras analizadas, dándole mayor resistencia al rasgado. Por otro lado, en el análisis de pilling el valor del (CV=0), esto se debe a que los valores idénticos de las pruebas.

4.2.3. Análisis e interpretación de resultados tracción, abrasión, elongación, rasgado, pilling y pliegue.

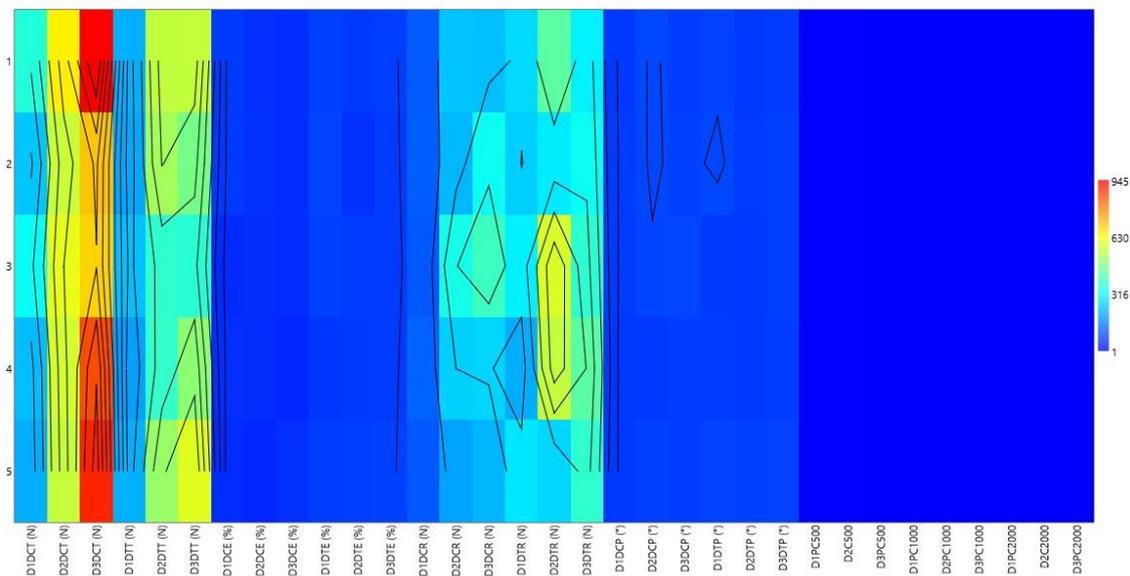


Figura 15. Gráfica general Matrix Plot de tracción, elongación, rasgado, pliegue y pilling

Fuente. Autor

En la figura 15 se representan de manera gráfica los resultados, indicando que en la prueba de resistencia a la tracción en dirección del cardado se puede observar un cambio de coloración significativo a medida que se incrementa la densidad del no tejido. Por otro lado, en la dirección transversal en la densidad 1 inca un ligero cambio en comparación a la densidad 2 y 3 que son semejantes, haciendo referencia a que la resistencia tracción en sentido transversal es menor que la dirección de cardado.

Sin embargo, en la prueba de resistencia a la elongación no se puede notar cambios de coloración, lo que indica que su porcentaje de elongación tiene una ligera variación de datos en dirección de cardado y transversal. De igual forma, se puede percibir el mismo efecto en la prueba de pliegue sin que haya un cambio significativo en el ángulo entre sus muestras tanto en densidad como en dirección. Por otro lado, en la prueba de pilling se muestra de igual forma una uniformidad en la coloración, ya que la valoración obtenida en este análisis muestra la formación de pilling desde los primeros ciclos.

En la prueba de rasgado en dirección del cardado se puede observar que las muestras de la densidad 1, muestran una coloración parecida haciendo referencia a la uniformidad de los volares, a diferencia de las densidades 2 y 3 que tiene un cambio de color haciendo referencia a que los valores obtenidos tienen variación. En tanto, en la dirección transversal se revelan que las muestras de las 3 densidades tienden a ser diferentes, aquí se indica la falta de regularidad que tiene las muestras del no tejido.

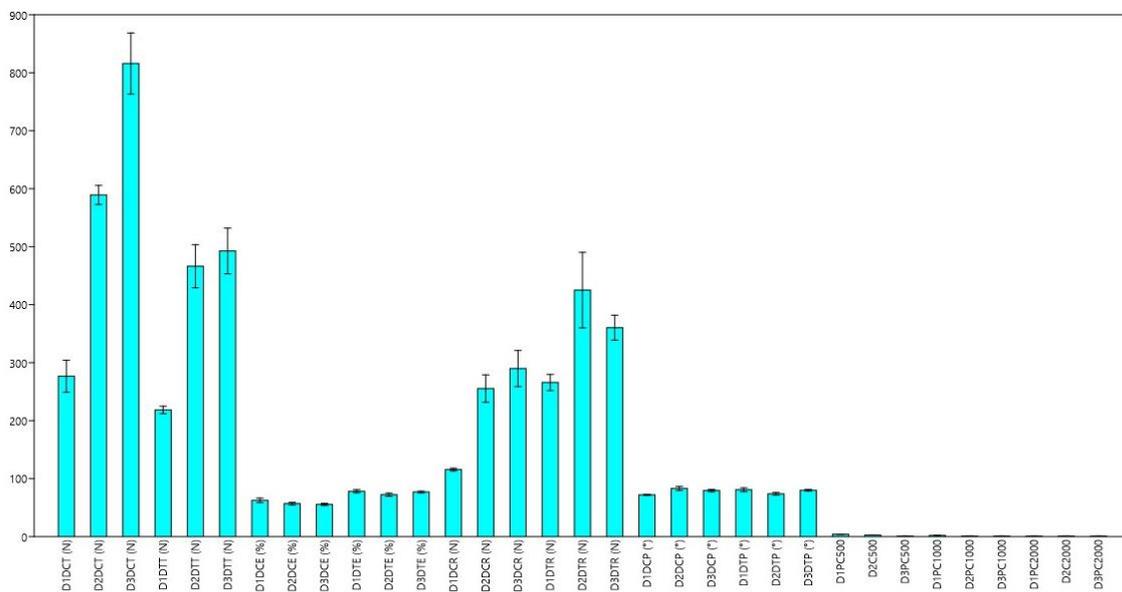


Figura 16. Gráfica de barras general de resultados

Fuente. Autor

En la Figura 16 la gráfica de barras muestra que, en la prueba de tracción en dirección de cardado se puede observar que a medida que la densidad aumenta también se incrementa la resistencia N, caso contrario ocurre en el sentido transversal se puede notar que la resistencia N es inferior en las 3 densidades, esto se produce por la paralización de las fibras en la dirección del cardado, en cambio, en sentido transversal no se tiene cohesión interfibra ocasionando la baja resistencia.

En la prueba de resistencia a la elongación, se puede ver observar que el porcentaje de elongación en sentido transversal es ligeramente mayor con una uniformidad de valores en las 3 densidades, a diferencia en el sentido de cardado que el porcentaje de elongación es menor, pero de igual manera con una igualdad de valores en las 3 densidades. Esto quiere decir que, la densidad no afecta al porcentaje de elongación, más bien se puede notar una diferencia porcentaje de elongación en la dirección sea de cardado o transversal del no tejido.

En la prueba de resistencia al rasgado, los valores en dirección del cardado, indican que a mayor es la densidad del no tejido la resistencia al rasgado va aumentando, al contrario de lo que se muestra en los datos en la dirección transversal, que muestra un incremento en los valores resistencia, indicando que al no tejido en dirección transversal se debe aplicar mayor fuerza, ya que este tiene que romper las fibras.

Los datos de la prueba de resistencia al pliegue, tiende a tener similitud tanto en dirección del cardado como en transversal y en la densidad, esto muestra que el no tejido tiene la capacidad de conservar su forma. Finalmente, en la prueba de pilling, el no tejido es propenso a la formación de bolitas o pilling recibiendo calificación bajas desde los primeros 500 ciclos, ya que el no tejido solo es entrecruzamiento de fibras.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1. Conclusiones

Luego de haber realizado el proyecto de investigación de la elaboración de un no tejido enfieltrado, se obtienen las siguientes conclusiones:

- Al elaborar en no tejido se recopiló la materia prima de los diferentes estéticas caninas con un costo de 0 dólares por ser reciclado, con una longitud de valores mínimos de 2,32 cm y máximo de 6,83 cm con un valor promedio de 4,05 cm (CV=30,17).
- Para la elaboración del no tejido se observó que, en porcentaje de 100% fibra de pelo de perro (FPP) en velo obtenido presentó una baja resistencia, producto de una deficiente cohesión interfibra, esto provocó que la recolección del velo sea complicada, por lo que fue necesario colocar fibra larga para mejorar la resistencia. Para esto, se realizó una mezcla con lana de oveja al 17% y pelo de perro al 83% logrando así una resistencia significativa, la cual fue manipulada con mayor facilidad para la formación de capas y ser planchando para la obtención del no tejido en diferentes densidades.
- Para conseguir enfieltrado del no tejido de FPP en sus 3 densidades (499,17g/m², 748,73 g/m², 785,68 g/m²), se aplicó a la plancha a vapore 140 °C por 2 min en la parte frontal y de 40 segundos en la parte posterior para lograr un mejor

enfieltrado en ambos lados del no tejido. Indicando que el tiempo para formar el enfieltrado en la FPP French Poodle es corto.

- Además, se determina que la mayor resistencia a la tracción se logró en la densidad 3, la cual cuenta con 4 capas de FPP resistiendo una fuerza promedio de 815,97 N con (CV=17,88) en dirección del cardado. En la resistencia a la elongación tiende a ser similar en la densidad 1 (DC 62,58% – DT 78,27%), densidad 2 (DC 56,9% – DT 772,25%) y densidad 3 (DC 55,54% – DT 76,99%), en dirección de cardado como transversal y no existe diferencias significativas entre las muestras ($p>0,05$).
- Por otro lado, la prueba de resistencia al rasgado en sus 3 densidades se aplica mayor fuerza en dirección transversal, por encontrarse las fibras en dirección longitudinal y debe romper las fibras para poder rasgar la muestra, logrando obtener una mayor resistencia promedio de 350,43 N ($p>0,05$) encontrando una mínima diferencias en su resistencia de las 3 densidades.
- En las pruebas de resistencia al pliegue se puede notar que no cuenta con un buen ángulo de recuperación, dando valores semejantes en la densidad 1 (DC 72,5° – DT 80°), densidad 2 (DC 80,83° – DT 76,5°) y densidad 3 (DC 81° – DT 79,66°) (CV_{max}=9.37) tanto en dirección de cardado como transversal, indicando que si el no tejido es doblado este va a conservar su forma.
- La prueba de resistencia pilling (formación de bolitas) en densidad 1, 2 y 3 se nota desde los 500 ciclos, indicando que es propenso a la formación de bolitas cuando el no tejido es sometido algún frote.

5.2. Recomendaciones

Para la continuación del proyecto de investigación de la elaboración de un no tejido enfieltrado a partir del pelo de perro (French Poodle) se recomienda lo siguiente:

- Se recomienda realizar fibras con longitudes mayores a 2 cm para mantener la resistencia en el velo de cardado.
- Utilizar los debidos equipos de protección personal, debido a la existencia de gran cantidad de fibra corta que flota en el ambiente al momento de cardar.
- Realizar mezclas con otros tipos de fibras tanto naturales como artificiales en diferentes porcentajes, para verificar el comportamiento en la resistencia de la cohesión interfibra en velo de carda.
- Con relación al proceso de elaboración de no tejido se recomienda realizar nuevas investigaciones con otros métodos como: Punzonado, resinado y otros.

5.3. Referencias Bibliográficas

- Andrade, A. (2014). *Uso del no tejido de lana como retardante del tiempo de descarga de las baterías utilizadas en los dispositivos electrónicos portátiles* [UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE].
<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/3780/1/04 IT 164 TESIS.pdf>
- Constitución De La República Del Ecuador, 449 Registro Oficial 25 (2008).
https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/02/Constitucion-de-la-Republica-del-Ecuador_act_ene-2021.pdf
- Braga Cechinel, C. E., & Borelli, C. (2017). Análise da influência da gramatura, espessura e das proporções das fibras PAN oxidada e poliéster nas propriedades de um Não-tecido. *VII Simpósio de Iniciação Científica*.
https://fei.edu.br/sites/sicfei/2017/eng-textil/SICFEI_2017_paper_237.pdf
- Cervo, A., Bervian, P., & Da Silva, R. (2007). *Metodologia Científica* (P. P. Hall (ed.); 6th ed.).
- Chicaiza, V. (2018). *Género textil a partir del pelaje canino* [Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/28505/1/ChicaizaValeria.pdf>
- Cremers, J. M. (2010). Textiles for insulation systems, control of solar gains and thermal losses and solar systems. In *Textiles, Polymers and Composites for Buildings*. Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1533/9780845699994.2.351>
- Crolius, K., & Montgomery, A. (2004). *Knitting With Dog Hair*. Hutchinson .
- Fachin, O. (2005). *Fundamentos de Metodologia* (5th ed.). Editora Saraiva.
<http://maratavarespsictics.pbworks.com/w/file/attach/74302802/FACHIN-Odilia-fundamentos-de-Metodologia.pdf>
- Gil, A. (2010). *Como Elaborar Projetos de Pesquisa* (Atlas (ed.); 5th ed.).

- Google Maps. (2022a). *Ubicación de la empresa ESPATEX*.
<https://www.google.com.ec/maps/place/Macakus/@0.3444173,-78.1346505,19.09z/data=!4m1!3m1!1s0x8e2a2335c2146ed5:0xf0f1df0dd784a7f6!2sEstadio+Universitario,+Av.+Padre+Aurelio+Espinosa+Polit,+Ibarra+100112!3b1!8m2!3d0.3470695!4d-78.1060158!3m4!1s0x8e2a3d>
- Google Maps. (2022b). *Ubicación del laboratorio de la Carrera de Textiles*.
<https://www.google.com.ec/maps/place/Estadio+Universitario,+Av.+Padre+Aurelio+Espinosa+Polit,+Ibarra+100112/@0.376839,-78.1258343,16.94z/data=!4m5!3m4!1s0x8e2a2335c2146ed5:0xf0f1df0dd784a7f6!8m2!3d0.3470695!4d-78.1060158?hl=es-419>
- Greer, J. (2003). *Evaluation of Non-Traditional Animal Fibers for Use in Textile Products*. North Carolina State University.
- Guaratini, C., & Zanoni, M. (2000). Corantes Têxteis. *Revista Química Nova*, 23, 71–78.
- Holmes, S., Banks-Lee, P., & Jones, M. (2007, May). *Physical and mechanical properties of Chiengora fibers*.
https://www.researchgate.net/publication/298024508_Physical_and_mechanical_properties_of_Chiengora_fibers
- ISO. (2011). *Textiles Nonwovens Definition (ISO 9092:2011)*.
<https://infostore.saiglobal.com/preview/is/en/2011/i.s.eniso9092-2011.pdf?sku=1496218>
- Jalal, J., Ramos, M., Ajcuc Amalia, Lorenty, C., & Diéguez, P. (2015). METODOS DE INVESTIGACION. *Universidad San Carlos De Guatemala*.
https://metfahusac.weebly.com/uploads/6/5/0/9/65099471/informe_creativo-grupo_5.pdf
- Jawaid, M., & Sultan, M. T. B. H. H. (2018). Sustainable composites for aerospace applications. *Sustainable Composites for Aerospace Applications*, 1–388.
<https://doi.org/10.1016/C2016-0-01691-1>
- Lobo, R. N. (2015). *Proposta de procedimento para verificar a viabilidade de utilização do pelo do Canis Lupus Familiaris da raça poodle na fabricação de fios têxteis*. <https://doi.org/10.11606/D.100.2014.TDE-02102015-112636>
- Texto Unificado De Legislación Secundaria De Medio Ambiente*, (2017) (testimony of Ministerio del Ambiente). <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/05/TULSMA.pdf>
- Miranda, L., Lizama, H., Navarrete, P., & Díaz R. (2013). Procesamiento textil de la fibra de pelo de perro french poodle al 100% y en mezclas con fibras naturales y sintéticas. *Entorno Ambiental*, 11, 82–90.
https://www.researchgate.net/profile/Norma-Munoz/publication/308207289_DINAMICA_2D-INTERFASE_SALOBRE_ESTUDIO_DE_CASO/links/57de245b08aeea195938cd2c/DINAMICA-2D-INTERFASE-SALOBRE-ESTUDIO-DE-CASO.pdf
- Möller, M., & Popescu, C. (2012). Chemistry and Structure of Protein Fibers. *Polymer Science: A Comprehensive Reference, 10 Volume Set*, 10, 267–280.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-444-53349-4.00266-1>

- Nemr, A. (2012). From Natural To Synthetic Fibers. *Nova Science Publishers*.
<https://www.researchgate.net/publication/233758804>
- Paiva, M., De Souza, F., Brito, E., Schuch, C., Vasques, R., & Pires, A. (2019). *Análise e identificação de uma bandeira têxtil de não tecidos: Projeto de extensão- Tecidoteca Área Temática: Tecnologia e Produção*.
<http://www.eaex.uem.br/eaex2019/anais/artigos/170.pdf>
- Pavletic, M. (2011). Manejo de la Herida y Cirugía Reconstructiva en Pequeños Animales. *Buenos Aires: Inter-Médica*.
- Ramamoorthy, S., Ramadoss, M., Kandhavadi, P., & Kalapatti Jagannathan, V. V. (2021). Evaluation of yarn and fabric properties of environmentally friendly and sustainable chiengora fibers from Pomeranian dog breed for textile applications. *Journal of Natural Fibers*. <https://doi.org/10.1080/15440478.2021.1975601>
- Ramamoorthy, S., Ramadoss, M., Ramasamy, R., & Thangavel, K. (2020). Analysis of physical and thermal properties of chiengora fibers. *Journal of Natural Fibers*, 17(2), 246–257. <https://doi.org/10.1080/15440478.2018.1479996>
- Rosa, B., Argüelles, V., & Palacios, R. (2021). Etapas del método estadístico. *Ciencia Huasteca Boletín Científico de La Escuela Superior de Huejutla*, 9.
- Silva, A., Saramago, G., & Hilário, L. (2021). A pesquisa bibliográfica: princípios e fundamentos. *Cadernos Da FUCAMP*, 20, 64–83.
<http://www.fucamp.edu.br/editora/index.php/cadernos/article/view/2336>
- Souza, G. (2009). Materiais e Processos Têxteis. *Instituto Federal Educación, Ciencia y Tecnología*, 1.
<https://wiki.ifsc.edu.br/mediawiki/images/temp/0/07/20090218180450!MPTEX6.pdf>
- Surjit, R., Murugan, R., & Karthik, T. (2019). Thermal and sound insulation properties of chiengora blended nonwoven fabrics. *Indian Journal of Fibre and Textile Research*, 44(3), 306–313. <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85073419408&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=hair+AND+dog+AND+textile&sid=1cbbd8e4502d8685c8df2b86d54d9259&sot=b&sdt=b&sl=39&s=TITLE-ABS-KEY%28hair+AND+dog+AND+textile%29&relpos=5&citeCnt=2&searchTerm=>
- Universidad Técnica del Norte. (2021). *Líneas de investigación*.
<https://www.utn.edu.ec/cuicyt/#1638195159181-36625c2c-87c5>
- Xueliang, X., Jinlian, H., Bipin, K., & Jing, L. (2020). Handbook of Fibrous Materials. *Handbook of Fibrous Materials*, 37–74.
<https://doi.org/10.1002/9783527342587.CH2>

5.4. Anexos



Anexo 1. Apertura del pelo de perro



Anexo 2. Proceso de cardado



Anexo 3. Velo de pelo de perro



Anexo 4. Formación de capas



a-planchado de densidad 1, b- planchado de densidad 2, c-planchado densidad 3.

Anexo 5. Ingreso de capas de velo a plancha



Anexo 6. Planchado del pelo canino french poodle



Anexo 7. Obtención de 3 densidades del no tejido enfieltrado



Anexo 8. Peso en g de no tejido densidad 1



Anexo 9. Peso g de no tejido densidad 2



Anexo 10. Peso g de no tejido densidad 3



Anexo 11. Prueba de resistencia a la Tracción



Anexo 12. Prueba de resistencia al pliegue



Anexo 13. Prueba de resistencia al rasgado



Anexo 14. Prueba de resistencia al pilling



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
LABORATORIO DE PROCESOS TEXTILES DE LA CARRERA
DE INGENIERÍA TEXTIL



Ibarra, 19 de julio del 2022

CERTIFICADO DE LABORATORIO

Yo, Ingeniero **Fausto Gualoto M.** en calidad de responsable del laboratorio de procesos textiles de la Carrera de Ingeniería Textil:

CERTIFICO

Que la señor **ENRÍQUEZ YAR LUIS ALEXANDER**, portador de la cedula de ciudadanía N° 171856025-1, ha realizado ensayos de laboratorio referentes al Proyecto de Tesis de grado titulado "**CARACTERIZACIÓN DE UN NO TEJIDO ENFIELTRADO UTILIZANDO PELO DE PERRO (FRENCH POODLE)**", los equipos utilizados en el laboratorio son:

- **DINAMÓMETRO TITAN 5 MODELO 1410**- Determinación de la fuerza de rotura y elongación ISO 9073-3_1989 y método de prueba estándar para resistencia al rasgado por procedimiento trapezoidal ASTM D 5587-14.
- **MIDI-MARTINDALE** –Determinar la tendencia a formación de bolitas (pilling) ISO 12945-1.
- **MEDIDOR DE ÁNGULO DE RECUPERACIÓN (SN 150/14/2016)**: Recuperación de los textiles al doblez (pliegue) ISO 2313.
- **BALANZA ELECTRÓNICA.**

Además, se le ayudo con las asesorías necesarias para cumplir a cabalidad la metodología establecida en cada una de las normas.

Atentamente:



Firmado digitalmente por:
FAUSTO EDMUNDO
GUALOTO MAFLA

ING. GUALOTO FAUSTO M.
RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE PROCESOS TEXTILES – CTEX

Anexo 15. Certificado de uso de laboratorio