

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA

**FACULTAD DE INGENIERÍA DE PROCESOS
INDUSTRIALES**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA TEXTIL Y DE
CONFECCIONES**



**EFFECTOS DE LOS DETERGENTES CONVENCIONALES EN LA
SOLIDEZ DE COLOR EN PRENDAS LAVADAS DE LANA DE
OVINO EN EL DISTRITO DE JULIACA – 2023**

Julio Esteban Zela Pacori

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO TEXTIL Y DE CONFECCIONES**

ASESOR: Dr. Jhon Richard Huanca Suaquita

JULIACA, 2024

FICHA CATALOGRAFICA

Zela, J. (2024). *Efectos de los detergentes convencionales en la solidez de color en prendas lavadas de lana de ovino en el distrito de Juliaca – 2023*. (Tesis de Ingeniería). Universidad Nacional de Juliaca.

AUTOR: Julio Esteban Zela Pacori.

TITULO: Efectos de los detergentes convencionales en la solidez de color en prendas lavadas de lana de ovino en el distrito de Juliaca – 2023.

PUBLICACION: Juliaca, 2023.

DESCRIPCION: Cantidad de páginas (132 pp.).

NOTA: Tesis de la Escuela Profesional de Ingeniería Textil y de Confecciones – Universidad Nacional de Juliaca.

CODIGO: 04-000017-04/ZG2

NOTA: Incluye bibliografía

ASESOR: Dr. Jhon Richard Huanca Suaquita

PALABRAS CLAVE: Detergente convencional, efectos, lavado, prendas, solidez de color.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA

**FACULTAD DE INGENIERÍA DE PROCESOS
INDUSTRIALES**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA TEXTIL Y DE
CONFECCIONES**

**“EFECTOS DE LOS DETERGENTES CONVENCIONALES EN LA SOLIDEZ DE
COLOR EN PRENDAS LAVADAS DE LANA DE OVINO EN EL DISTRITO DE
JULIACA – 2023”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO TEXTIL Y DE
CONFECCIONES**

Presentada por:

Julio Esteban Zela Pacori

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

D.Sc. Julio Cesar Huanca Marin

PRESIDENTE DE JURADO

Mtra. Roxana Tacuri Robles

JURADO (Secretario)

2° MIEMBRO

Mgtr. Jesús Arias Escobar

JURADO (Vocal)

3° MIEMBRO

**Dr. Jhon Richard Huanca Suaquita
ASESOR DE TESIS**

DEDICATORIA

A mis padres y hermanas por el apoyo y esfuerzo que me brindaron a lo largo de mi formación profesional.

AGRADECIMIENTO

Agradezco ante mano a nuestro señor Dios todopoderoso por su gran cariño y amor que nos brinda día a día para seguir adelante.

A la Universidad Nacional de Juliaca, a la Facultad de Ingeniería de Procesos Industriales en especial a la Escuela Profesional Ingeniería Textil y de Confecciones por brindarme sus enseñanzas que fueron punto fundamental para realizar la investigación del proyecto realizado, en especial al Magister Pablo Soto Ramos por los conocimientos brindados que fueron punto inicial en la elaboración del proyecto de tesis.

Al Doctor Jhon Richard Huanca Suaquita por su asesoría en la elaboración de la tesis.

A mis jurados D.sc. Julio Cesar Huanca Marín, Mtra. Roxana Tacuri Robles y Mgtr. Jesús Arias Escobar por las sugerencias y observaciones de la tesis para su mejor realización.

A los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Textil y de Confecciones por sus conocimientos brindados que fueron fundamentales en mi formación profesional y a mis compañeros de Promoción 2019 – II de Ingeniería textil y de confecciones.

A mis familiares que me brindan sus bendiciones para poder cumplir mis metas, a mi señor padre Julio Zela, a mi señora madre Florentina Pacori que desde el cielo me guía día a día y hermanas Paulina, Beatriz y Adriana.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE GENERAL.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	3
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.1. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	3
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	5
1.2.1. Problema general.....	5
1.2.2. Problemas específicos.....	5
1.3. OBJETIVOS.....	5
1.3.1. Objetivo general.....	5
1.3.2. Objetivos específicos.....	5
1.4. JUSTIFICACIÓN.....	6
1.4.1. Justificación teórica.....	6
1.4.2. Justificación práctica.....	6
1.4.3. Justificación técnica.....	7
CAPÍTULO II.....	8
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	8
2.1. ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN.....	8
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	8
2.1.2. Antecedentes nacionales.....	9
2.1.3. Antecedentes regionales.....	11
2.2. BASES TEÓRICAS.....	12
2.2.1. Generalidades: Detergentes convencionales o tensoactivos.....	12
2.2.1.2. Función y clasificación.....	14

2.2.1.3. Composición de los detergentes en el Perú	14
2.2.2. Solidez al color	14
2.2.3. Lana de ovino:	17
2.3. INDUSTRIAL TEXTIL LANERA: DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE LAVADO Y PEINADO.....	22
CAPÍTULO III	24
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	24
3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN	24
3.2. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	24
3.3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	26
3.4. PRUEBAS DE SUPUESTOS PARA PROBAR NORMALIDAD	26
3.5. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS	27
3.5.1. Hipótesis general	27
3.5.2. Hipótesis específicas.....	27
3.6. EFECTOS DE TAMAÑO DE LOS TRATAMIENTOS.....	28
3.6.1. Índice f para análisis de varianza de un factor.....	28
3.7. VERIFICACIÓN DE LOS SUPUESTOS PARA APLICAR LA PRUEBA ANOVA PARA CONTRATAR LA HIPOTESIS GENERAL.....	28
3.7.1. Prueba de hipótesis general	28
3.7.2. Cálculo del efecto del tamaño de los tratamientos	29
3.8. POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN	29
3.8.1. Población	29
3.8.2. Muestra	30
3.9. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	32
3.9.1. Técnicas	32
3.9.2. Escala de medición.....	33
3.9.3. Validez y confiabilidad de los instrumentos	33
3.9.4. Instrumentos.....	33
3.10. MATERIALES Y EQUIPOS.....	34
3.10.1. Materiales e insumos de lavado.....	34
3.10.2. Equipos, materiales de laboratorio	35
3.10.3. Reactivos y productos auxiliares	35
3.10.4. Otros equipos y materiales	35
3.11. PROCEDIMIENTOS DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO.....	35

3.11.1. Análisis de la medida de pH de las muestras de detergentes usados.....	36
3.11.2. Procedimiento de lavado de muestras prendas de lana de ovino teñido con detergentes convencionales.....	38
3.12. PROCESO DE LAVADO (SEGÚN NORMA NTP 231.008:2015 REVISADA EL 2022).....	38
3.12.1. Diagrama de procesos del lavado de prendas de lana de ovino con detergentes convencionales	41
3.12.2. Curva del proceso de lavado de prendas de lana con detergentes convencionales.....	42
3.12.3. Diagrama de análisis y procesos (DAP) de lavado de prendas de lana con detergentes convencionales.....	42
3.12.4. Diagrama de flujo del proceso de lavado de prendas de lana con detergentes convencionales	43
3.13. PRUEBA DE SOLIDEZ AL FROTE (SEGÚN NORMA NTP 231.042:2009 REVISADA EL 2019.).....	44
3.14. PRUEBA DE SOLIDEZ A LA LUZ (SEGÚN NORMA NTP 231.170.2011 REVISADA EL 2021).....	45
3.15. PRUEBA DE SOLIDEZ A LA LUZ SOLAR (SEGÚN NORMA NTP 231.007:1967 REVISADA EL 2010).....	46
CAPÍTULO IV	48
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	48
4.1. RESULTADOS	48
4.2. VERIFICACIÓN DE LAS PRUEBAS DE SOLIDEZ AL LAVADO.....	48
4.2.1. Proceso de lavado en una concentración de 0.05 gr/ml de detergente	48
4.2.2. Proceso de lavado en una concentración de 0.10 gr/ml de detergente	52
4.2.3. Proceso de lavado con una concentración de 0.20 gr/ml de detergente	56
4.3. VERIFICACIÓN DE LAS PRUEBAS DE SOLIDEZ AL FROTE.....	59
4.3.1. Solidez al frote en una concentración de 0.05 gr/ml de detergente.....	59
4.3.2. Solidez al frote en una concentración de 0.10 gr/ml de detergente.....	62
4.3.3. Solidez al frote en una concentración de 0.20 gr/ml de detergente.....	66
4.4. VERIFICACIÓN DE LAS PRUEBAS DE SOLIDEZ A LA LUZ.....	69
4.4.1. Solidez a la luz en una concentración de 0.05 gr/ml de detergente.....	69
4.4.2. Solidez a la luz en una concentración de 0.10 gr/ml de detergente.....	72
4.4.3. Solidez a la luz en una concentración de 0.20 gr/ml de detergente.....	76

4.5.	VERIFICACIÓN DE LAS PRUEBAS DE SOLIDEZ A LA LUZ SOLAR.....	79
4.5.1.	Solidez a la luz solar en una concentración de 0.05 gr/ml de detergente.....	79
4.5.2.	Solidez a la luz solar en una concentración de 0.10 gr/ml de detergente.....	82
4.5.3.	Solidez a la luz solar en una concentración de 0.20 gr/ml de detergente.....	85
4.6.	PRUEBA DE HIPÓTESIS ESPECÍFICOS	89
4.6.1.	Hipótesis específico 1	89
4.6.2.	Hipótesis específico 2.....	91
4.7.	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	92
4.7.1.	Resultados del proceso de lavado de prendas de lana de ovino con detergentes convencionales.	92
4.7.2.	Presentación porcentual del efecto de los detergentes convencionales en el lavado de prendas de lana según concentración.	94
4.7.3.	Medición del pH en muestras de detergentes diluidos en agua.....	96
4.7.4.	Procedimiento de la medida de pH de los detergentes convencionales	96
4.8.4.1.	Resultados de la medida de pH en muestras de detergentes según su concentración.....	96
4.8.	DISCUSIONES.....	98
	CAPITULO V	100
V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	100
5.1.	CONCLUSIONES.....	100
5.2.	RECOMENDACIONES	101
	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	102
	ANEXOS	104

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: <i>Tipos de detergentes según la marca usada en el proyecto.</i>	36
Tabla 2: <i>Mediciones de la escala de grises.</i>	40
Tabla 3: <i>Rango de medición de la prueba de solidez.</i>	44
Tabla 4: <i>Rango de medición se la escala de grises.</i>	46
Tabla 5: <i>Rango de medida de la solidez a a luz solar.</i>	47
Tabla 6: <i>Medida de pH en 0.05 gr/ml</i>	90
Tabla 7: <i>Medida de pH en 0.10 gr/ml</i>	90
Tabla 8: <i>Medida del pH en 0.20 gr/ml</i>	91
Tabla 9: <i>Efecto porcentual de lavado en concentración de 0.05 gr/ml</i>	94
Tabla 10: <i>Efecto porcentual de lavado en concentración de 0.10 gr/ml</i>	95
Tabla 11: <i>Efecto porcentual de lavado en concentración de 0.20 gr/ml</i>	95
Tabla 12: <i>Medición de pH de las muestras de detergente diluidas en agua neutralizada con ácido acético en las tres concentraciones de dilución.</i>	97
Tabla 13: <i>Medición de pH de las muestras de detergente diluidas en agua potable en las tres concentraciones de dilución.</i>	97
Tabla 14: <i>Medición de pH de detergente en agua a temperatura de 50 – 60 °C</i>	97

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1:</i> Esquema de diseño y modelo de investigación	25
<i>Figura 2:</i> Esquema de diseño experimental	25
<i>Figura 3:</i> Valores referenciales para el tamaño del efecto de las diferentes pruebas de significación estadística.....	28
<i>Figura 4:</i> Calculo para medir el efecto del tamaño de los tratamientos con el programa Gpower.....	29
<i>Figura 5:</i> Detergentes usados en la ejecución del proyecto.....	36
<i>Figura 6:</i> Muestras de detergentes a analizar el pH.....	37
<i>Figura 7:</i> Residuos dejados en la dilución de las muestras de detergentes.....	37
<i>Figura 8:</i> Máquina Gyrowash para las pruebas de lavado	39
<i>Figura 9:</i> Configuración del tiempo y temperatura de lavado.....	39
<i>Figura 10:</i> Escalas de grises para medir las solideces de color.....	40
<i>Figura 11:</i> Diagrama de proceso de lavado.....	41
<i>Figura 12:</i> Curva de proceso de lavado.....	42
<i>Figura 13:</i> Diagrama de análisis y proceso (dap).....	42
<i>Figura 14:</i> Diagrama de flujo de lavado	43
<i>Figura 15:</i> Abrasimetro para las pruebas al frote.....	44
<i>Figura 16:</i> Muestras adaptadas para realizar la prueba de solidez a la luz	45
<i>Figura 17:</i> Cámara Xenoterm para las pruebas de solidez a la luz.....	45
<i>Figura 18:</i> Muestras acondicionadas para la prueba de solidez a la luz solar.....	47
<i>Figura 19:</i> Análisis comparativo de solidez de color al lavado con 0.05 gr.....	49
<i>Figura 20:</i> Análisis comparativo de solidez de color al lavado con 0.05 gr.....	50
<i>Figura 21:</i> Análisis comparativo de solidez de color en teñido natural al lavado con 0.05 gr de detergente.....	51
<i>Figura 22:</i> Análisis comparativo de solidez de color al lavado con 0.10 gr.....	53
<i>Figura 23:</i> Análisis comparativo de solidez de color al lavado con 0.05 gr.....	54
<i>Figura 24:</i> Análisis comparativo de solidez de color en teñidos naturales al lavado con 0.10 gr de detergente.....	55
<i>Figura 25:</i> Análisis comparativo de solidez a color al lavado con 0.20 gr.....	56
<i>Figura 26:</i> Análisis comparativo de solidez de color al lavado con 0.20 gr.....	57
<i>Figura 27:</i> Análisis comparativo de solidez de color en teñidos naturales al lavado con 0.20 gr de detergente.....	59

<i>Figura 28:</i> Análisis comparativo de solidez de color al frote con 0.05 gr de detergente....	60
<i>Figura 29:</i> Análisis comparativo de solidez de color al.....	61
<i>Figura 30:</i> Análisis comparativo de solidez de color al frote con 0.05 gr de detergente....	62
<i>Figura 31:</i> Análisis comparativo de solidez de color al frote con 0.10 gr de detergente....	63
<i>Figura 32:</i> Análisis comparativo de solidez de color al frote con 0.10 gr de detergente....	64
<i>Figura 33:</i> Análisis comparativo de solidez de color al frote con 0.10 gr de detergente....	65
<i>Figura 34:</i> Análisis comparativo de solidez de color al frote en 0.20 gr de detergente.....	66
<i>Figura 35:</i> Análisis comparativo de solidez de color al frote con 0.20 gr/ml de detergente.....	68
<i>Figura 36:</i> Análisis comparativo de solidez de color al frote con 0.20 gr/ml de detergente.....	69
<i>Figura 37:</i> Análisis comparativo de solidez a la luz en color amarillo con 0.05 gr/ml de detergente.....	70
<i>Figura 38:</i> Análisis comparativo de solidez a la luz en color rojo con 0.05 gr de detergente.....	71
<i>Figura 39:</i> Análisis comparativo de solidez a la luz en teñido natural con 0.05 gr/ml de detergente.....	72
<i>Figura 40:</i> Análisis comparativo de solidez a la luz en color amarillo con 0.10 gr/ml de detergente.....	73
<i>Figura 41:</i> Análisis comparativo de solidez a la luz en color rojo con 0.10 gr de detergente.....	74
<i>Figura 42:</i> Análisis comparativo de solidez a la luz en teñido natural con 0.10 gr/ml de detergente.....	75
<i>Figura 43:</i> Análisis comparativo de solidez a la luz en color amarillo con 0.20 gr/ml de detergente.....	76
<i>Figura 44:</i> Análisis comparativo de solidez a la luz en color rojo con 0.20 gr/ml de detergente.....	77
<i>Figura 45:</i> Análisis comparativo de solidez a la luz en teñido natural con 0.20 gr/ml de detergente.....	78
<i>Figura 46:</i> Análisis comparativo de solidez a la luz solar en color amarillo con 0.05 gr/ml de detergente.....	80
<i>Figura 47:</i> Análisis comparativo de solidez a la luz solar en color rojo con 0.05 gr/ml de detergente.....	81

<i>Figura 48: Análisis comparativo de solidez a la luz solar en teñidos naturales con 0.05 gr/ml de detergente.</i>	82
<i>Figura 49: Análisis comparativo de solidez a la luz en color amarillo con 0.10 gr/ml de detergente.</i>	83
<i>Figura 50: Análisis comparativo de solidez a la luz solar en color rojo con 0.10 gr/ml de detergente.</i>	84
<i>Figura 51: Análisis comparativo de solidez a la luz solar en teñido natural con 0.10 gr/ml de detergente.</i>	85
<i>Figura 52: Análisis comparativo de solidez a la luz solar en color amarillo con 0.20 gr/ml de detergente.</i>	86
<i>Figura 53: Análisis comparativo de solidez a la luz solar en color rojo con 0.20 gr/ml de detergente.</i>	87
<i>Figura 54: Análisis comparativo de solidez a la luz solar en teñido natural con 0.20 gr/ml de detergente.</i>	88
<i>Figura 55: Filamento de lana teñida antes de ser lavado con detergentes.</i>	92
<i>Figura 56: Filamento de lana teñida después de ser lavado con detergentes convencionales.</i>	93

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. <i>Ficha de validacion de Instrumentos de Investigacion 01</i>	104
Anexo 2. <i>Ficha de validación de instrumentos de investigación 02</i>	105
Anexo 3. <i>Operacionalización de variables</i>	106
Anexo 4. <i>Matriz de consistencia</i>	107
Anexo 5. <i>Ficha de registro de datos de la prueba de solidez al lavado.</i>	116
Anexo 6. <i>Ficha de registro de datos de la prueba de solidez al frote</i>	117
Anexo 7. <i>Ficha de registro de datos de la prueba de solidez a la luz.</i>	118
Anexo 8. <i>Ficha de registro de datos de la prueba de solidez a la luz solar.</i>	119
Anexo 9. <i>Abrasimetro para solidez al frote.</i>	120
Anexo 10. <i>Balanza analítica</i>	120
Anexo 11. <i>Maquina Gyrowash para solidez al lavado</i>	120
Anexo 12. <i>pHmetro para medir el pH</i>	121
Anexo 13. <i>Muestras de detergentes usados en la investigación</i>	121
Anexo 14. <i>Camara Xenoterm para la solidez a la luz</i>	121
Anexo 15. <i>Medición del pH en las muestras de detergente.</i>	122
Anexo 16. <i>Muestras de detergentes para la medición del nivel de pH</i>	122
Anexo 17. <i>Muestras para realizar el lavado y su solidez.</i>	122
Anexo 19. <i>Escala de grises de cambio de color y trasferencia de color.</i>	123

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo determinar los efectos de los detergentes convencionales en la solidez de color de las prendas lavadas de lana de ovino – Juliaca, la metodología se basó en el equivalente no paramétrico del Anova de un factor denominada Prueba de Kruskal Wallis, con un enfoque cuantitativo y un alcance explicativo, la población de estudio consistió en prendas de lana de ovino, las cuales se muestrearon al azar, se trabajó con 60 muestras en 3 concentraciones (0.05 gr/ml, 0.10 gr/ml y 0.20 gr/ml) haciendo un total de 180 muestras, para determinar la normalidad de los datos se usó la prueba de Ryan-Joiner, que es similar a Shapiro-Wilk para datos menores a 50, el nivel de significancia adoptado fue 0.05, para la determinación del tamaño de los tratamientos se usó un efecto $f = 0.297$ (efecto superior al mediano: $f > 0.25$) con un poder de la prueba estadística del 0.95% con lo cual se obtuvo 180 unidades de análisis distribuidos en 03 muestras de 60, el procesamiento de los datos se realizó con el programa de análisis de datos estadísticos denominado RStudio. Los resultados evidencian que las pruebas de solidez de color de las prendas lavadas en cuanto a los efectos de los colores son variables, así mismo en las concentraciones bajas la pérdida de color es mínima, pero en las concentraciones altas se generan pérdida de color y blanqueamiento alto, esto debido al alto grado de alcalinidad en las concentraciones de los detergentes usados. Para medir de solidez de color se usó la escala de grises, también se realizó la medida del pH de las muestras de detergentes para obtener su alcalinidad. En conclusión, el lavado de prendas de lana con detergentes convencionales tuvo efectos significativos en la solidez de color.

Palabras Clave: Detergente convencional, efectos, lavado, prendas y solidez de color.

ABSTRACT

The objective of this research was to determine the effects of conventional detergents on the color fastness of washed sheep wool garments - Juliaca, the methodology was based on the non-parametric equivalent of the Anova of a factor called the Kruskal Wallis Test, with a quantitative approach and an explanatory scope, the study population consisted of sheep wool garments, which were sampled at random, we worked with 60 samples in 3 concentrations (0.05 gr/ml, 0.10 gr/ml and 0.20 gr/ml) making a total of 180 samples, to determine the normality of the data, the Ryan-Joiner test was used, which is similar to Shapiro-Wilk for data less than 50, the significance level adopted was 0.05, for determining the size of the treatments, an effect $f = 0.297$ was used (effect greater than the median: $f > 0.25$) with a power of the statistical test of 0.95% with which 180 units of analysis were obtained distributed in 03 samples of 60, the processing of the Data was carried out with the statistical data analysis program called RStudio. The results show that the color fastness tests of the washed garments in terms of the effects of colors are variable, likewise in low concentrations the color loss is minimal, but in high concentrations color loss and whitening are generated. high, this due to the high degree of alkalinity in the concentrations of the detergents used. To measure color fastness, the gray scale was used, and the pH of the detergent samples was also measured to obtain their alkalinity. In conclusion, washing wool garments with conventional detergents had significant effects on color fastness.

Key words: Conventional detergent, effects, washing, garments, color fastness.

INTRODUCCIÓN

El uso de un agente tensoactivo o detergente en el proceso de lavado es común y de alta demanda por la industria textil para eliminar los residuos y agentes no necesarios (grasas, suciedad, material inorgánico), para el procesamiento de la lana, el lavado es uno de los procesos fundamentales que se controló, el uso de los agentes tensoactivos o detergentes convencionales, por tal motivo se realizó la tesis denominada “Efectos de los detergentes convencionales en la solidez de color en prendas lavadas de lana de ovino en el distrito de Juliaca – 2023”.

La presente tesis fue enfocada en determinar los efectos en la solidez de color en las prendas de lana de ovino teñidas al hacer uso de detergentes convencionales en el lavado. Según López & Espinoza, (2016) se debe tener en cuenta el tipo de detergente y la forma en que se utilizan estos compuestos durante el proceso de lavado. En este proceso (lavado) de gran importancia en la transformación de la lana es necesario tener en cuenta controlar la medida del pH en los detergentes o agentes tensoactivos el cual obtuvimos resultados adecuados al problema de investigación.

En el capítulo I, se plantea el problema de investigación y los objetivos que se quiere lograr al realizar la tesis denominada “Efectos de los detergentes convencionales en la solidez de color de prendas lavadas de lana de ovino Juliaca 2023”, las hipótesis respectivas en el estudio y las justificaciones relacionados en el presente trabajo de tesis, el uso de antecedentes de estudios (tesis y artículos científicos) relacionadas al problema de investigación que aporten en la realización de la presente tesis..

En el capítulo II, se menciona la revisión literaria relacionado al problema de investigación, se detalla a gran forma los temas relacionados en la investigación, se describe los antecedentes universales, nacionales, regionales y locales relacionados con el problema de investigación que se quiere determinar.

En el capítulo III, se menciona los materiales y métodos empleados en el estudio. Los materiales que se usaron aportan en el análisis y obtención de los resultados deseados, se detalla de forma precisa la población y muestra empleadas en el estudio, también nombramos

el tipo de metodología empleada para el presente estudio dando a conocer el tipo de investigación y los instrumentos de recolección de datos empleados y su respectiva valoración.

En el capítulo IV, se detalla los resultados y las discusiones obtenidas en el procesamiento y manejo de las variables empleadas, los resultados que se obtuvo al finalizar el procesamiento de los datos obtenidos son de gran importancia que refleja si el problema de investigación planteada se pudo dar solución o no y se discute los resultados con otros autores de investigaciones relacionadas al problema de investigación.

En el capítulo V, se menciona las conclusiones que se obtuvieron de las preguntas y objetivos planteados para dar solución al problema de investigación planteada y las respectivas recomendaciones para poder mejorar y seguir realizando nuevos estudios relacionados con el tema de la presente tesis.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.

En transformación de los sustratos textiles (lana, fibras) en nuevos productos que satisfaga las necesidades de los potenciales consumidores de estos productos, se realiza procesos como el lavado, clasificado, peinado, hilado, teñido, tejido y acabados, siendo el lavado uno de los procesos de gran importancia el cual debe ser controlarlo, pues de eso depende que la ejecución de los demás procesos sean efectivos en la obtención de productos de calidad que satisfaga las necesidades de los consumidores de este tipo de productos textiles; en la realización del proceso de lavado el uso de un agente tensoactivo o detergente es necesario para poder eliminar las impurezas de los sustratos textiles que se alojan en su interior; el tipo de detergente químico comercial o convencional es consumido de gran manera por su bajo costo y facilidad de adquisición pero se desconoce los efectos que generan en el lavado de las prendas de lana en sus diversas propiedades como el color, calidad, confort, resistencia y otros. El lavado de prendas de lana con este tipo de detergentes (convencionales) genera un efecto alto en la solidez del color; presentando blanqueamientos, cambio y degradación del color que afectan en la presentación final y posteriormente en la calidad de estas prendas elaboradas a base de la lana de ovino. La lana en su estado sucio contiene suarda e impurezas que son removidas luego del lavado y su color varía desde el blanco, tonalidades blanco cremosas hasta el amarillo intenso (Neimaur, 2021).

En el mundo como mínimo, en más de 200 ocasiones al año, los humanos se enfrentan a una de las tareas del hogar más ingratas: el lavado de la ropa (Fernandini, 2022). Esta actividad es común en las actividades diarias de los seres humanos a nivel mundial. El proceso completo es extenso al involucrar el lavado, tendido, secado, planchado y doblado de cada prenda (Fernandini, 2022). El uso indiscriminado de agentes tensoactivos o detergentes convencionales en el proceso de lavado de las prendas de lana de ovino está ocasionando efectos significativos en la solidez del color El color en los materiales textiles actualmente

es obtenido mediante el proceso de teñido, pero el uso de los detergentes convencionales en el proceso de lavado ocasiona que el teñido sea débil por los componentes químicos usados en la fabricación de estos tipos de detergentes convencionales.

Por su parte, en Europa, América del Norte y América Latina, que tienen los niveles auto reportados más altos de uso de lavadoras y secadoras (87%, 82% y 74% respectivamente), los encuestados señalan lavar la ropa una vez por semana o menos (27%, 39% y 40% respectivamente) (Fernandini, 2022). El cual su uso indiscriminado ocasiona diversos efectos significativos no solo en el color sino también en la calidad, confort y resistencia por mencionar, ocasionando un alto riesgo en su comercialización.

A nivel nacional, en Perú, la presentación del detergente en polvo lidera la categoría, desplazando al tradicional jabón como principal herramienta para lavar la ropa (Fernandini, 2022). El uso excesivo de los detergentes convencionales genera efectos que afectan a las propiedades propias de la lana siendo el color uno de los más afectados. Según un estudio realizado por Procter & Gamble en el 2019, el consumo promedio de detergente en los peruanos estaría relacionado a 3 cargas de ropa por semana (Fernandini, 2022). En el mercado nacional el detergente en polvo es el más usado.

A nivel regional se ve que por su bajo costo y gran accesibilidad del detergente convencional de diversas marcas son los más consumidos por las familias enteras de la región Puno, pero sin tener en cuenta los riesgos que acarrearán en la utilización de estos productos en el lavado de las prendas textiles; se desconoce alguna reacción del cuerpo (alergias) al estar en contacto con las prendas lavadas con estos detergentes.

A nivel local el uso de diversos tipos de detergentes convencionales en la industria textil es muy alto por su alta accesibilidad como su bajo precio de comercialización por tal motivo las familias de la ciudad de Juliaca hacen uso de estos productos en el lavado de sus prendas sin tener en consideración las consecuencias que llevan su uso a diario. El uso de los detergentes convencionales en el proceso de lavado de prendas elaboradas con lana de ovino presenta un alto efecto negativo y nocivo en la solidez del color ya sea natural o teñida pues presentan cambios físicos como baja absorción del tinte, oxidación y baja solidez del color, aspectos que no favorecen en nada en su presentación a las prendas tratadas en el lavado con estos detergentes.

A causa del uso desmedido de los detergentes convencionales en el lavado de las prendas de lana de ovino hace que afecte el color generando blanqueamiento o pérdidas de color y degradaciones en estas prendas lavadas con este tipo de detergentes.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.2.1. Problema general.

- ¿Cuáles son los efectos de los detergentes convencionales en la solidez de color de las prendas de lana de ovino lavadas?

1.2.2. Problemas específicos.

- ¿Qué efectos significativos tiene el nivel de pH de los detergentes convencionales en la solidez de color en las prendas de lana de ovino lavadas?
- ¿Qué efectos significativos presentan en la calidad y presentación final de las prendas de lana de ovino lavadas?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

- Determinar los efectos de los detergentes convencionales en la solidez de color de las prendas de lana de ovino lavadas – Juliaca.

1.3.2. Objetivos específicos

- Analizar los efectos significativos en el nivel de pH de los detergentes convencionales de la solidez de color en las prendas de lana de ovino lavadas Juliaca 2023.
- Analizar los efectos de los detergentes convencionales en la calidad y presentación final en el color de las prendas de lana de ovino lavadas – Juliaca 2023.

1.4. JUSTIFICACIÓN

1.4.1. Justificación teórica

En la industria textil el proceso de lavado es importante porque define cuan eficiente será los siguientes procesos como teñido, hilado, acabado, control de calidad entre otros. Es importante el uso de un agente tensoactivo o detergente en el proceso de lavado, el uso de los detergentes de origen químico o convencional sea el más común y el de gran demanda en el consumo tanto en el proceso artesanal y proceso industrial, sin embargo, la poca información de los efectos que ocasiona los componentes con que son fabricados estos detergentes hace que se genere inconvenientes en los diversos procesos de lavado y posterior manufacturación de las fibras y lana en la industria textil. Se investigará mediante el presente proyecto de investigación los efectos que se generan en la solidez del color el uso de estos tipos de detergentes químicos o convencionales en los procesos de lavado de las prendas de lana teñidas y de colores naturales, estas efectos posteriormente generarían variaciones y efectos no deseados en la confección y presentación final de muchas productos textiles lavadas con estos detergentes, los beneficiados en este estudio serán los productores, confeccionistas de prendas de lana y las amas de casa que usan estos productos en los lavados de las prendas de uso diario y así verificar como afectaría en la pérdida de color cada tipo de detergente y por su concentración de lavado; en el lavado de materiales textiles de origen natural y sintética se tiene que hacer uso de un agente tensoactivo que ayude eliminar las impurezas que se alojan en las prendas como suciedad, grasa u otros. Los detergentes son productos que se utilizan ampliamente en el ámbito de la limpieza para remover impurezas, grasas, manchas, etc (Vidal & Zorrilla, 2020).

1.4.2. Justificación práctica

El problema que se quiere solucionar sobre los efectos negativos que ocasionan los detergentes convencionales en la solidez de color en las prendas de lana de ovino, se presentan cambios en la presentación física de las prendas en su nivel de color que no son los adecuados según la norma de calidad por el cual se desea identificar los efectos negativos y nocivos en el uso de los detergentes convencionales en este tipo de prendas. El rendimiento al lavado si bien no es específicamente una característica de la lana, es muy importante en el procesamiento industrial y es la cantidad de lana utilizable a un “regain” o % de humedad estándar (Neimaur, 2021).

1.4.3. Justificación técnica

El presente estudio se realizará para analizar los riesgos del lavado con estos detergentes convencionales en las propiedades de las prendas elaboradas con lana de ovino, beneficiando de los productores y artesanos dedicados a la confección de prendas de lana de ovino y a los consumidores que tienen afinidad en el consumo de estos tipos de prendas de lana de ovino. El estudio del uso adecuado de estos tipos de detergentes será de gran importancia en el uso adecuado de estos para obtener resultados adecuados en los procesos de transformación de la fibra y lana. También el estudio dará un camino para poder analizar las consecuencias del uso de estos productos en la industria de lavandería industrial y artesanal.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN

2.1.1. Antecedentes internacionales

Neimaur (2021), realizo la Tesis: “Color de la lana limpia importancia en el proceso de tinción, factores climáticos que lo afectan y estimación de parámetros genéticos en ovinos de la raza corriedale”, cuyo propósito del trabajo es estudiar el color de la lana limpia en ovinos de la raza Corriedale: su importancia en la tinción, los factores climáticos que lo afectan, su variabilidad genética y asociación con otras características del vellón de importancia económica y que pudieran ser utilizadas como criterio de selección. La metodología usada se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para determinar el efecto del color inicial de la cinta de carda (Grupo 1: Y-Z 0,5-1, Grupo 2: Y-Z 2-2,5, Grupo 3: Y-Z 4-5, Grupo 4: Y-Z>7) y el efecto del colorante utilizado (Azul Erionil AR, Erionil A-3G amarillo y Erionil A-3G rojo) sobre las características colorimétricas; asimismo, se determinaron las interacciones entre estos efectos. Los resultados de los procedimientos de tinción mostraron que las muestras teñidas con Amarillo Erionil A-3G presentaron valores crecientes de la coordenada b^* , que fueron los más altos obtenidos de los tres colorantes utilizados (16,94 a 22,92). En el caso del Azul Erionil AR, se observó un desplazamiento de la coordenada a^* hacia la región verde del diagrama del espacio de color, demostrando un cambio creciente hacia la región amarilla. En las cintas de carda teñidas con Rojo Erionil A-3G, se produjo una disminución de la luminosidad de C1 a C4 mientras que se obtuvo un aumento de la coordenada b^* .

Vargas *et al.* (2020), realizo el artículo científico: “¿Porque contaminan los detergentes?”; investigación experimental, que tiene como objetivo analizar los niveles de contaminación en el uso de detergentes, los resultados de la investigación permiten recomendar la implementación de regulaciones que prohíban el uso del nonifenol etoxilado como materia prima para la elaboración de detergentes y así minimizar los niveles de exposición del

contaminante en el ambiente, biota y humanos. El método analítico recientemente publicado, basado en microextracción en fase sólida y cromatografía de gases acoplado a espectrometría de masas (Vargas-Berrones *et al.*, 2020), demostró disminuir costos, aumentar la sensibilidad y ser un método rápido y capaz de ser utilizado en monitoreo ambiental con un resultado que contribuyen con nueva información que puede ayudar a identificar las fuentes de contaminación, así como a evaluar riesgos ecológicos y a la salud pública por la exposición al NF.

Portella (2019), realizó la investigación: “Revalorización de la lana de oveja autóctona de tierra de fuego”; el propósito de estudio es revalorizar la lana de oveja autóctona de Tierra del Fuego para maximizar su utilización proponiendo productos textiles con alto valor agregado. Su metodología cualitativa se realizan las encuestas correspondientes al usuario meta y a comercios de la ciudad. el resultado en la materia prima local, el 100% expresó que, si adquiriría algún producto fabricado con la misma, y el 70% estaría dispuesto a pagar “bastante” por ello. Al finalizar, en cuanto a publicidad, el 50% respondió que la imagen es el mejor medio, aunque acompañado de texto informativo es muy útil.

López & Espinoza (2016), realizaron el artículo científico: “The Contribution of the Type of Detergent to Domestic Laundry Graywater Composition and Its Effect on Treatment Performance”, su propósito de este estudio es mostrar cómo contribuye el tipo de detergente al lavado doméstico, con un método de estudio que las soluciones de detergentes y las muestras de aguas grises de lavandería se caracterizaron según la siguientes parámetros, sólidos totales (TS), sólidos suspendidos totales (TSS), sólidos disueltos totales (TDS) obteniendo los resultados de la caracterización, se determinó el aporte del tipo de detergente a la se evaluó la composición de las aguas grises del lavado de ropa composición de las aguas grises y cómo eso afecta el rendimiento del tratamiento; concluyendo que se debe tener en cuenta el tipo de detergente y la forma en que se utilizan estos compuestos durante el proceso de lavado.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Huanacuni (2021), realizó el estudio: “Mejoramiento de calidad de aguas grises provenientes de lavado de ropa con detergentes aplicando materiales filtrantes y con y sin energía fotovoltaica en el distrito de pocollay (fundo sobraya)”, Mejorar la calidad de aguas grises provenientes de lavado de ropa con detergentes aplicando materiales filtrantes con y

sin energía fotovoltaica en el Distrito de Pocollay (Fundo Sobraya). Su objetivo mejorar la calidad de las aguas grises provenientes de lavado de ropa con detergentes concluyendo que se mejoró la calidad de aguas grises provenientes de lavado de ropa con detergentes, como resultado obtenemos que se observa la eficiencia con reducción significativa en el parámetro DBO5 en 89,8 %, DQO en 90,3 %, turbidez en 97,9 %, sólidos sedimentables en 100 %, alcalinidad 21 %, nitratos en 69 %, nitritos en 81 %.

Ofelia Guillén Zevallos *et al.* (2020), realizo el estudio: “Tratamiento fisicoquímico de los efluentes del proceso de lavado de lana en una industria textil de Arequipa”. El objetivo del presente estudio fue evaluar el tratamiento fisicoquímico de los efluentes de lavado de lana provenientes de una industria textil de la ciudad de Arequipa con la finalidad de cumplir con los Valores Máximos Admisibles (VMA), utilizando como coagulante tricloruro férrico al 40% y floculante polímero MT-FLOC 4299 al 0,1%. Su conclusión es la dosis óptima del coagulante FeCl₃ al 40% fue de 200 mg/L y del floculante MT-FLOC de 0,8 mg/L que fue determinante en la formación de flóculos más pesados, dando lugar a un incremento de la velocidad de sedimentación, obteniéndose una remoción del 84,97 % de grasas, 82,55 % de DBO5, el 79,36% de DQO y el 99,60% de sólidos totales suspendidos. Es factible aplicar el tratamiento de coagulación-floculación en agua residuales de lavado de lana para disminuir los parámetros antes mencionados cumpliendo con la normativa, DS N° 010-2019-VIVIENDA.

Requena & Zaravia (2019), realizo la tesis: “Rendimiento al lavado de la fibra clasificada de alpaca huacaya (vicugna pacos)”, cuyo propósito es evaluar el rendimiento al lavado de la fibra clasificada de alpaca, su metodología de investigación es una investigación descriptiva obteniendo como resultado el rendimientos al lavado altos para las calidades superiores de fibras de alpaca (super baby, baby, fleece).

Coaquira (2020), realizo la tesis: “Optimización del mecanismo de transporte de lana para evitar el enredo de la fibra en el proceso de lavado”, cuyo objetivo es optimizar el mecanismo de transporte de lana que se posee actualmente para evitar el enredo de la fibra y así mejorar el proceso de lavado; El uso de una metodología de diseño, de conocimientos de áreas diversas, como de mecanismos de transporte nos ha permitido optimizar una maquina con un cierto grado de antigüedad permitiendo una mejora en la línea de lavado de lana de la empresa Lanificio Confezioni S.A.C; cuyo resultado menciona que mediante este trabajo se

ha obtenido optimizar el mecanismo de transporte de lana cumpliendo con las exigencias por parte del cliente y las especificaciones técnicas planteadas.

Cruz (2020), realizó la tesis: “Procesos de Elaboración de detergente ecológico a base de productos naturales”, el objetivo es identificar los procesos existentes para la elaboración de detergentes ecológicos con base de productos naturales. Ésta investigación fue de un diseño no experimental del tipo documental, y la población estuvo conformada por las investigaciones sobre elaboración de detergentes ecológico de las cuales se seleccionaron diez para la muestra analizada. Los resultados obtenidos en la investigación permitieron definir el concepto de detergente ecológico en general de los documentos consultados, así como también determinar dos procesos industriales de elaboración de detergente ecológico y los insumos naturales que son utilizados como tensoactivos, de los cuales en la región Piura se encuentra el aloe vera y el sapindus saponaria; y finalmente las características físico-químicas de éstos detergentes ecológicos. Su conclusión es la definición de un detergente ecológico es un compuesto orgánico y biodegradable conformado por un tensoactivo de origen natural y aditivos químicos, y que sirve para remover la suciedad de las superficies a lavar, Se concluye en la investigación indicando el concepto de detergente orgánico, proceso e insumos y los niveles de acidez ideales para el producto, indicando un pH de 7.

2.1.3. Antecedentes regionales

Sucasaca & Guevara (2020), presentan el artículo científico “Efectos del colorante natural inflorescencia de collí (Buddleja Coriacea) en la solidez de color de teñido de fibras de alpaca”, El propósito de la presente investigación fue obtener pigmento de color amarillo a partir de la inflorescencia de collí para su aplicación y evaluación en el teñido de fibra de alpaca, La metodología aplicada es experimental y el tipo de investigación es explicativo, se trabajó con 8 tratamientos y 2 repeticiones en total de 16 tratamientos; teniendo como resultados el teñidos con una gama amplia de tonalidades amarillas. En la prueba de solidez de color a la luz solar, los efectos principales son los factores B (tiempo) con un p-valor = 0.048 <0.05 y C (temperatura) con un p-valor = 0.000<0.05, estos dos factores dominan el proceso, explicando el 91.52 % de la variabilidad total.

Quispe, (2020) presenta la investigación: “Determinación de la Eficiencia en la Gestión de Residuos Sólidos en las Municipalidades Distritales de la Región de Puno – Perú, investigación relacional que tiene como objetivo, cuyo objetivo es determinar los niveles de

eficiencia en la gestión de residuos sólidos en las municipalidades distritales de la región Puno, el diseño de investigación es relacional con un enfoque descriptivo donde se aplicó la técnica del análisis de envolvente de datos (DEA), residuos sólidos en el consumo de detergentes concluyendo que el nivel de eficiencia en la gestión de residuos sólidos de los gobiernos locales de la región de Puno (109 distritos) es variante.

Sierra y selva exportadora (2021), realizó: “El Informe del mercado de la lana de oveja”, el objetivo del estudio define las características de la lana peruana, su impacto económico e importancia, sus principales usos, también se evalúa la situación peruana y de la región en términos de la producción y exportaciones de lana, y las perspectivas y tendencias del mercado de producción de lana y de las confecciones hechas a partir de esta; El sector pecuario representa el 37% de la participación del valor bruto de la producción agropecuaria al 2021, de los cuáles 2.76% corresponden al sector ovino tanto por su producción de carne como de lana. Las principales zonas de producción son Puno, Junín y Cusco con 37%, 17 y 12%, respectivamente. concluyendo que el consumo de lana de oveja está sujeta a las tendencias del mercado, por ello, es importante ser referentes en la moda, como insumo para el segmento dispuesto a pagar por lana de oveja o con mezcla con otras fibras naturales.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Generalidades: Detergentes convencionales o tensoactivos.

Los detergentes son productos que se utilizan ampliamente en el ámbito de la limpieza para remover impurezas, grasas, manchas, etc (Vidal & Zorrilla, 2020). Los detergentes sintéticos o también llamados "sindets" describen a las composiciones detergentes constituidas por el ingrediente sintético activo y los aditivos. Al ingrediente activo se le llama también "surfactante" por tener una actividad superficial o ser tensoactivo. Los detergentes difieren de los jabones por su modo de actuar con aguas duras. Los jabones forman compuestos insolubles con los iones de magnesio y de calcio presentes en el agua dura estos compuestos insolubles se precipitan y reducen las acciones espumantes y limpiadora.

Los NFE son usados por sus excelentes propiedades surfactantes como buen emulsificante y removedor de suciedad y grasa, así como su bajo costo; 80 por ciento de su producción se utiliza en detergentes y el 20 por ciento restante en procesos de fabricación de papel, plásticos, pesticidas, entre otros (Vargas *et al.*, 2020).

Los alquilbencensulfonatos lineales son los importantes tensoactivos o surfactantes sintéticos empleados en la fabricación de detergentes domésticos. La composición de cualquier detergente se basa en la utilización de agentes tensoactivos que son encargados de reducir la tensión superficial entre dos superficies, de manera que el agua tenga la capacidad de penetrar con mayor facilidad las prendas (Vidal & Zorrilla, 2020).

2.2.1.1. Clasificación de los detergentes o tensoactivos:

Los tensoactivos son moléculas anfifílicas que contiene una parte hidrofóbica (repelen el agua) e hidrofílica (afines al agua) que facilitan la reducción de la tensión superficial e interfacial (Estrella, 2021).

Los detergentes se pueden formular de modo que se obtenga un producto de las características deseadas para que tenga un poder limpiador óptimo, limpieza máxima por unidad de costo, así como máxima biodegradabilidad; por lo común los productos comerciales tienen ventajas y desventajas en cuanto a las propiedades deseadas. Los detergentes se han dividido en cuatro grupos principales:

- **No iónicos:** presentan grupos funcionales ionizables, tiene una capacidad limitada de disgregarse con el agua en forma de iones, presenta un lado polar conformados por éteres y alcoholes y un lado apolar que presentan una cadena alifática estos pueden ser aniónicos no alifáticos (Estrella, 2021).
- **Iónicos:** poseen una elevada afinidad con el agua esto se debe a la atracción electrostática con relación a los dipolos del agua, lo que les otorga la posibilidad de dar arrastre a las cadenas hidrocarbonadas se pueden dividir en:
 - **Tensoactivos aniónicos:** En la industria se producen a gran escala debido a que son tensoactivos más comunes y de mayor efectividad en su costo, se caracterizan porque en la parte hidrofílica presentan una carga negativa comprendida por grupos fosfato, sulfato, carboxilato y sulfonato (Estrella, 2021).
 - **Tensoactivos catiónicos:** Estos tensoactivos presentan una carga positiva proporciona mayor adherencia a los sustratos con gran firmeza otorgando una cualidad característica de cambiar las propiedades superficiales muestran efectos bactericidas (sales derivadas y aminas) (Estrella, 2021)

- **Tensoactivos anfóteros:** contienen grupos aniónicos o catiónicos se caracterizan por cambiar el pH (Estrella, 2021).
- **Biotensoactivos:** Son moléculas producidas por distintas variedades de microorganismos, están formados por diferentes estructuras como péptidos, glicolípidos, glicopéptidos, ácidos grasos y fosfolípidos se caracterizan por presentar una limitada toxicidad, posee mayor afinidad con el ambiente se ha implementado su manejo en alimentos y cosméticos (Estrella, 2021).

2.2.1.2. Función y clasificación

Para poder entender cómo actúan los detergentes se debe recordar la propiedad de tensión superficial del agua. La tensión superficial es la propiedad donde la superficie del líquido se comporta como una película elástica, pues las moléculas en la superficie poseen fuerzas intermoleculares que las empujan hacia abajo y hacia los lados, pero no hacia arriba. En consecuencia, las moléculas están siendo atraídas hacia el líquido ocasionando que la superficie se tense como si fuera una película fina elástica. Esta tensión produce el acumulamiento de agua en las superficies dificultando el proceso de limpieza.

2.2.1.3. Composición de los detergentes en el Perú

El principal componente en la mezcla que conforma un detergente es el agente tensoactivo o también llamado surfactante, así como algunos aditivos. Entre los agentes tensoactivos utilizados, el C12. LAS es el más común para la remoción de la grasa proveniente de la suciedad de la ropa. Los aditivos añadidos al detergente favorecen la remoción de las grasas y suciedad, así como también mejoran la calidad del blanco obtenido después del lavado.

2.2.2. Solidez al color

A lo largo de la historia, el hombre con su ingenio ha generado distintas técnicas de teñido, que han variado con por el progreso tecnológico. Las técnicas de teñido son consideradas un arte, que aparece con las civilizaciones antiguas desde la edad de bronce.

Los ensayos para determinar la solidez del color se basan en una escala de grises que permite valorar la degradación y en otra escala de grises de descarga (sangrado) (Indecopi, 2021). Dichos métodos se han utilizados para dar color al vestuario, comida y objetos de uso

cotidiano con tintes naturales, por muchos años se crearon y realizaron de manera manual y artesanal. En el caso de textiles teñidos es importante determinar la solidez o resistencia del color del textil cuando es expuesto a la luz, al lavado y a un roce de su superficie, acciones frente a las que el tinte debería ser firme para ostentar una buena calidad (Palacios *et al.*, 2021).

Las características que se exigen a los colorantes textiles inherentes al proceso de tintura tales como igualación, rendimiento, etc. que los hacen aptos para su aplicación industrial, no son suficientes para su aceptación comercial ya que estas propiedades deben añadirse las que denominamos solidez. Se entiende por solidez de una tintura o estampado, a la resistencia que presenta a variar o perder su color al ser sometida a la acción de un determinado agente, pudiendo dar lugar a la degradación del color y/o a la descarga sobre otros textiles. La definición no solo abarca la tintura y el estampado, también incluye los blanqueadores ópticos similares a los colorantes en todas las características tintoreras. E incluso en algunos sectores textiles se aplica el concepto de solidez, más o menos correctamente, a la permanencia de ciertos acabados sobre los tejidos en operaciones como el lavado, blanqueo con cloro, etc.

2.2.2.1. Factores que afectan las solidez

Existen muchos factores que afectan las solidez de una tintura.

- **El colorante.** - La estructura química de un colorante es fundamental para las propiedades de solidez. Así incluso dentro de una misma familia, los compuestos más insolubles, son más sólidos a los tratamientos húmedos: los que están en forma más oxidada, resisten mejor a los oxidantes. Los colorantes, en especial los de origen sintético, presentes en las aguas residuales, son responsables de muchos de los efectos nocivos sobre la flora y la fauna acuática (Figuerola *et al.*, 2017).

La forma física del colorante, o sea su estado de agregación, también tiene influencia

- **La fibra.** - Las fibras textiles son polímeros lineales con un alto peso molecular y su longitud es mayor en relación a su diámetro para poder ser hiladas (Sanchez, 2020). Hay familias completas de colorantes que tienen solidez mejores sobre una determinada fibra que sobre otra, por ejemplo, los colorantes básicos presentan mayor solidez a la luz sobre otras fibras acrílicas que sobre fibras celulósicas, los colorantes dispersos sobre el poliéster se degradan menos por los gases de combustión que sobre poliamida,

etc. Por otra parte, no solamente influye la diferencia de fibras, sino que dentro de una misma clase de fibras observamos diferencias de solidez según los tratamientos a los que ha sido sometida y que pueden influir sobre el estado de la fibra. Así, en el caso de la fibra de lana, si se ha efectuado un tratamiento de clorado para conseguir un efecto incogible, la fibra se modifica en mayor o menor grado, consiguiéndose una mayor absorción de colorante y diferente solidez que en la lana original.

- **El proceso de tintura.** - El tinturado es un proceso químico en el cual un material textil ya sea fibra, hilo o tejido es puesto en contacto con una solución tintórea natural o artificial (Sanchez, 2020). Respecto a este factor hemos de tener en cuenta que hay colorantes que pueden ser aplicados por diferentes métodos, por ejemplo, cuando se mezclan colorantes de distinto método principal en este caso, como se modifican las condiciones de máxima afinidad la fijación será más superficial y las solidez en general más bajas. En otros casos una operación intermedia. Tal como el secado, puede mejorar las solidez.
- **pH.** - El pH es una de las variables que tiene mucha influencia en el resultado final de los colores obtenidos dentro del proceso de tinturado natural (Sanchez, 2020). El pH es la medida de la acidez o alcalinidad de una sustancia. La escala de pH está limitada entre 0 y 14, siendo el límite más ácido y 14 el límite más básico quedando el 7 como nivel neutro.
- **La intensidad de la tintura.** - Ya que la variación de color que hemos denominado solidez se debe o bien a la destrucción de las moléculas de colorante o bien a la pérdida de las mismas, en una u otro caso para una misma cantidad absoluta de colorante desaparecido de la fibra la proporción es mayor cuanto menor sea la intensidad inicial de la tintura. Incluso eran conocedores de la combinación de elementos para la obtención de nuevas tonalidades, así como métodos de reserva para la creación de estampados y formas (Sanchez, 2020). Por ello, no se puede señalar un valor absoluto de solidez de un colorante a un determinado agente al ser esta función de la concentración del mismo, por lo que al objeto de normalizar este aspecto independientemente del poder colorístico y la concentración de cada colorante se ha definido la Intensidad Standard (I.S.1/1) en toda la gama de colores del espectro así como una serie de intensidades de color superiores e inferiores en las cuales se puede determinar la solidez de un determinado colorante frente a un agente concreto.

Dichas I.S, son:

- I.S.2/1 superior a la normal y I.S. 1/3, 1/6, 1/12 y 1/25 inferiores a la normal excepto para azul marino y negro, en que solo hay 2 I.S.: la oscura y la clara.
- De esta forma cuando se indica un único valor de solidez de un colorante se sobreentiende que se refiere a la I.S. 1/1.
- Si se indica más de un valor debe especificarse a que Intensidades Standard se refiere cada una de ellos.

2.2.3. Lana de ovino:

La lana es un tipo de fibra textil que se forma en la invaginación de la epidermis que va en dirección a la dermis de la piel del ovino que conforma el vellón del animal. Es una fibra rizada y suave que cubre el cuerpo de las ovejas formando el vellón (Solís, 2022).

La lana es la fibra natural producida por los ovinos con el fin de recubrir su piel para el resguardo de las inclemencias del clima en el cual se desarrollan y viven (Portella, 2019).

2.2.3.1. Propiedades físicas de la lana

Las distintas propiedades físicas de la lana como el diámetro y longitud de mecha, rendimiento al lavado, resistencia y color son distintos según el tipo de raza y clima de crianza. La lana posee propiedades naturales, las cuales proporcionan una gran cantidad de ventajas y aptitudes frente a los otros tipos de textiles que, aunque se han querido imitar por los humanos, no se ha llegado a lograr (Chalan, 2019).

La lana posee muchas propiedades que determinan su calidad y son:

- **Longitud de mecha**

Se refiere al crecimiento de la fibra de lana durante un año o desde una esquila a la siguiente; es la distancia entre la base y la punta de la fibra expresada en cm. que varía según la raza, edad, nutrición, salud y clima. Se entiende por longitud de mecha al crecimiento que experimenta la lana durante un año, desde una esquila a otra (Suntasig, 2020).

- **Diámetro de fibra**

El diámetro de fibra se refiere al grosor de una fibra, la cual se mide en micras y define la medida de su sección transversal (Solis, 2022).

- **La longitud de mecha es una característica de alta heredabilidad**

Se entiende por longitud de mecha al crecimiento que experimenta la lana durante un año, desde una esquila a otra (Suntasig, 2020). Existe una correlación entre largo de mecha y diámetro de lana. Las lanas más finas son las más cortas además existe una muy marcada variación en el largo de lana en las diferentes razas

En el juzgamiento, la longitud de la fibra se basa en una apreciación del crecimiento anual en distintas partes del cuerpo del animal como: espalda, costillar y grupa.

- **Factor de confort**

El factor de confort (FC), se define como el porcentaje de fibras de lana con diámetros inferiores a 30 μm , se desvían sobre el contacto con la piel y evitan la irritación (Solis, 2022). El factor de confort o de comodidad es un factor de gran importancia en donde se ve la comodidad de la lana al hacer contacto con la piel del hombre.

- **Carácter de la lana**

Se define como carácter a la claridad que presentan los rizos a lo largo de la mecha junto a la uniformidad de color, diámetro, entre otros. Cuando una lana presenta un buen carácter, se observan rizos bien definidos a lo largo de la mecha (Solis, 2022).

- **Índice de curvatura**

El índice de curvatura es una característica de la fibra que puede ser usada para describir la densidad de una masa de fibras, propiedad de mucho interés para los fabricantes de prendas de vestir, muebles y otros productos (Solis, 2022).

2.2.3.2. Principales tipos de lana según las razas

La forma en que se han tratado de clasificar las razas ha adoptado distintos criterios, hay clasificaciones como la propuesta por Mason (1991) que considera largo y grosor de la cola; otra muy sencilla divide los ovinos por su producción prioritaria y así tenemos los que son para lana, carne, leche y pieles (Santos *et al.*, 2019).

- **Corriedale.**

Son de tamaño y peso mediano, las ovejas de 45 a 50 kg y los carneros exceden los 100 kg.(Santos *et al.*, 2019) El ejemplar uruguayo es un excelente productor de lana y carne de calidad. Es un ovino de gran rusticidad que se adapta a los más disímiles sistemas de manejos y explotación, sin resentir su producción y mostrando una enorme capacidad de respuesta a la mejora del ambiente. Su lana posee una amplitud de finuras entre 27- 31 micras para producción de diferentes tejidos de calidad y son reconocidas por su alta resistencia, excelente largo de mecha y muy buen rendimiento al lavado. En general presenta un vellón pesado y largo, pero en la actualidad el objetivo de los criadores es, por selección, ir bajando los niveles de finura (diámetro)(Santos *et al.*, 2019).

- **Merino.**

Esta raza tiene una presencia significativa en varios países de Sudamérica y en México, en forma de algunas de sus variedades.(Santos *et al.*, 2019). Es una raza para lana. Posee un mechón compacto, mechas en bloques, y su micronaje oscila entre fino (18-21 micrones), medio (21-22,5) y fuerte (22,5-23.5). Criada en el sur de Argentina, especialmente la provincia de Chubut), Chile (punta Arenas) y Norte de Uruguay. La lana es blanca y fina, ubicándose generalmente entre las 18 y 24 μ , los vellones suelen ser rizados y libres de fibras moduladas.(Santos *et al.*, 2019).

- **Ideal.**

Esta raza sintética fue formada en Australia por los hermanos Denis con el nombre de Polwarth a partir de cruzamientos entre las razas Merino y Lincoln.(Santos *et al.*, 2019) De origen australiano, es una raza muy difundida en Uruguay, Brasil y el Litoral Argentino. Se diferencia del Merino por tener mayor longitud de mecha (bloques), de buena finura (24-27 micras) y mayor conformación comercial.

- **Lincoln**

Esta raza inglesa originaria del condado de Lincolnshire, es por lejos la más famosa de este grupo, sobre todo por haber sido utilizada en la conformación de nuevas razas como la Corriedale, la Ideal y la Columbia (Ryder, 1968)(Santos *et al.*, 2019). La lana

es usada principalmente en la fabricación de alfombras, los machos en la actualidad están entre los 110 y 160 kg y las hembras entre los 90 y 110 kg (se mencionan diferencias entre países prácticamente para todas sus características) (Santos *et al.*, 2019).

- **Hampshire**

La Hampshire es muy apreciada por producir corderos de gran tamaño y peso, así como a su amplio uso en cruzamientos terminales para producir corderos finalizados para carne.(Santos *et al.*, 2019).

Su lana aparenta ser toda blanca tiene fibras negras entreveradas, su vellón es corto, de bajo peso y finuras de 48s a 56s (29 a 34 μ). (Santos *et al.*, 2019).

- **Otras:** Romney Marsh, Merilin, entre otras. Existen más de 200 razas de ovejas y de estas unas 30 mejoradas (Sanchez, 2020).

2.2.3.3. Calidad, mermas e índice de rendimiento de la lana.

La reproducción en ovinos es significativamente afectada por factores ambientales y cuando estas son favorables, la actividad reproductiva expresa su pleno potencial.(Santos *et al.*, 2019). Una particularidad de la fibra de lana como materia prima industrial está dada por el hecho de que por cada kilogramo de lana sucia esquilada y recibida del establecimiento del productor rural se obtienen aproximadamente 600 gramos de Tops lana lavada y peinada correspondiendo el resto a grasa, tierra y fibras cortas que no cumplen los requisitos del producto terminado. El Índice de Rendimiento de la lana representa la relación entre el peso del producto obtenido y el peso de la materia prima consumida, encontrándose para la lana en un porcentaje aproximado de 60%. En el siglo XVIII, la lana suministraba alrededor del ochenta por ciento de la materia prima textil(Santos *et al.*, 2019), Durante dos tercios del siglo pasado (1900- 1966), la producción mundial de lana se duplicó, no obstante, su crecimiento mostró dos períodos bien definidos.(Santos *et al.*, 2019).

En la actualidad, en el mundo se ha producido una relocalización y una redistribución de la actividad lanera. Por ejemplo: China es el país que más ovinos produce, el primer consumidor de lana a nivel mundial, así como el principal país importador y exportador de lanas sucias y peinadas.(Santos *et al.*, 2019).

Pre-lavado o comúnmente conocido como descruce consiste en la eliminación de toda clase de materias extrañas que se encuentran en las fibras o tejidos, las mismas que impiden el desenvolvimiento de los procesos posteriores.(Cucas, 2019). La lana sucia puede ser clasificada en lana de vellón proviene del lomo del animal y lanas que provienen de las restantes zonas del cuerpo como la barriga, cara, patas y otros- determinando la existencia de calidades distintas. El lavado, operación mediante la cual se eliminan las grasas e impurezas de la fibra. (Ponce, 2019).

Los procedimientos empleados en el lavado de lana vienen influidos por las impurezas y por las características de la fibra, ya que ésta es atacada por baños alcalinos y alterada por el uso de temperaturas elevadas, debiéndose evitar al mismo tiempo el afieltrado de las fibras, que serían la causa de rotura de fibra en procesos posteriores (Ponce, 2019).

Los lavaderos de lanas, desde el punto de vista de los trabajadores especializados actuaron como centros de intercambio de conocimientos técnicos y destrezas en el lavado de la lana.(Pascual, 2019). En la actualidad, se registra un aumento de las lanas superfinas y ultrafinas (entre 16,5 y 18 micras) y un descenso de los demás micronajes con respecto a la zafra anterior. (Santos *et al.*, 2019).

Este comportamiento se debe básicamente a dos motivos: por un lado, el aumento de productores que eligen producir lanas más finas por su alto valor económico en los mercados y, por otro, a un afinamiento natural de la fibra, producto de la insuficiencia de pasturas en las zonas áridas.(Santos *et al.*, 2019). Al procesarse, el industrial elabora una mezcla de las diversas lanas en función de la calidad que requiere el cliente, obteniendo un promedio de 60% de rendimiento. El largo de la fibra es un factor clave en la calidad del producto ya que es determinante en la etapa posterior de hilado: las fibras largas al formar la mecha producirán hilos resistentes y las cortas surten el efecto contrario.

A partir de la merma de lana se obtienen básicamente 2 subproductos: grasa y noils. La grasa proviene de la cera natural contenida en la fibra y los noils están constituidos por fibras de lana cuyo largo no soporta el peinado y se desprenden, tratándose de materiales que son directamente imposibles de hilar, y son utilizados para rellenos o fieltros.

Según la IWTO (International Wool Textile Organization), en 2010 la población mundial de ovinos se elevaba a 1068 millones de cabezas, con una producción lanera de 1992 millones de toneladas y de acuerdo con datos de la FAO, 8532 millones de toneladas correspondían a la producción cárnica.(Santos *et al.*, 2019)

2.3. INDUSTRIAL TEXTIL LANERA: DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE LAVADO Y PEINADO.

En lo referente a la comercialización puede interpretarse que la lana tiene altos precios relativos en comparación con otras fibras textiles y que ha habido un aumento de producción de fibras sintéticas y de algodón, y una decreciente participación de lanas en la producción mundial de fibras textiles.(Santos *et al.*, 2019).Tres décadas atrás, existían en Uruguay más de 10 empresas que desarrollaban el proceso lanero textil hasta llegar al hilo de lana teñido, madeja y 3 que a partir de los tops llegaban a obtener la tela. En la actualidad quedan solo 5 realizando el proceso primario, lavado y peinado y las restantes fueron cerrando sus puertas ante la imposibilidad de competir internacionalmente, en especial con los productos provenientes de China. Las que continuaron abiertas lo hicieron por una razón en particular: sigue siendo conveniente exportar la lana lavada y peinada frente a la posibilidad de exportarla en estado natural, sucio. En primer lugar, eso se debe a que cada kilogramo de lana sucia contiene casi 400 gramos de tierra, grasa y fibras no aptas al hilado.

El proceso operativo se inicia con la recepción de la lana sucia, control, clasificación y acondicionamiento, condiciones indispensables para lograr un producto de la calidad buscada en su posterior lavado y peinado. Si bien se trata de una operación poco compleja, no deja de ser muy importante y delicada, ya que la efectividad del lavado dependerá del grado de apertura y limpieza que se le suministre al material grasiento.(Ponce, 2019)

La lana será cargada luego en el tren de lavado, el cual incluye un secadero. De ahí se transporta en forma continua a los Boxes de mezclado y luego a cardas a través de tuberías de aspiración. Los Boxes apuntan a lograr una mezcla homogénea de la materia prima. Las cardas son el primer paso del peinado y en ellas se obtienen las primeras mechas de lana peinada, que serán transportadas a las líneas de peinadoras finalizando con la formación del Tops en bobinas de aproximadamente 10 kilos cada una, que se disponen luego en fardos de 400-500 kilos aproximadamente.

El lavado y el peinado imprimen mayor nivel de eficiencia a la cadena, ya que no se transportan materiales indeseables, como tierra u otras materias orgánicas (Santos *et al.*, 2019). El proceso de lavado consiste en el pasaje de la lana a través de sucesivas piscinas donde se sumerge en agua caliente con detergente. La concentración del detergente actúa disminuyendo la tensión interfacial entre el líquido del lavado y la grasa del material (Ponce, 2019). El agua desprende casi la totalidad de la grasa contenida en la fibra y es transportada a las máquinas centrífugas donde es separada y acondicionada en toneles. Este proceso no solo es importante desde el punto de vista económico por el ingreso generado en la venta del subproducto- sino también por motivos medioambientales, toda vez que evita que la grasa vaya a parar a los efluentes. Todas las impurezas están en la fibra en proporción variable; en el caso de la lana de oveja puede variar entre 45 a 70% y en el caso de la fibra de alpaca varía entre 10 a 20%. (Ponce, 2019)

El procedimiento más utilizado es el de emulsificación de grasas en baño alcalino y se efectúa con una solución compuesta de detergente, dispersante y agua rectificada (ablandada) (Ponce, 2019).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

La ejecución y obtención de datos del presente trabajo de investigación se realizó en los laboratorios de la Escuela Profesional de Ingeniería Textil y de Confecciones de la Facultad de Procesos Industriales sede Ayabacas de la Universidad Nacional de Juliaca ubicado en el Distrito de San Miguel, Provincia de San Román, Región Puno.

Datos geográficos del área de ejecución del proyecto

- Dirección Carretera Juliaca-Azángaro, 21100
- Altitud de 3 832 m s.n.m.
- Latitud de -15.4068°
- Longitud de -70.0913°
- Temperatura ambiente media: - 4 a 18.08°C
- Humedad relativa: 56.7 %
- Radiación solar: 7,087 kWh/m²/día.

3.2. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación es experimental con un enfoque cuantitativo y un alcance explicativo, se comparó efecto encontrado en cada variable y se determinó el efecto que deja cada muestra de detergente convencional en el lavado de cada muestra de prenda de lana, su diseño estadístico es experimental con un modelo no paramétrico equivalente al Anova de un factor denominado prueba estadística del Kruskal Wallis.

ESQUEMA DE DISEÑO ESTADÍSTICO EXPERIMENTAL

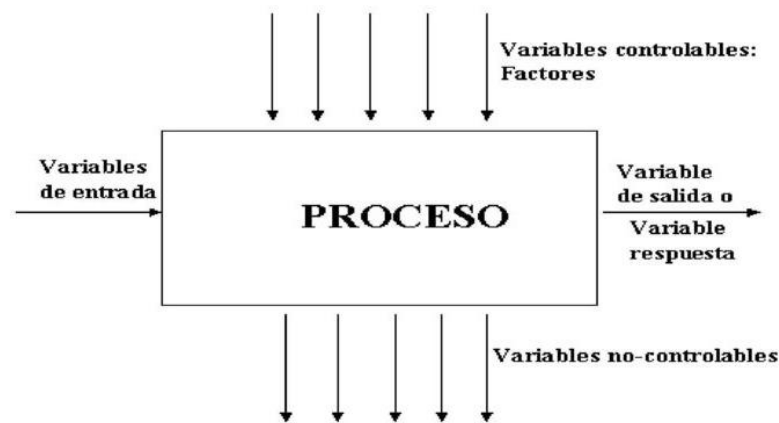


Figura 1: Esquema de diseño y modelo de investigación

FUENTE: Arias (2021).

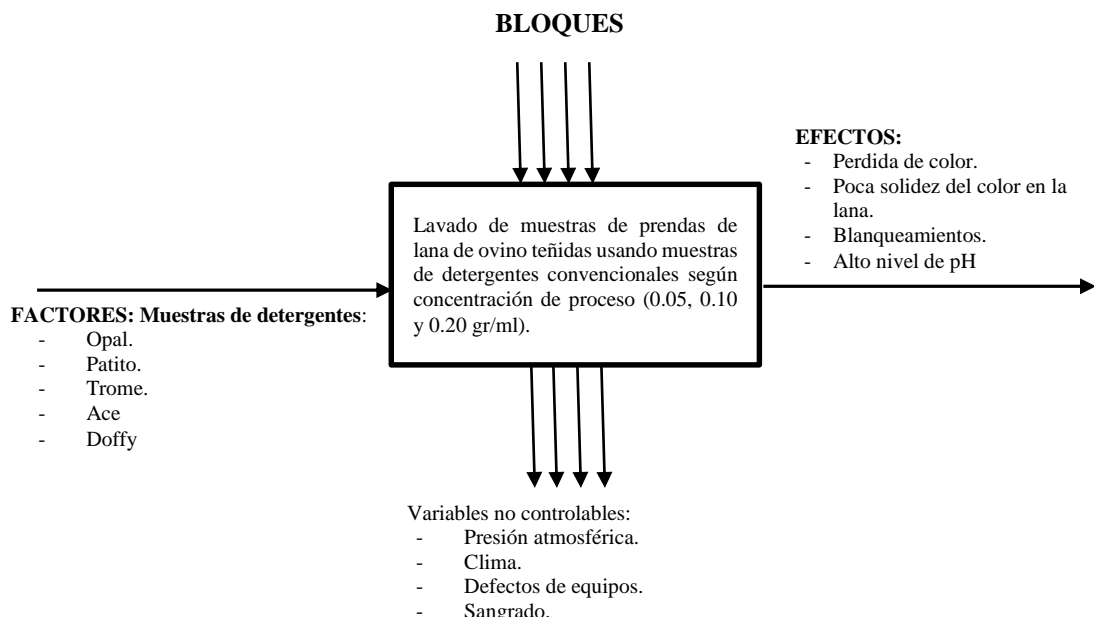


Figura 2: Esquema de diseño experimental

MODELO MATEMÁTICO BÁSICO DEL DISEÑO EXPERIMENTAL

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} : Variable dependiente (efecto producido por tratamiento i)

μ : efecto de la media general en la variable Y

τ_i : efecto del i-esimo tratamiento suministrado

ε_{ij} : efecto del error experimental en la j-ésima unidad experimental con el i-esimo tratamiento.

La presente investigación se ubica en el nivel investigativo explicativo, su propósito es de comparar cada variable independiente con el efecto que resulta en la variable dependiente.

Se aplica la medición de las pruebas de solidez según la utilización de las escalas de grises (de transferencia de color y degradación o cambio de color) en una medida de 1 al 5 siendo la escala 1 un nivel malo y 5 un nivel bueno en la solidez de color.

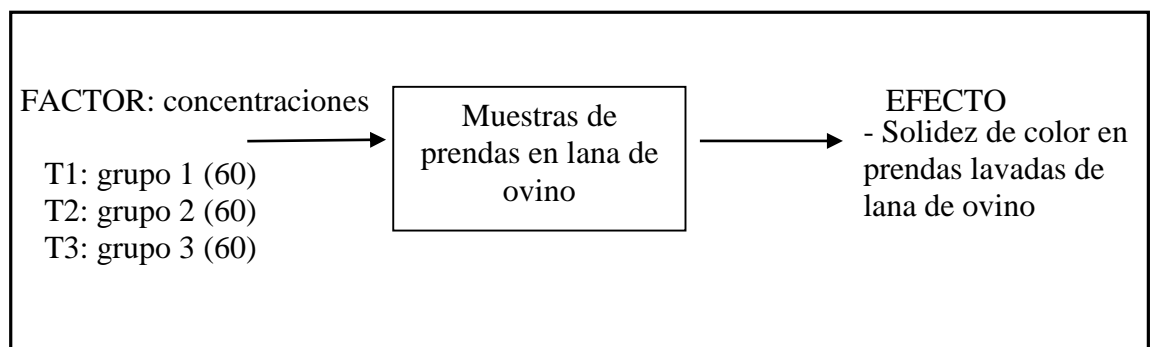
a. Enfoque de investigación

El enfoque de la investigación es cuantitativo, debido a que la recolección de datos para probar la hipótesis se basa en la medición numérica y el análisis estadístico (Hernández *et al.*, 2014).

b. Método de investigación.

El método estadístico para el tratamiento de los datos fue el equivalente no paramétrico de la prueba estadística Anova denominado prueba Kruskal Wallis.

3.3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN



3.4. PRUEBAS DE SUPUESTOS PARA PROBAR NORMALIDAD

- Supuestos de ANOVA para la medida de solidez del color al lavado
- Prueba de Normalidad

Para determinar la normalidad de los datos se usó la prueba de Ryan-Joiner, que es similar a Shapiro-Wilk para datos menores a 50, nivel de significancia 0.05.

H₀: Los detergentes convencionales no tienen efectos significativos en la solidez de color en las prendas lavadas de lana de ovino – Juliaca 2023

H_a: Los detergentes convencionales si tienen efectos significativos en la solidez de color en las prendas lavadas de lana de ovino – Juliaca 2023

Nivel de significancia:

0.05 =5%

Prueba estadística

Kruskal Wallis

Decisión

SI p-valor \leq alfa (α); se acepta la ha, por tanto, se rechaza la hipótesis nula.

Análisis comparativo

Shapiro-Wilk normality test

Data: pruebas de solidez

$W = x,$ p-valor = α

3.5. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

3.5.1. Hipótesis general

- Los detergentes convencionales tienen efectos significativos en la solidez de color en las prendas de lana de ovino lavadas – Juliaca 2023.

3.5.2. Hipótesis específicas

- El nivel de pH de los detergentes convencionales tiene efectos significativos en la solidez de color en las prendas de lana de ovino lavadas - Juliaca 2023.
- Los detergentes convencionales tienen efectos significativos en la calidad y presentación final en el color de las prendas de lana de ovino lavadas – Juliaca 2023.

3.6. EFECTOS DE TAMAÑO DE LOS TRATAMIENTOS

Prueba	símbolo	Pequeño	Mediano	Grande
Pruebas t	d	.20	.50	.80
ANOVA unifactorial	f	.10	.25	.40
ANOVA factorial	η_p^2 / f	.01	.06	.14
Chi cuadrado	w / ϕ	.10	.30	.50
Regresión múltiple	f ²	.02	.15	.35

Figura 3: Valores referenciales para el tamaño del efecto de las diferentes pruebas de significación estadística.

3.6.1. Índice f para análisis de varianza de un factor

Fórmula para el cálculo de tamaño de efecto

$$f = \frac{\sigma_m}{\sigma}$$

Calculo de la desviación típica común

$$\sigma_m = \sqrt{\frac{\sum_{r=1}^k \text{Sigma}^2}{k}}$$

3.7. VERIFICACIÓN DE LOS SUPUESTOS PARA APLICAR LA PRUEBA ANOVA PARA CONTRATAR LA HIPOTESIS GENERAL

3.7.1. Prueba de hipótesis general

H₀: Los detergentes convencionales no tienen efectos significativos en la solidez de color en las prendas lavadas de lana de ovino – Juliaca 2023.

H_a: Los detergentes convencionales si tienen efectos significativos en la solidez de color en las prendas lavadas de lana de ovino – Juliaca 2023.

Nivel de significancia:

$$0.05 = 5\%$$

Prueba estadística

Kruskal Wallis

Decisión

SI $p\text{-valor} \leq \alpha$; se acepta la H_1 , por tanto, se rechaza la hipótesis nula.

Interpretación:

Por lo que se concluye que los detergentes convencionales SI tienen efectos significativos en la solidez de color en las prendas lavadas de lana de ovino – Juliaca 2023, teniéndose los siguientes descriptivos que indican cuál de los detergentes tienen mayor grado de alcalinidad por tal afectarían altamente a la solidez del color generando sangrados fuertes y por ende blanqueamientos y cambios de color.

3.7.2. Cálculo del efecto del tamaño de los tratamientos

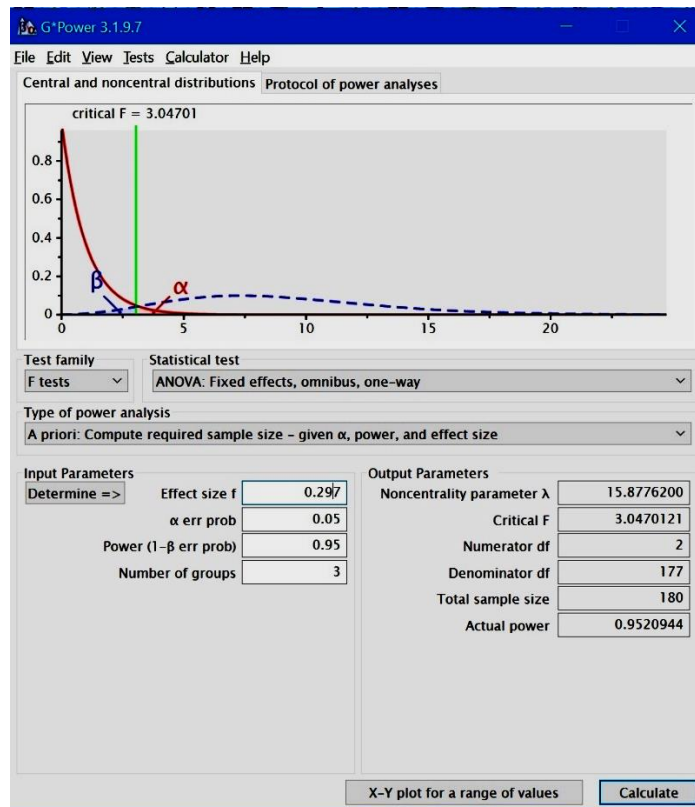


Figura 4: Cálculo para medir el efecto del tamaño de los tratamientos con el programa Gpower.

3.8. POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN

3.8.1. Población

Elementos accesibles o unidad de análisis que perteneces al ámbito especial donde se desarrolla el estudio (Condori, 2020). La población donde se va realizar el estudio de investigación será orientada en muestras de prendas de lana de ovino teñidas.

Para la presente investigación la población del estudio son 180 muestras de prendas de lana de ovino elaboradas en la ciudad de Juliaca en el año 2023 en 3 colores de prendas teñidas (amarillo, rojo y teñido natural); las pruebas de solidez se realizan mediante la aplicación de las normas técnicas peruanas en cada prueba de solidez de color; por el mismo la obtención de las muestras de los detergentes convencionales se obtuvo por el alto consumo y bajo precio en el mercado.

3.3.1.1. Criterios de selección

- Muestras de prendas de lana de ovino.
- Muestras de prendas de lana de un color suave (amarillo) y un color fuerte (rojo)
- Muestras de prendas de lana de un color de teñido natural.
- Muestras de detergentes que no excedieron de la fecha de vencimiento.
- Muestras de detergentes de bajo valor económico y alta demanda.

3.3.1.2. Criterios de exclusión

- Muestras de prendas combinada con otras fibras.
- Muestras de prendas sucias y con impurezas.
- Muestras de prendas de color veteado y quebrado.
- Muestras de detergentes con fecha vencida.
- Muestras de detergentes menos consumidas y de alto valor económico.

3.8.2. Muestra

Parte representativa de la población, con las mismas características generales de la población (Condori, 2020). Cuando la población de estudio es menor de 50 unidades de observación entonces según Hernández citado por castro (2010) “la población es igual a la muestra” (p 69), es decir, la muestra censal. Es por ello, que se toma la totalidad de la población al 100%, de las prendas confeccionadas con lana de ovino.

3.3.2.1. Tipo de muestreo

Para la ejecución de los procesos en la investigación se tomó una muestras de prendas de lana de ovino teñidas producidas en la ciudad de Juliaca, esta cantidad de muestras se aplicó la norma técnica peruana (NTP 231.008-2015 revisada el 2022), en el lavado se dividió en sub muestras de 10 por 10 cm en tres concentraciones de detergentes(0.05 gr/ml, 0.10 gr/ml

y 0.20 gr/ml) para 3 colores de prendas teñidas con un peso de cada sub muestra de 3 gr aproximado, para la experimentación se propuso de forma aleatoria una muestra de prenda de lana por concentración de detergente en 4 réplicas por color. usado de acuerdo al diseño de experimentos.

3.3.2.2. Tamaño de la muestra

Se calculó el tamaño de muestra de acuerdo al diseño experimental teniendo en cuenta la causa y efecto en el lavado en la relación detergente/lana, nivel de pH, temperatura y tiempo del lavado con detergentes convencionales, El tipo de trabajo, transversal explicativo, ubicado en el nivel de investigación explicativo. Además, agregar el modelo estadístico de kruskal wallis.

Se aplicó 5 tipos detergente en 3 concentraciones (0.05 gr/ml, 0.10 gr/ml y 0.20 gr/ml) en 3 colores de prendas de lana de ovino teñido en 4 réplicas por cada color y concentración:

- **Proceso de lavado de muestras de prendas de lana en una concentración de 0.05 gr/ml de detergente.**

Usamos 3 muestras de colores de prendas de lana teñidas.

En un color: 5 muestras de detergente x 4 réplicas = xxx

$$5 * 4 = 20 \text{ muestras}$$

El número de muestras lo multiplicamos por el número de colores.

$$20 \text{ muestras} \times 3 \text{ colores} = 60$$

Tenemos **60 muestras** de prendas en la concentración de 0.05 gr/ml.

- **Proceso de lavado de muestras de prendas de lana en una concentración de 0.10 gr/ml de detergente.**

Usamos 3 muestras de colores de prendas de lana teñida.

En un color: 5 muestras de detergente x 4 réplicas = xxx

$$5 * 4 = 20 \text{ muestras}$$

El número de muestras lo multiplicamos por el número de colores.

$$20 \text{ muestras} \times 3 \text{ colores} = 60$$

Tenemos **60 muestras de prendas** en la concentración de 0.10 gr/ml.

- **Proceso de lavado de muestras de prendas de lana en una concentración de 0.20 gr/ml de detergente.**

Usamos 3 muestras de colores de prendas de lana teñida.

En un color: 5 muestras de detergente x 4 réplicas = xxx

$$5 * 4 = 20 \text{ muestras}$$

El número de muestras lo multiplicamos por el número de colores.

$$20 \text{ muestras} \times 3 \text{ colores} = 60$$

Tenemos **60 muestras de prendas** en la concentración de 0.20 gr/ml.

Sumamos el número de muestras de los 3 procesos de lavado por concentraciones tenemos

$$60 + 60 + 60 = 180$$

Finalmente tenemos un total de 180 muestras de prendas de lana por las tres concentraciones.

Nota: Las concentraciones de muestras de detergentes usadas, son concentraciones propuestas por el investigador para verificar los resultados esperados en la investigación.

3.9. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.9.1. Técnicas

Para la investigación que se llevará a cabo se utiliza la técnica de observación. La observación directa: En este caso, el investigador obtiene la información directamente de la población o sujeto del estudio (Arias, 2021).

Es un proceso cuya función primera e inmediata es recoger información sobre el objeto que se toma en consideración”, este procedimiento nos permitirá conocer el efecto del detergente en la solidez del color de las prendas de lana de ovino.

En presente trabajo de investigación por las características del estudio se utiliza las fichas de recolección de datos.

3.9.2. Escala de medición.

La escala de medición son instrumentos de observación para medir y registrar con precisión y objetividad los datos obtenidos para ser procesados. El instrumento documental desde el punto de vista metodológico permitirá recoger datos sobre el desarrollo de la solidez del color en las prendas de lana de ovino que fueron expuestas a detergentes convencionales.

3.9.3. Validez y confiabilidad de los instrumentos

La validez del test tiene por objetivo determinar el grado de exactitud con el que el test mide lo que debería medir, esta validez se puede determinar a partir de tres componentes del test; la validez de contenido, la validez de criterio y la validez de constructo.(Camelo, 2019)- La valides de los instrumentos serán validados por las instituciones especializadas en validación de instrumentos e instrumentistas, esto serán validados mediante la certificación correspondiente.

La confiabilidad tiene como objetivo determinar la consistencia interna de las pruebas construidas, es decir que pueda producir de manera consistente la misma puntuación o una similar a un mismo candidato(Camelo, 2019).

En la presente investigación se realizó el lavado de muestras de telas de lana (bayeta) con detergentes convencionales y si analizar los efectos que tiene estos detergentes en la solidez de color y obtener la concentración y tipo de detergente que más afecta al color al ser lavadas con estos detergentes.

3.9.4. Instrumentos.

Los instrumentos de evaluación contruidos y aplicados por la entidad están evaluando lo descrito en la norma de competencia laboral y por su parte cual es el comportamiento de los diferentes candidatos en el desarrollo de las pruebas(Camelo, 2019). En la presente investigación se analizó el efecto que ocasiona los detergentes convencionales en el color en prendas lavadas de lana de ovino; el instrumento para evaluar de la solidez de color es la escala de grises (escala por trasferencia de color y escala por cambio de color) para medir la solidez del color en el lavado de las prendas de lana lavadas con los detergentes convencionales. Las pruebas desde dos “variables” la validez y la confiabilidad, donde la primera busca determinar si la evaluación está midiendo lo que debería medir y por su parte la confiabilidad nos denota la consistencia de la medida(Camelo, 2019).

- **Ficha de registro de datos:** En la ficha de registro de datos se apunta los resultados obtenidos en las pruebas de solides al lavado del color según la Norma Técnica Peruana (NTP 231.008-2015 revisada el 2022), planteadas por el Instituto Nacional de la Calidad (INACAL).
- **Validación del instrumento:** El instrumento usado en la investigación fue la escala de grises que es usado en la medición de la solidez de color, dichas mediciones son apuntadas en la ficha de recolección de datos de solideces de color, dichos datos obtenidos fueron evaluada por ingenieros expertos de la carrera de Ingeniería Textil y de Confecciones de la Universidad Nacional de Juliaca, el cual te garantiza que el instrumento usado es confiable y te da un resultado de gran confiabilidad de los resultados obtenidos en la solidez de color aplicadas en el lavado, para el análisis de la confiabilidad de los datos se realiza el análisis del nivel de pH en cada concentración de muestra de 5 tipos de detergentes el cual son usados en los lavados de 5 tipos de colores y así verificar el efecto que ocasiona en cada color cada muestra de detergente, estos datos obtenidos en cada solidez de color son analizados y comprobados según el nivel de pH neutro (nivel 7), comprobando que cada muestra presenta un alto nivel de alcalinidad (≥ 10 pH), se analiza con el programa Rstudio según el análisis estadístico de kruskal wallis obteniendo una análisis comparativo variado haciendo que el estudio realizado cumple con el propósito de la investigación y es confiable. La validez se puede definir como el grado en que un instrumento de evaluación mide lo que pretende medir, es decir, si el instrumento está midiendo variables que no se contemplaron o si por el contrario no es suficiente para medir lo propuesto(Camelo, 2019).

3.10. MATERIALES Y EQUIPOS.

3.10.1. Materiales e insumos de lavado.

- Muestras de prendas de lana de ovino teñidas producidas en la ciudad de Juliaca, provincia de San Román, Región Puno.
- Muestras de detergentes convencionales, Las muestras fueron obtenidas según el nivel de costo de cada muestra y por el nivel de consumo de estos detergentes en la ciudad de Juliaca, Provincia de San Román, región Puno.

3.10.2. Equipos, materiales de laboratorio

Los materiales y equipos usados en la presente investigación son los siguientes:

Balanza analítica, probetas (100 y 50 ml), varilla de vidrio o bagueta, luna de reloj, espátula, vaso de precipitados (50, 100, 200 ml), pHmetro, equipo Gyrowash de 8 pivotes con billas de acero para obtener la solidez al lavado, colador metálico, jarra de plástico, abrasímetro, cámara xenoterm de luz de radiación, luz solar natural, escala de grises de cambio de color, escala de grises de transferencia de color, tela de algodón, tela blanca para testigo, hilo blanco acrílico, Norma técnica NTP 231.008-2015 revisada el 2022.

3.10.3. Reactivos y productos auxiliares

En la presente investigación los reactivos y productos auxiliares son 5 muestras de tipos de detergentes convencionales, agua no neutralizada.

3.10.4. Otros equipos y materiales

Los equipos y materiales adicionales usados en la presente investigación son los siguientes:

Lápiz de carbón, tijeras, regla, papel bon de 60 y 80 gr, cartulina negra (2 pliegues), bolsa siplok (2 paquetes de 100 unidades), cinta maskin, cinta de embalaje, plumón indeleble, aguja pequeña, guantes quirúrgicos, mascarilla KN 95, mascarilla descartable color blanco, mascarilla descartable color negro, lentes de seguridad, cuaderno de apuntes, lapicero de color azul, lapicero de color negro, guardapolvo o mandil.

3.11. PROCEDIMIENTOS DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO.

El procedimiento de la ejecución del proyecto se realiza viendo la causa/efecto del lavado de sustratos textiles con detergentes convencionales o químicos y como afecta en la presentación y solidez del color, se usa en la investigación muestras de tela de lana (bayeta) el cual es el material de estudio del efecto ocasionado en el lavado con este tipo de detergentes y como afecta en el color de estas prendas lavadas. Se realizó en dos etapas el procedimiento de la ejecución del proyecto, siendo estos las siguientes:

- Análisis de la medida de pH en muestras de detergentes según su concentración y tipo de agua.

- Procedimiento de lavado de muestras de prendas de lana con detergentes convencionales según su concentración.

3.11.1. Análisis de la medida de pH de las muestras de detergentes usados.

Se obtuvieron muestras de 5 tipos de detergentes convencionales de las marcas más usadas y más consumidas por el factor económico y facilidad de obtención y estos tipos de detergentes que se usaran en la investigación son los siguientes:

Tabla 1: *Tipos de detergentes según la marca usada en el proyecto.*

Tipo de detergentes	Concentraciones		
	0.05 gr/ml	0.10 gr/ml	0.20 gr/ml
Opal	X	X	X
Patito	X	X	X
Trome	X	X	X
Ace	X	X	X
Doffy	X	X	X



Figura 5: *Detergentes usados en la ejecución del proyecto.*

Obtenidos las muestras se clasifico en el orden de presentación mencionada y se realizó lo siguiente:

- Primero se analizó el tipo de agua en donde se va diluir para analizar las muestras de detergentes convencionales a analizar.
- El agua determinada se usó tres tipos de afluentes: agua caliente, agua neutralizada y agua potable.
- En los tres tipos de agua de 20 ml de volumen se aplica tres concentraciones de peso de detergentes (0.05 gr, 0.10 gr y 0.20 gr) para poder determinar el nivel adecuado de pH para realizar el proceso de lavado de muestras de telas de lana teñidas y no teñidas.

- Para diluir el detergente se usa un vaso de precipitado de 100 ml en donde colocamos 20 ml de agua y las respectivas concentraciones de peso de cada tipo de detergente y con una bagueta movemos para diluir el detergente en el agua para facilitarnos la medición del nivel de pH, seguido usamos el equipo pHmetro para medir y obtener la medida de pH en cada uno de las muestras diluidas en agua de los detergentes a usar en la investigación.



Figura 6: Muestras de detergentes a analizar el pH.

- Realizado los procedimientos de análisis del nivel de pH las muestras de detergentes diluidas en un tipo de agua nos muestran que el nivel del pH no varía en las concentraciones analizadas y se decidió el uso de las muestras de detergente en agua sin neutralizar en los procesos de lavado.
- En los análisis realizados se obtuvo también que las muestras de detergentes diluidas en agua fría y caliente dejan alto nivel de residuos que no se diluyen con facilidad.



Figura 7: Residuos dejados en la dilución de las muestras de detergentes.

Al obtener los resultados de la medición del nivel de pH de las concentraciones usadas y tipos de afluentes utilizados en la medición del nivel de pH, cuyos resultados son casi las mismas en los tres tipos de agua, se opta por el uso de las concentraciones

de los detergentes diluidas en agua sin neutralizar por el uso constante de esos afluentes en los lavados de la lana día a día.

3.11.2. Procedimiento de lavado de muestras prendas de lana de ovino teñido con detergentes convencionales.

Obtenida el afluente adecuado para poder realizar los procesos de lavado y las concentraciones a usar en el proceso, se realizó el lavado de las muestras de prendas de lana de ovino teñido en 3 concentraciones y se clasifica como sigue:

- 0.05 gr/ml.
- 0.10 gr/ml.
- 0.20 gr/ml.

Obtenidos las concentraciones de los detergentes para el proceso de lavado y las pruebas de solidez de color se realiza los siguientes procedimientos:

3.12. PROCESO DE LAVADO (SEGÚN NORMA NTP 231.008:2015 REVISADA EL 2022)

El proceso de lavado se tomó en consideración aplicar los procedimientos que se plantean en la norma de proceso de solidez al lavado según norma técnica NTP 231.008:2015 revisada el 2022.

Para el proceso de lavado la norma nos plantea de usar una muestra de 10 x 10 cm de muestra de prenda de lana de ovino y usar una tela blanca de 10 x 20 cm para cubrir a la muestra por ambos lados y con la ayuda de una aguja e hilo de coser blanco se cose por los 4 lados de la muestra para fijar la muestra de tela con el testigo con el fin de que los pigmentos de los teñidos y de los colores naturales se impregnen en el testigo para luego ser evaluado por la escala de grises de transferencia de color.

Obtenido la muestra (muestra de prenda de 10 x 10 cm junto a la tela testigo) lo pesamos en la balanza analítica y obtenemos el peso de la muestra que será usado para obtener el volumen de agua a usar en el proceso de lavado, se tiene que tener en cuenta el uso de la relación de baño (1/20)

$$V = \text{peso de muestra} \times \text{relación de baño}$$

$$V = p * r / b$$

Obtenemos el volumen de agua a usar y pesamos en la balanza las concentraciones de detergente (0.05, 0.10 y 0.20 gr) de cada uno de los tipos de detergente a usar y para cada tipo de color a realizar el lavado.

Obtenido las concentraciones usaremos la maquina GYROWASH para el proceso de lavado, la maquina cuenta con 8 pivotes o cámaras de lavado en cada cámara se coloca una muestra de tela preparada junto al detergente y 10 villas de acero que viene con el equipo en el volumen de agua ya calculado.



Figura 8: Máquina Gyrowash para las pruebas de lavado

Al equipo Gyrowash se calibra según la norma a 45 minutos en una temperatura de lavado de 40 grados centígrados ($^{\circ}\text{C}$) que es la temperatura que nos plantea para el lavado la norma.



Figura 9: Configuración del tiempo y temperatura de lavado.

Se realiza el procedimiento para todas las muestras calculadas y que se usaran en la presente investigación.

Terminado el tiempo de lavado enfriar en un tiempo de 10 minutos a temperatura ambiente luego sacar las muestras y dar un enjuague con agua fría a temperatura ambiente y con la palma de la mano escurrirlo para luego tender en un lugar oscuro y fuera del alcance de la luz solar.

Una vez seco la muestra descocemos y evaluamos la mancha generada en el lavado con la herramienta escala de grises.

Hay que tener en consideración que tenemos dos tipos de escalas de grises:

- Escala de grises de transferencia de color
- Escala de grises de degradación de color.



Figura 10: Escalas de grises para medir las solideces de color.

Nota: Es una herramienta que te da las medidas exactas de las diferentes pruebas de solidez de color. en la figura 8 se muestra los dos tipos de escala de grises, de cambio de color y transferencia de color.

En el proceso de lavado usamos la escala de grises de transferencia de color y evaluamos la mancha que deja la muestra de tela en la tela testigo al ser lavado.

Hay que considerar el nivel de la escala en la evaluación para obtener un buen resultado en el análisis del proceso de lavado y el rango de evaluación es como sigue:

Tabla 2: Mediciones de la escala de grises.

Medidas de escala de grises (Grado de transferencia de color del sustrato teñido)
5 – 4.5 = Muy Buena
4 – 3.4 = Bueno
3 = Suficiente
2.3 – 2 = Regular
1.2 – 1 = Escasa

Nota: En la tabla 2 nos presenta la lectura de la solidez de color de las pruebas de lavado.

Los datos obtenidos se apuntan en una ficha de recolección de datos, posteriormente lo medimos el nivel de la solidez mediante el uso adecuado del tipo de escala de grises.

3.12.1. Diagrama de procesos del lavado de prendas de lana de ovino con detergentes convencionales

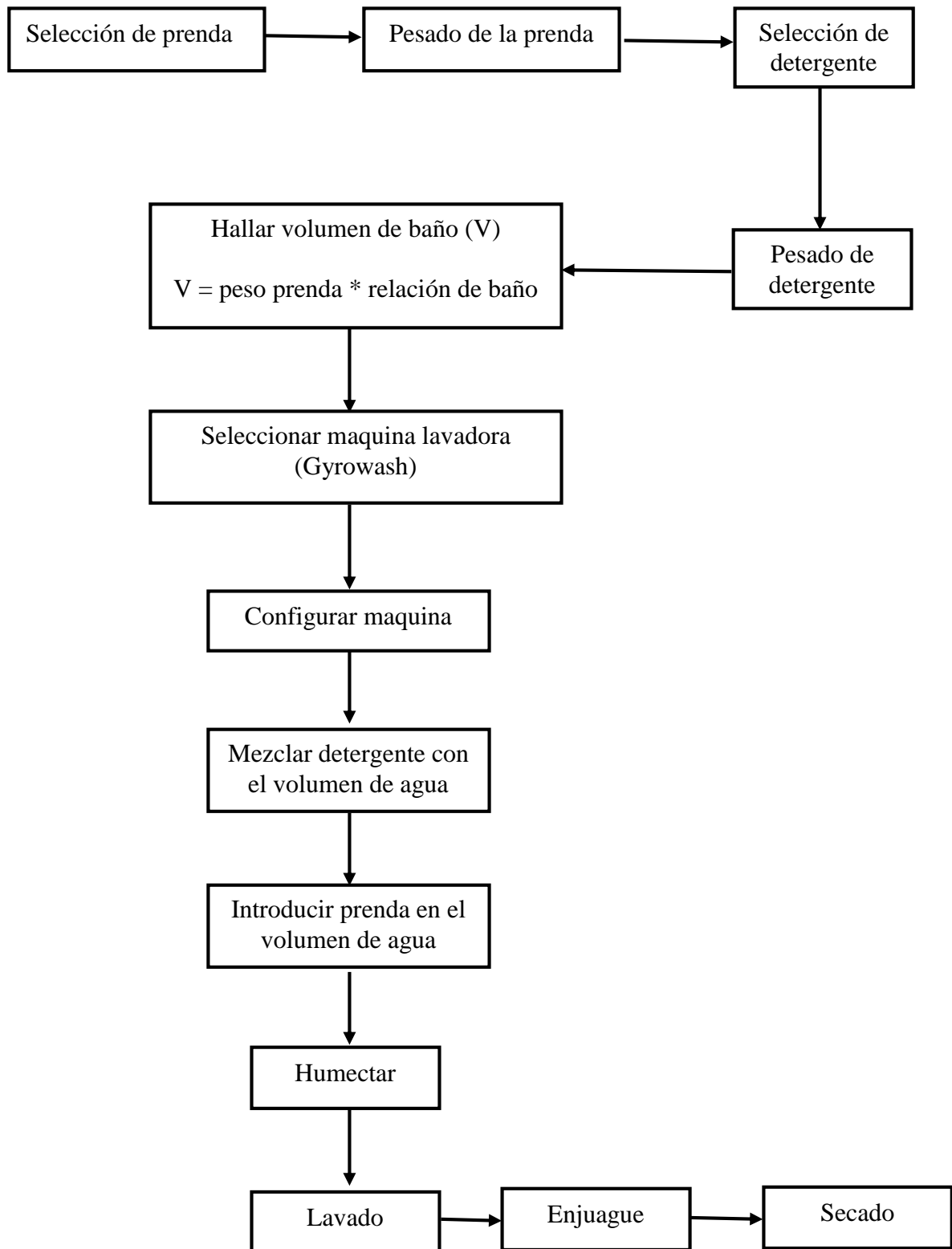


Figura 11: Diagrama de proceso de lavado

3.12.2. Curva del proceso de lavado de prendas de lana con detergentes convencionales

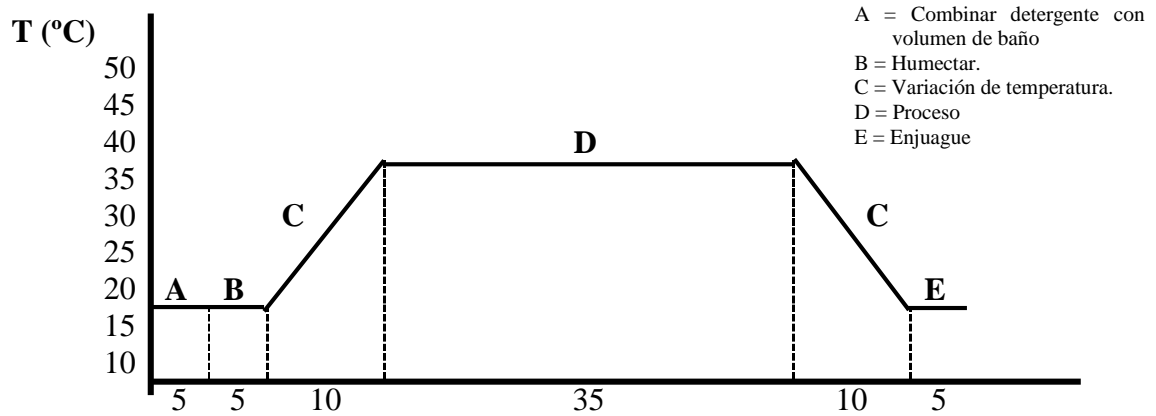


Figura 12: Curva de proceso de lavado

3.12.3. Diagrama de análisis y procesos (DAP) de lavado de prendas de lana con detergentes convencionales

Nº	Actividades	●	■	➔	◐	▼	Tiempo	Obs.
1	Seleccionar prendas	●					120 min	
2	Pesar prendas	●					30 min	
3	Verificar	●					5 min	
4	Seleccionar y pesar detergente	●					20 min	
5	Verificar	●	■				1 min	
6	Hallar Volumen de lavado.	●					10 min	
7	Verificar	●	■				1 min	
8	Seleccionar y configurar máquina de lavado.	●					10 min	
9	Verificar.	●	■				1 min	
10	Mezclar detergente con el volumen de lavado en máquina.	●					10 min	
11	Verificar	●	■				1 min	
12	Colocar prenda en máquina de lavado	●					5 min	
13	Iniciar lavado	●					45 min	
14	Verificar.	●	■				1 min	
15	Enjuagar	●					10 min	
16	Llevar al área de secado	●			◐		10 min	
17	Secar las prendas.	●					30 min	
18	Realizar medición de solideces.	●					60 min	
19	Obtener datos de solideces.	●					60 min	
20	Verificar datos obtenidos	●					30 min	
21	Llevar prendas al almacén	●					30 min	
22	Almacenar prendas.	●					30 min	
	Total	13	6	2	0	1	380 min	

Figura 13: Diagrama de análisis y proceso (dap).

Nota: La figura 13 es para un proceso de lavado (32 muestras), en la investigación se realizó un aproximado de 10 lavados.

3.12.4. Diagrama de flujo del proceso de lavado de prendas de lana con detergentes convencionales

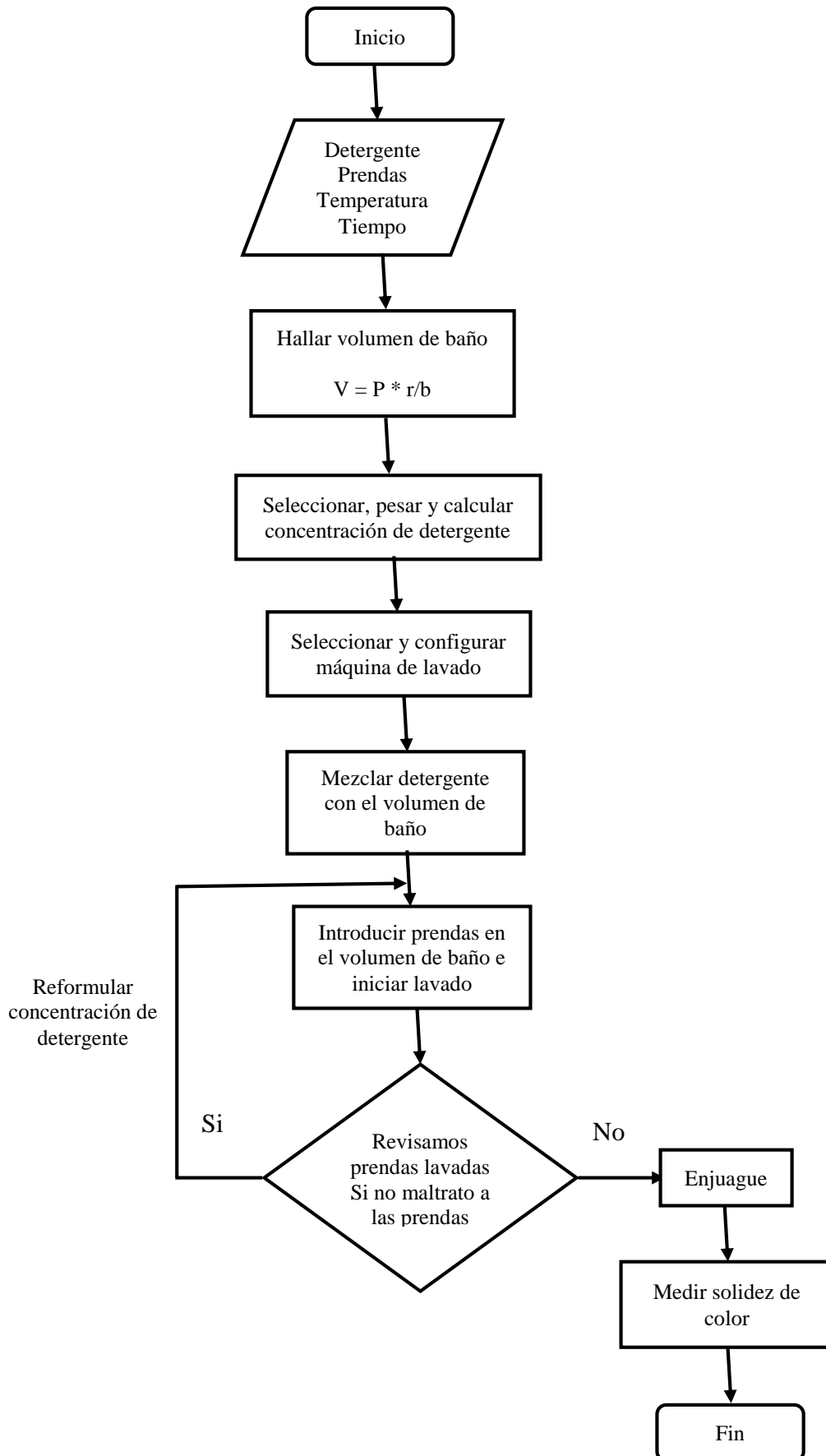


Figura 14: Diagrama de flujo de lavado

3.13. PRUEBA DE SOLIDEZ AL FROTE (SEGÚN NORMA NTP 231.042:2009 REVISADA EL 2019.)

Para realizar la prueba de solidez al frote usamos el equipo Abrasimetro y en el equipo daremos 20 rozamientos de la tela lavada sobre una tela testigo especial para pruebas de frote.

Usamos las muestras de tela lavada teñidas y no teñidas de 10 x 10 en una tela testigo de color blanco con una dimensión de 20 x 5 cm por la cantidad de muestras lavadas.

Cortamos la muestra de tela testigo y lo colocamos en el bastidor del equipo abrasimetro y la muestra de tela lavada en el cabezal de abrasión los aseguramos y calibramos a la maquina en 20 revoluciones para que nos deje una mancha de color en la tela testigo mancha que será evaluada por la escala de grises de trasferencia de color, este dato se apunta en nuestra matriz de recolección de datos.



Figura 15: Abrasimetro para las pruebas al frote.

Una vez terminada el proceso de abrasión de la muestra a medir con el testigo, se mide la mancha generada en el testigo con la escala de grises de transferencia de color. Hay que tener en cuenta la medida que se realiza usando la escala de grises que es lo siguiente:

Tabla 3: Rango de medición de la prueba de solidez.

Medidas de escala de grises (Grado de transferencia de color del sustrato teñido)
5 – 4.5 = Muy Buena
4 – 3.4 = Bueno
3 = Suficiente
2.3 – 2 = Regular
1.2 – 1 = Escasa o mala

Nota: En la tabla 3 nos presenta el rango de medida de las pruebas de solidez de color por transferencia de color de un sustrato teñido a otro sustrato.

3.14. PRUEBA DE SOLIDEZ A LA LUZ (SEGÚN NORMA NTP 231.170.2011 REVISADA EL 2021)

Para realizar esta prueba usamos el equipo de cámara Xenoterm de luz de radiación, las muestras lavadas se cubren en una pieza de cartón o cartulina de color negro de 10 x 20 cm con una cara cubierta y la otra cara cubierta en la mitad y la otra mitad descubierta.

Las muestras de cartón se doblan a la mitad y se colocan en la parte inferior la muestra de tela lavada, se cubre un lado de la cara y la otra cara solo se cubre a la mitad una vez cubierta la tela se asegura haciendo uso de un engrapador por los 4 lados.



Figura 16: Muestras adaptadas para realizar la prueba de solidez a la luz

Calibrar la maquina Xenoterm a una temperatura de 100 °C y tiempo de 4 a 8 horas de procedimiento.

Pasado las horas de proceso en el equipo esperar por un tiempo de 30 minutos para disipar el nivel de radiación efectuada en el proceso.



Figura 17: Cámara Xenoterm para las pruebas de solidez a la luz.

Terminado la disipación de la radiación sacamos las muestras colocadas de la cámara y lo evaluamos la degradación y cambio de color usando la escala de grises de degradación de color en la muestra de tela lavada. Los datos obtenidos se apuntan en la matriz de recolección de datos.

Hay que tener en cuenta que las mediciones de las muestras se tienen que evaluar con el siguiente rango de medida.

Tabla 4: *Rango de medición se la escala de grises.*

Medidas de escala de grises (Grado de degradación de color del sustrato teñido)
5 – 4.5 = Muy Buena
4 – 3.4 = Bueno
3 = Suficiente
2.3 – 2 = Regular
1.2 – 1 = Escasa

Nota: La tabla 4 nos muestra el rango de medida de la solidez de color según la escala de grises por degradación o cambio de color.

3.15. PRUEBA DE SOLIDEZ A LA LUZ SOLAR (SEGÚN NORMA NTP 231.007:1967 REVISADA EL 2010)

Para realizar esta prueba usamos la exposición de las muestras a la luz solar, las muestras lavadas se cubren en una pieza de cartón o cartulina de color negro de 10 x 20 cm con una cara cubierta y la otra cara cubierta en la mitad y la otra mitad descubierta.

Las muestras de cartón se doblan a la mitad y se colocan en la parte inferior la muestra de tela lavada, se cubre un lado de la cara y la otra cara solo se cubre a la mitad una vez cubierta la tela se asegura haciendo uso de un engrapador por los 4 lados.

Las muestras de colocan sobre una mesa o un panel de madera que tiene que asegurarse con cinta maskin, seguidamente colocamos la mesa o panel con las muestras en el techo o una zona donde la exposición del sol sea el adecuado, lo colocamos en un tiempo de 8 horas de exposición solar para que los rayos UV del sol actúen en la prueba de solidez de color mediante degradación o cambio de color.



Figura 18: Muestras acondicionadas para la prueba de solidez a la luz solar.

Terminado la exposición solar colocamos las muestras en un recipiente y lo guardamos en una cámara alejada del sol para que enfrié, enfriado las muestras lo evaluamos la degradación y cambio de color usando la escala de grises de degradación de color en la muestra de tela lavada.

Los datos obtenidos se apuntan en la matriz de recolección de datos.

Hay que tener en cuenta que las mediciones de las muestras se tienen que evaluar con el siguiente rango de medida.

Tabla 5: Rango de medida de la solidez a a luz solar.

Medidas de escala de grises
(Grado de degradación de color del sustrato teñido)

5 – 4.5 = Muy Buena

4 – 3.4 = Bueno

3 = Suficiente

2.3 – 2 = Regular

1.2 – 1 = Escasa

Nota: La tabla 5 nos muestra el rango de medida de la solidez de color según la escala de grises por degradación o cambio de color.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

El procesamiento de los datos se realizó con el diseño experimental no paramétrico equivalente a la prueba Anova de un factor denominado prueba estadística Kruskal Wallis, en la recolección de datos se utilizó fichas de recolección de datos para luego digitalizarlos en tablas usando el programa Microsoft Excel y para el procesamiento y análisis estadístico se usó el programa RStudio.

4.2. VERIFICACIÓN DE LAS PRUEBAS DE SOLIDEZ AL LAVADO

La prueba de solidez al lavado se realiza el lavado de las muestras tomadas de las prendas de lana teñida en el equipo Gyrowash y realizando la medición de la escala de grises de transferencia de color, obteniendo lo siguiente:

4.2.1. Proceso de lavado en una concentración de 0.05 gr/ml de detergente

- **Lavado de muestras de prendas de lana de teñido sintético de color amarillo con una concentración 0.05 gr/ml de detergente.**

Ho: Los detergentes convencionales no tienen efectos significativos en la solidez de color en las prendas lavadas de lana de ovino – Juliaca 2023.

Ha: Los detergentes convencionales si tienen efectos significativos en la solidez de color en las prendas lavadas de lana de ovino – Juliaca 2023.

Nivel de significancia:

0.05 = 5%

Prueba estadística

Kruskal Wallis

Análisis comparativo amarillo 0.05 gr/ml

Shapiro-Wilk normality test

Data: Slavado

p-valor = 0.001491

Decisión:

Si $p\text{-valor} = 0.001491 \leq 0.05$; se acepta la hipótesis alterna, por tanto, se rechaza la hipótesis nula.

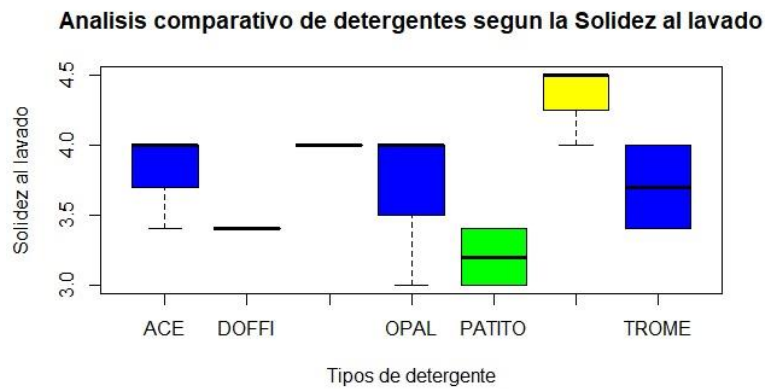


Figura 19: Análisis comparativo de solidez de color al lavado con 0.05 gr.

Interpretación:

Según la figura 19, en el lavado de muestras de prendas de lana ovino lavadas de color amarillo con una concentración de 0.05 gr/ml de detergente, según la escala de grises de transferencia de color en las prendas lavadas con el detergente patito con una medida de solidez 3 medio con la escala de grises presenta una aceptable solidez, el resto de las muestras de prenda lavadas con las demás muestras de detergentes muestras una medida de solidez 4 teniendo una buena solidez de color.

- **Lavado de muestras de prendas de lana de teñido sintético de color rojo con una concentración 0.05 gr/ml de detergente.**

Ho: Los detergentes convencionales no tienen efectos significativos en la solidez de color en las prendas lavadas de lana de ovino – Juliaca 2023.

Ha: Los detergentes convencionales si tienen efectos significativos en la solidez de color en las prendas lavadas de lana de ovino – Juliaca 2023.

Nivel de significancia:

0.05 = 5%

Prueba estadística

Kruskal Wallis

Análisis comparativo rojo 0.05 gr/ml.

Shapiro-Wilk normality test

Data: Slavado

p-valor = 0.00665e-06.

Decisión:

SI p-valor = 0.00665e-06 \leq 0.05; se acepta la ha, por tanto, se rechaza la hipótesis nula.

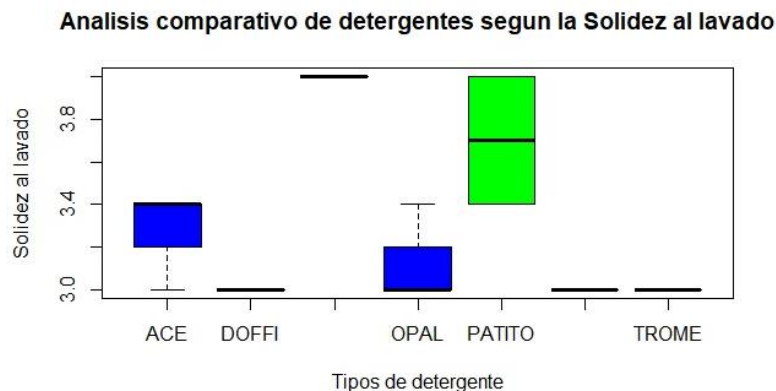


Figura 20: Análisis comparativo de solidez de color al lavado con 0.05 gr.

Interpretación:

Según la figura 20, en las prendas de lana de ovino lavadas, las medidas de solidez están entre 3 – 3.4, según la escala de grises de transferencia de color nos presenta una solidez de color deficiente, a excepción del patito que está en un rango de solidez aceptable entre 3.4 – 4.

- **Lavado de muestras de prendas de lana de teñido natural (maíz morado) con una concentración 0.05 gr/ml de detergente.**

Ho: Los detergentes convencionales no tienen efectos significativos en la solidez de color en las prendas lavadas de lana de ovino – Juliaca 2023.

Ha: Los detergentes convencionales si tienen efectos significativos en la solidez de color en las prendas lavadas de lana de ovino – Juliaca 2023.

Nivel de significancia:

0.05 = 5%

Prueba estadística

Kruskal Wallis

Análisis comparativo maíz morado 0.05 gr/ml.

Shapiro-Wilk normality test

Data: Slavado

p-valor = 0

Decisión:

SI p-valor = 0 \leq 0.05; se acepta la hipótesis nula, por tanto, se rechaza la hipótesis alterna.

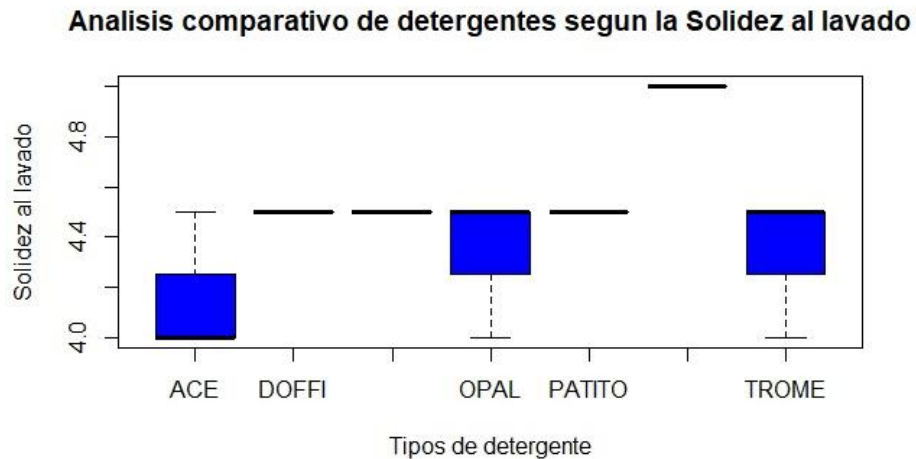


Figura 21: Análisis comparativo de solidez de color en teñido natural al lavado con 0.05 gr de detergente.

Interpretación:

Según la figura 21, nos muestra que en las muestras de prenda de lana lavadas con el detergente Ace, con una medida de solidez 4 según la escala de grises su solidez de color es buena, y el resto de las muestras lavadas con los demás detergentes en una medida de 4 – 4.5 dando una solidez buena, pero genera un sangrado alto por tanto el pigmento o colorante natural es soluble con el agua y con el detergente.

4.2.2. Proceso de lavado en una concentración de 0.10 gr/ml de detergente

- **Lavado de muestras de prendas de lana de teñido sintético de color amarillo con una concentración 0.10 gr/ml de detergente.**

H₀: Los detergentes convencionales no tienen efectos significativos en la solidez de color en las prendas lavadas de lana de ovino – Juliaca 2023.

H_a: Los detergentes convencionales si tienen efectos significativos en la solidez de color en las prendas lavadas de lana de ovino – Juliaca 2023.

Nivel de significancia:

0.05 = 5%

Prueba estadística

Kruskal Wallis

Análisis comparativo amarillo 0.10 gr/ml.

Shapiro-Wilk normality test

Data: Slavado

p-valor = 0.008768

Decisión:

Si p-valor = 0.008768 \leq 0.05; se acepta la ha, por tanto, se rechaza la hipótesis nula.

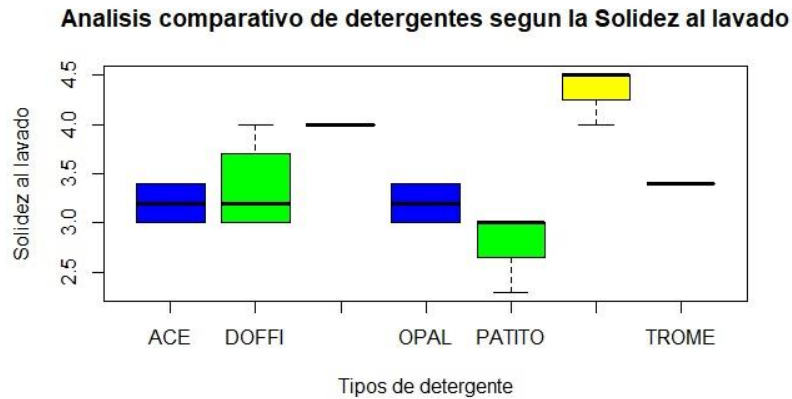


Figura 22: Análisis comparativo de solidez de color al lavado con 0.10 gr.

Interpretación:

Según la figura 22, en el lavado de muestras de prendas de lana de ovino de color amarillo con una concentración de detergente 0.10 gr/ml nos muestra que usando el detergente Patito nos da una medida de solidez 2.5 - 3 generando una solidez deficiente, el resto de las muestras lavadas con los demás detergentes con medida de solidez 3 - 3.5 nos presenta una solidez aceptable.

- **Lavado de muestras de prendas de lana de teñido sintético de color rojo con una concentración 0.10 gr/ml de detergente.**

Ho: Los detergentes convencionales no tienen efectos significativos en la solidez de color en las prendas lavadas de lana de ovino – Juliaca 2023.

Ha: Los detergentes convencionales si tienen efectos significativos en la solidez de color en las prendas lavadas de lana de ovino – Juliaca 2023.

Nivel de significancia:

0.05 = 5%

Prueba estadística

Kruskal Wallis

Análisis comparativo rojo 0.10 gr/ml.

Shapiro-Wilk normality test

Data: Slavado

p-valor = 0.0002674

Decisión

SI p-valor = 0.0002674 \leq 0.05; se acepta la H_a , por tanto, se rechaza la hipótesis nula.

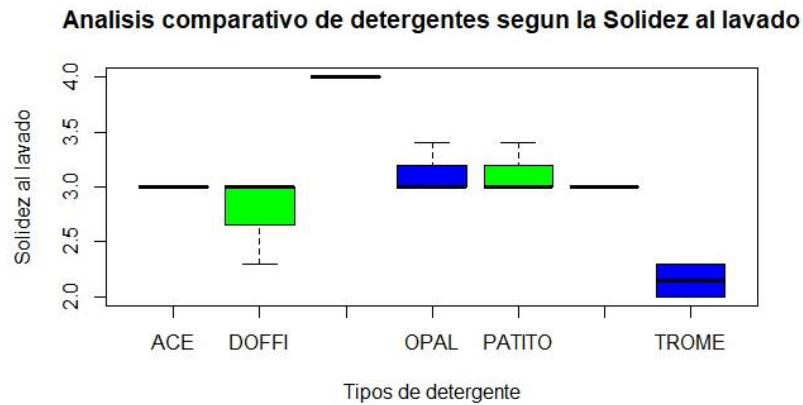


Figura 23: Análisis comparativo de solidez de color al lavado con 0.05 gr.

Interpretación:

Según la figura 23, en las muestras de prendas de lana de ovino lavadas con una concentración de 0.10 gr/ml de detergente, se obtiene una medida de solidez en el detergente Trome de 2 según la escala de grises de transferencia de color obtenemos una solidez de color deficiente y el resto de las muestras de prendas lavadas con los demás detergentes la medida de solidez 3 por tal presenta una solidez de color deficiente afectando en gran medida al color.

- **Lavado de muestras de prendas de lana de teñido natural (maíz morado) con una concentración 0.10 gr/ml de detergente.**

H₀: Los detergentes convencionales no tienen efectos significativos en la solidez de color en las prendas lavadas de lana de ovino – Juliaca 2023.

H_a: Los detergentes convencionales si tienen efectos significativos en la solidez de color en las prendas lavadas de lana de ovino – Juliaca 2023.

Nivel de significancia:

0.05 = 5%

Prueba estadística

Kruskal Wallis

Análisis comparativo maíz morado 0.10 gr/ml.

Shapiro-Wilk normality test

Data: Slavado

p-valor = 0.

Decisión:

Si $p\text{-valor} = 0 \leq 0.05$; se acepta la hipótesis nula, por tanto, se rechaza la hipótesis alterna.

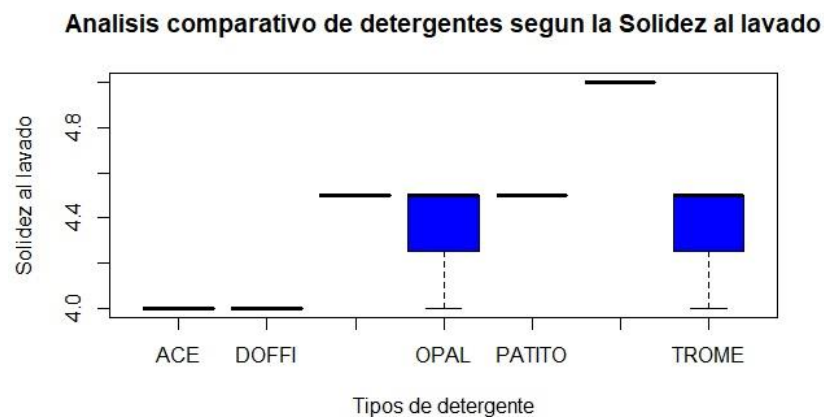


Figura 24: Análisis comparativo de solidez de color en teñidos naturales al lavado con 0.10 gr de detergente.

Interpretación:

Según la figura 24, en las muestras de prendas de lana lavadas con los detergentes convencionales nos muestra una medida de solidez 4 – 4.5 según la escala de grises de transferencia de color nos muestra una buena solidez, pero generando un sangrado alto en el baño de lavado por tal el colorante o pigmento natural no se impregna en un grado alto por degradación del color y siendo soluble en el agua con el detergente en el lavado.

4.2.3. Proceso de lavado con una concentración de 0.20 gr/ml de detergente

- **Lavado de muestras de prendas de lana de teñido sintético de color amarillo con una concentración 0.20 gr/ml de detergente.**

H₀: Los detergentes convencionales no tienen efectos significativos en la solidez de color en las prendas lavadas de lana de ovino – Juliaca 2023.

H_a: Los detergentes convencionales si tienen efectos significativos en la solidez de color en las prendas lavadas de lana de ovino – Juliaca 2023.

Nivel de significancia:

0.05 = 5%

Prueba estadística

Kruskal Wallis

Análisis comparativo amarillo 0.20 gr/ml.

Shapiro-Wilk normality test

Data: Slavado

p-valor = 0.0003014

Decisión:

SI p-valor = 0.0003014 \leq 0.05; se acepta la ha, por tanto, se rechaza la hipótesis nula.

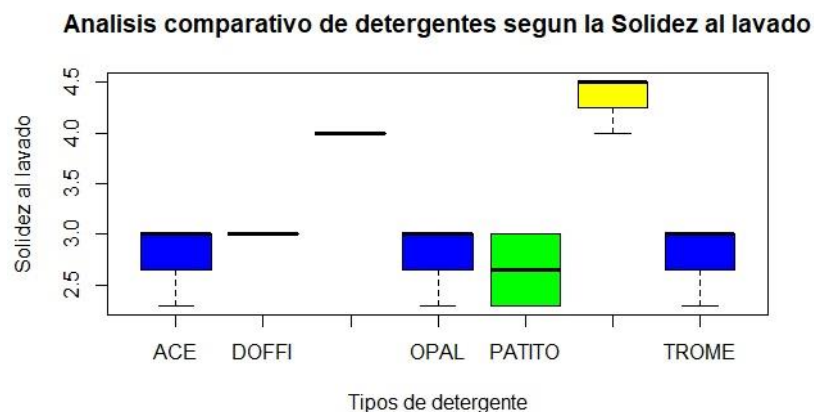


Figura 25: Análisis comparativo de solidez a color al lavado con 0.20 gr.

Interpretación:

Según la figura 25, las muestras de prendas de lana de ovino teñidas de color amarillo lavadas con una concentración de 20 gr/ml de detergente, se presenta una medida de solidez 2.5 a 3 dando como resultado una solidez deficiente.

- **Lavado de muestras de prendas de lana de teñido sintético de color rojo con una concentración 0.20 gr/ml de detergente.**

H₀: Los detergentes convencionales no tienen efectos significativos en la solidez de color en las prendas lavadas de lana de ovino – Juliaca 2023.

H_a: Los detergentes convencionales si tienen efectos significativos en la solidez de color en las prendas lavadas de lana de ovino – Juliaca 2023.

Nivel de significancia:

0.05 = 5%

Prueba estadística

Kruskal Wallis

Análisis comparativo rojo 0.20 gr/ml.

Shapiro-Wilk normality test

Data: Slavado

p-valor = 0.001046

Decisión:

Si $p\text{-valor} = 0.001046 \leq 0.05$; se acepta la H_a , por tanto, se rechaza la hipótesis nula.

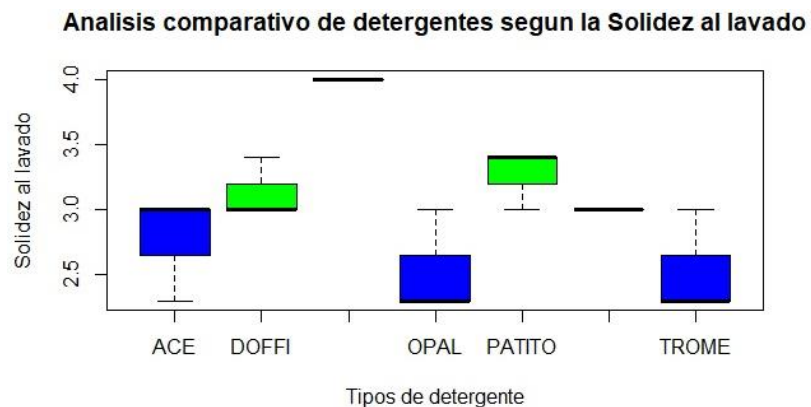


Figura 26: Análisis comparativo de solidez de color al lavado con 0.20 gr.

Interpretación:

Según la figura 26, en las muestras de prendas de lana de ovino teñidas lavadas con detergente Opal y Trome nos muestra una medida de solidez 2 – 2.5 y el resto de muestras lavadas con los demás detergentes con una medida de solidez 2.5 – 3 según la escala de grises de transferencia de color nos presenta una solidez de color deficiente, generando pérdida y cambio en el color.

- **Lavado de muestras de prendas de lana de teñido natural (maíz morado) con una concentración 0.20 gr/ml de detergente.**

Ho: Los detergentes convencionales no tienen efectos significativos en la solidez de color en las prendas lavadas de lana de ovino – Juliaca 2023.

Ha: Los detergentes convencionales si tienen efectos significativos en la solidez de color en las prendas lavadas de lana de ovino – Juliaca 2023.

Nivel de significancia:

0.05 = 5%

Prueba estadística

Kruskal Wallis

Análisis comparativo maíz morado 0.20 gr/ml.

Shapiro-Wilk normality test

Data: Slavado

p-valor = 0.01491

Decisión

SI $p\text{-valor} = 0.01491 \leq 0.05$; se acepta la ha, por tanto, se rechaza la hipótesis nula.

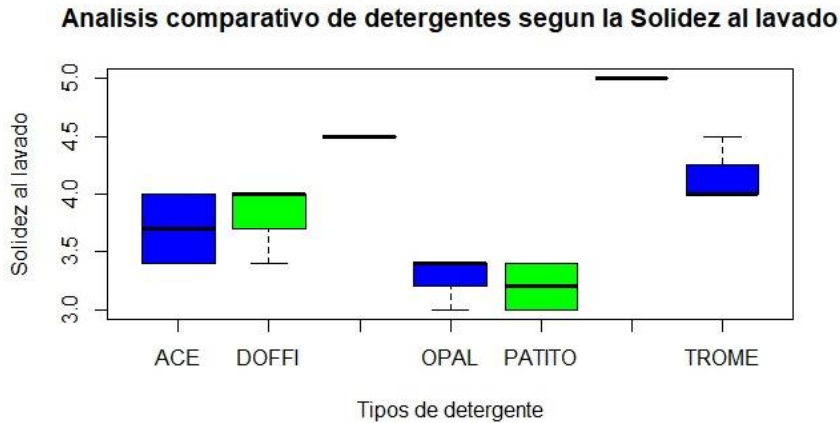


Figura 27: Análisis comparativo de solidez de color en teñidos naturales al lavado con 0.20 gr de detergente.

Interpretación:

Según la figura 27, en las muestras de prendas de lana de ovino lavadas en una concentración de 0.20 gr/ml de detergente nos presenta que en el detergente patito y opal están en un rango de medida de 3 - 3.5 según la escala de grises dando una solidez buena, pero generando un alto grado de sangrado en el baño de lavado por tanto el pigmento o colorante natural se degrada de manera alta haciendo que no se impregne el color en la tela testigo de manera adecuada.

4.3. VERIFICACIÓN DE LAS PRUEBAS DE SOLIDEZ AL FROTE

En la prueba de solidez al frote que se realizó en las muestras de prendas de lana de ovino teñidas lavadas con detergentes convencionales se obtuvo los siguientes resultados:

4.3.1. Solidez al frote en una concentración de 0.05 gr/ml de detergente

- **Solidez al frote en muestras de prendas lavadas de teñido sintético de color amarillo con una concentración de 0.05 gr/ml de detergente.**

Ho: Los detergentes convencionales no tienen efectos significativos en la solidez de color en las prendas lavadas de lana de ovino – Juliaca 2023.

Ha: Los detergentes convencionales si tienen efectos significativos en la solidez de color en las prendas lavadas de lana de ovino – Juliaca 2023.

Nivel de significancia:

0.05 = 5%

Prueba estadística

Kruskal Wallis

Análisis comparativo amarillo 0.05 gr/ml.

Shapiro-Wilk normality test

Data: Sfrote

p-valor = 0

Decisión

SI p-valor = 0 \leq 0.05; se acepta la hipótesis nula, por tanto, se rechaza la hipótesis alterna.

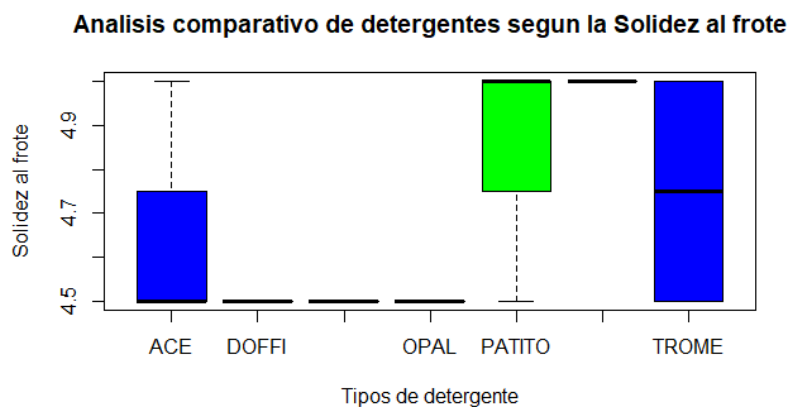


Figura 28: Análisis comparativo de solidez de color al frote con 0.05 gr de detergente.

Interpretación:

Según la figura 28, en las muestras de prendas de lana lavadas con una concentración de 0.05 gr/ml de detergente la medida de solidez al frote nos presenta una medida de solidez de 4.5 a 5 generando una buena solidez de fricción según la escala de grises de transferencia de color, generando una baja transferencia de color en la tela testigo.

- **Solidez al frote en muestras de prendas lavadas de teñido sintético de color rojo con una concentración de 0.05 gr/ml de detergente.**

Ho: Los detergentes convencionales no tienen efectos significativos en la solidez de color en las prendas lavadas de lana de ovino – Juliaca 2023.

Ha: Los detergentes convencionales si tienen efectos significativos en la solidez de color en las prendas lavadas de lana de ovino – Juliaca 2023.

Nivel de significancia:

0.05 = 5%

Prueba estadística

Kruskal Wallis

Análisis comparativo rojo 0.05 gr/ml.

Shapiro-Wilk normality test

Data: Sfrote

p-valor = 0

Decisión

SI p-valor = 0 <= 0.05; se acepta la hipótesis nula, por tanto, se rechaza la hipótesis alterna.

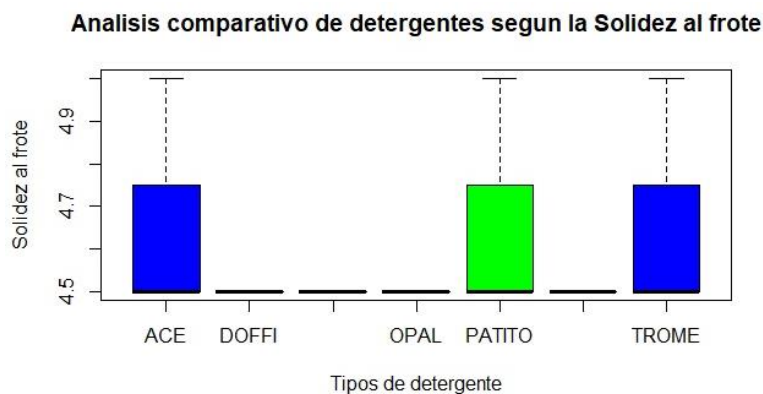


Figura 29: Análisis comparativo de solidez de color al frote con 0.05 gr de detergente.

Interpretación:

Según la figura 29, en las muestras de prendas de lana de ovino lavadas en una concentración de 0.05 gr/ml de detergente, nos muestras una medida de 4.5 por tal una buena solidez al frote del color no dejando mancha de transferencia en la tela testigo.

- **Solidez al frote en muestras de prendas lavadas de teñido natural (maíz morado) con una concentración de 0.05 gr/ml de detergente.**

Ho: Los detergentes convencionales no tienen efectos significativos en la solidez de color en las prendas lavadas de lana de ovino – Juliaca 2023.

Ha: Los detergentes convencionales si tienen efectos significativos en la solidez de color en las prendas lavadas de lana de ovino – Juliaca 2023.

Nivel de significancia:

0.05 = 5%

Prueba estadística

Kruskal Wallis

Análisis comparativo maíz morado 0.05 gr/ml.

Shapiro-Wilk normality test

Data: Sfrote

p-valor = 0

Decisión:

SI p-valor = 0 \leq 0.05; se acepta la hipótesis nula, por tanto, se rechaza la hipótesis alterna.

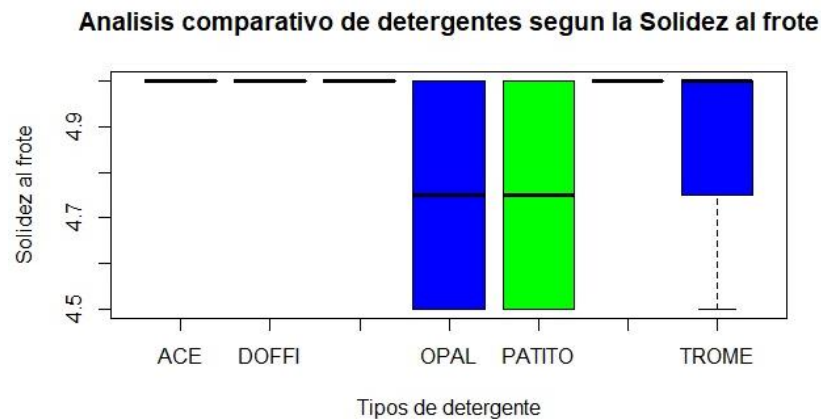


Figura 30: Análisis comparativo de solidez de color al frote con 0.05 gr de detergente.

Interpretación:

Según la figura 30, en las muestras de prendas de lana lavadas en una concentración de 0.05 gr/ml de detergente, nos muestra una medida de 4.5 – 5 dando una solidez de color al frote muy buena, no dejando una mancha en la tela testigo.

4.3.2. Solidez al frote en una concentración de 0.10 gr/ml de detergente.

- **Solidez al frote en muestras de prendas lavadas de teñido sintético de color amarillo con una concentración de 0.10 gr/ml de detergente.**

Ho: Los detergentes convencionales no tienen efectos significativos en la solidez de color en las prendas lavadas de lana de ovino – Juliaca 2023.

Ha: Los detergentes convencionales si tienen efectos significativos en la solidez de color en las prendas lavadas de lana de ovino – Juliaca 2023.

Nivel de significancia:

0.05 = 5%

Prueba estadística

Kruskal Wallis

Análisis comparativo amarillo 0.10 gr/ml.

Shapiro-Wilk normality test

Data: Sfrote

p-valor = 0.0005803

Decisión:

SI $p\text{-valor} = 0.0005803 \leq 0.05$; se acepta la H_a , por tanto, se rechaza la hipótesis nula.

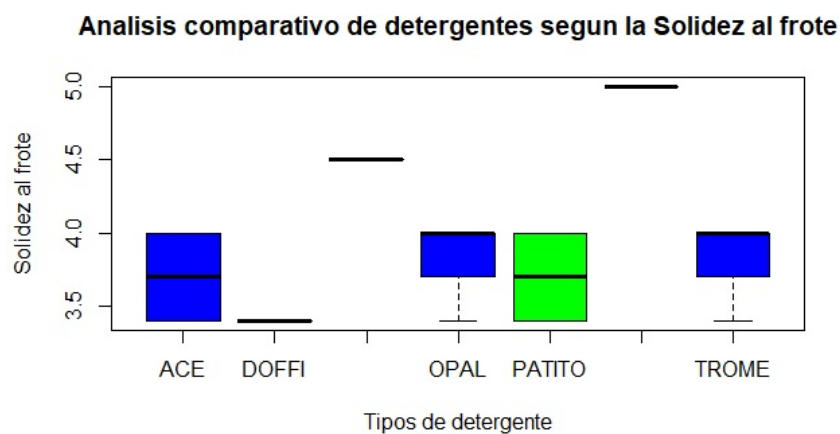


Figura 31: Análisis comparativo de solidez de color al frote con 0.10 gr de detergente.

Interpretación:

Según la figura 31, en las muestras de prendas de lana lavadas con una concentración de 0.10 gr/ml de detergente nos presenta una medida de 3.5 – 4 dando una buena solidez de color según la escala de grises de transferencia de color.

- **Solidez al frote en muestras de prendas lavadas de teñido sintético de color rojo con una concentración de 0.10 gr/ml de detergente.**

Ho: Los detergentes convencionales no tienen efectos significativos en la solidez de color en las prendas lavadas de lana de ovino – Juliaca 2023

Ha: Los detergentes convencionales si tienen efectos significativos en la solidez de color en las prendas lavadas de lana de ovino – Juliaca 2023

Nivel de significancia:

0.05 = 5%

Prueba estadística

Kruskal Wallis

Análisis comparativo rojo 0.10 gr/ml.

Shapiro-Wilk normality test

Data: Sfrote

p-value = 0

Decisión:

SI p-valor = 0 <= 0.05; se acepta la nula, por tanto, se rechaza la hipótesis alterna.

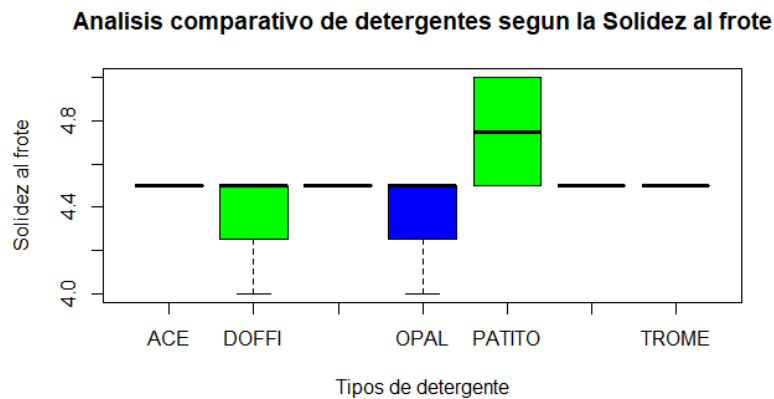


Figura 32: Análisis comparativo de solidez de color al frote con 0.10 gr de detergente.

Interpretación:

Según la figura 32, en las muestras de prendas de lana de ovino lavadas con una concentración de 0.10 gr/ml de detergente, nos muestra una medida de 4 – 4.5 de muy buena

solidez según la escala de grises de transferencia de color, no dejando una mancha de transferencia de color en la tela testigo.

- **Solidez al frote en muestras de prendas lavadas de teñido natural (maíz morado) con una concentración de 0.10 gr/ml de detergente.**

Ho: Los detergentes convencionales no tienen efectos significativos en la solidez de color en las prendas lavadas de lana de ovino – Juliaca 2023.

Ha: Los detergentes convencionales si tienen efectos significativos en la solidez de color en las prendas lavadas de lana de ovino – Juliaca 2023.

Nivel de significancia:

0.05 = 5%

Prueba estadística

Kruskal Wallis

Análisis comparativo maíz morado 0.10 gr/ml.

Shapiro-Wilk normality test

Data: Sfrote

p-valor = 0

Decisión:

SI p-valor = 0 \leq 0.05; se acepta la hipótesis nula, por tanto, se rechaza la hipótesis alterna.

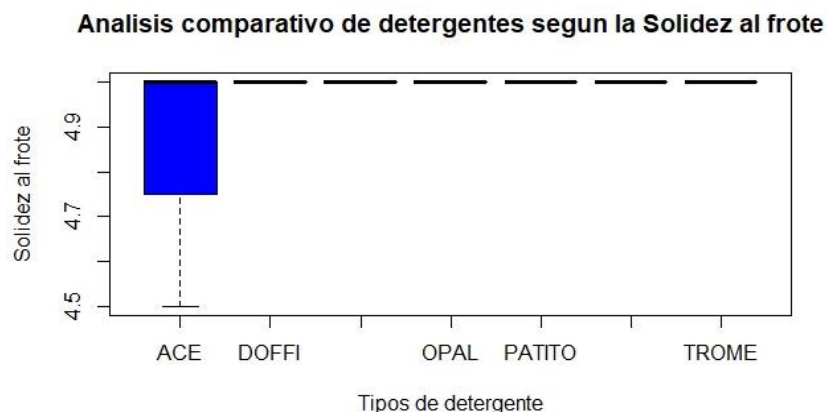


Figura 33: Análisis comparativo de solidez de color al frote con 0.10 gr de detergente.

Interpretación:

Según la figura 33, en las muestras de prendas de lana lavadas en una concentración de 0.10 gr/ml de detergente, nos muestra una medida de 4.5 – 5 dando una solidez de color al frote muy buena, no dejando una mancha en la tela testigo.

4.3.3. Solidez al frote en una concentración de 0.20 gr/ml de detergente.

- **Solidez al frote en muestras de prendas lavadas de teñido sintético de color amarillo con una concentración de 0.20 gr/ml de detergente.**

Ho: Los detergentes convencionales no tienen efectos significativos en la solidez de color en las prendas lavadas de lana de ovino – Juliaca 2023.

Ha: Los detergentes convencionales si tienen efectos significativos en la solidez de color en las prendas lavadas de lana de ovino – Juliaca 2023.

Nivel de significancia:

0.05 = 5%

Prueba estadística

Kruskal Wallis

Análisis comparativo amarillo 0.20 gr/ml.

Shapiro-Wilk normality test

Data: Sfrote

p-valor = 0.0006132

Decisión:

SI $p\text{-valor} = 0.0006132 \leq 0.05$; se acepta la ha, por tanto, se rechaza la hipótesis nula.

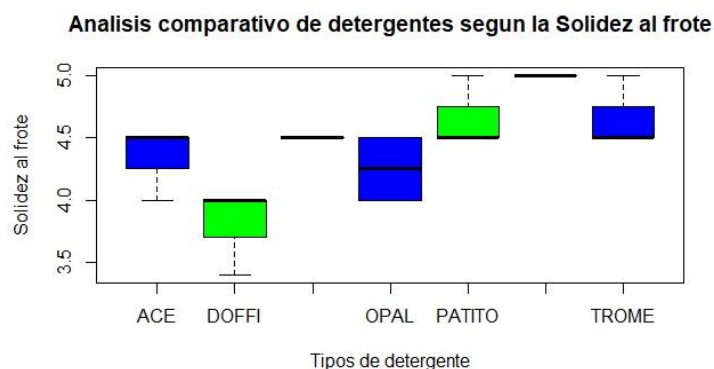


Figura 34: Análisis comparativo de solidez de color al frote en 0.20 gr de detergente.

Interpretación:

Según la figura 34, en una concentración de 0.20 gr/ml de detergente, el análisis de color según la escala de grises de transferencia de color el detergente Doffy da una medida baja de 3.5 – 4 de medida según la escala de grises dando una solidez buena y el resto de las muestras en una medida de 4 – 4.5 no generando efectos en su solidez de color al frote.

- **Solidez al frote en muestras de prendas lavadas de teñido sintético de color rojo con una concentración de 0.20 gr/ml de detergente.**

Ho: Los detergentes convencionales no tienen efectos significativos en la solidez de color en las prendas lavadas de lana de ovino – Juliaca 2023.

Ha: Los detergentes convencionales si tienen efectos significativos en la solidez de color en las prendas lavadas de lana de ovino – Juliaca 2023.

Nivel de significancia:

0.05 = 5%

Prueba estadística

Kruskal Wallis

Análisis comparativo rojo 0.20 gr/ml.

Shapiro-Wilk normality test

Data: Sfrote

W = 0.82312, p-valor = 0.0002808

Decisión:

SI p-valor = 0.0002808 \leq 0.05; se acepta la ha, por tanto, se rechaza la hipótesis nula.

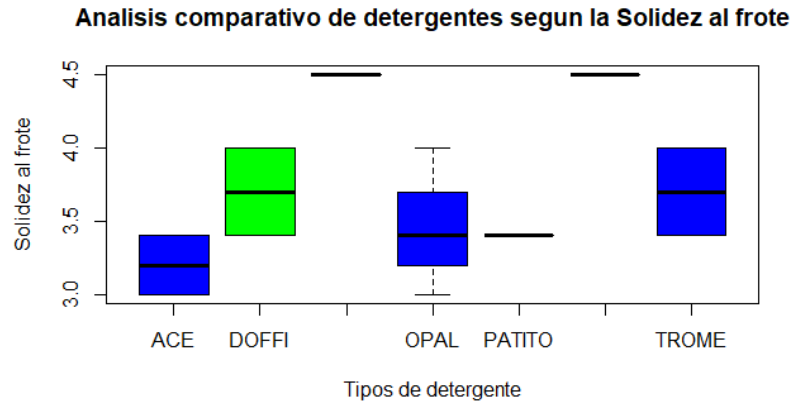


Figura 35: Análisis comparativo de solidez de color al frote con 0.20 gr/ml de detergente.

Interpretación:

Según la figura 35, en las muestras de prendas de lana lavadas en una concentración de 0.20 gr/ml de detergente, la medida de solidez en el detergente Ace está en una medida de 3 según la escala de grises de transferencia de color una solidez regular o aceptable, dejando una marca de color en la tela testigo; el resto de las muestras de prendas de lana lavadas con los demás detergentes presentan una medida de 3.5 – 4 dando una buena solidez de color al frote.

- **Solidez al frote en muestras de prendas lavadas de teñido natural (maíz morado) con una concentración de 0.20 gr/ml de detergente.**

Ho: Los detergentes convencionales no tienen efectos significativos en la solidez de color en las prendas lavadas de lana de ovino – Juliaca 2023.

Ha: Los detergentes convencionales si tienen efectos significativos en la solidez de color en las prendas lavadas de lana de ovino – Juliaca 2023.

Nivel de significancia:

0.05 = 5%

Prueba estadística

Kruskal Wallis

Decisión

SI $p\text{-valor} = 0 \leq 0.05$; se acepta la hipótesis nula, por tanto, se rechaza la hipótesis alterna.
Análisis comparativo maíz morado 0.20 gr/ml.

Shapiro-Wilk normality test

Data: Sfrote

W = 0.6217, p-valor = 0

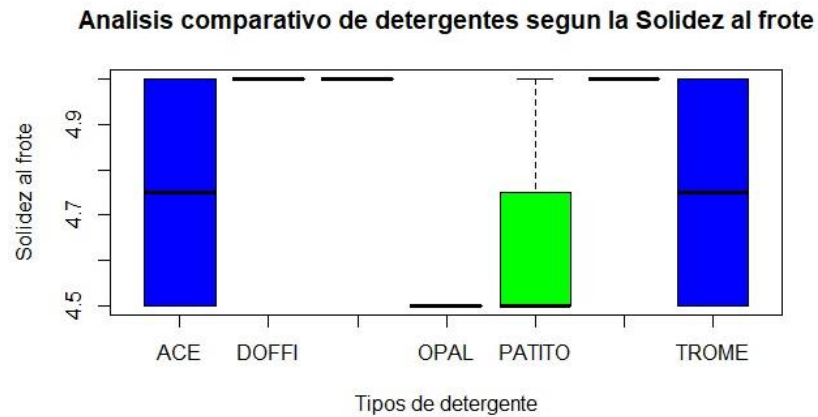


Figura 36: Análisis comparativo de solidez de color al frote con 0.20 gr/ml de detergente.

Interpretación:

Según la figura 36, en las muestras de prendas de lana lavadas en una concentración de 0.20 gr/ml de detergente, se presenta una medida de 4.5 – 5 dando una solidez de color al frote muy buena, no dejando una mancha en la tela testigo.

4.4. VERIFICACIÓN DE LAS PRUEBAS DE SOLIDEZ A LA LUZ

En las pruebas de solidez a la luz realizado en las muestras lavadas con los detergentes convencionales se obtuvo los siguientes resultados

4.4.1. Solidez a la luz en una concentración de 0.05 gr/ml de detergente.

- **Solidez a la luz en muestras de prendas lavadas de teñido sintético de color amarillo con una concentración de 0.05 gr/ml de detergente.**

H₀: Los detergentes convencionales no tienen efectos significativos en la solidez de color en las prendas lavadas de lana de ovino – Juliaca 2023.

H_a: Los detergentes convencionales si tienen efectos significativos en la solidez de color en las prendas lavadas de lana de ovino – Juliaca 2023.

Nivel de significancia:

0.05 = 5%

Prueba estadística

Kruskal Wallis

Análisis comparativo amarillo 0.05 gr/ml

Shapiro - Wilk normality test

No hay varianza todos los datos son idénticos

Decisión:

SI $p\text{-valor} = 0 \leq 0.05$; se acepta la hipótesis nula, por tanto, se rechaza la hipótesis alterna.

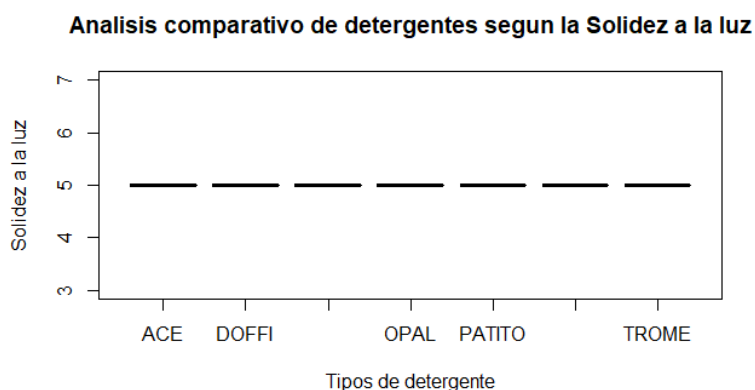


Figura 37: Análisis comparativo de solidez a la luz en color amarillo con 0.05 gr/ml de detergente.

Interpretación:

Según la figura 37, en las muestras de prendas de lana lavadas en una concentración de 0.05gr/ml de detergente, nos presenta una medida de solidez de color de 5, dando que no hay cambio o degradación de color.

- **Solidez a la luz en muestras de prendas lavadas de tñido sintético de color rojo con una concentración de 0.05 gr/ml de detergente.**

Ho: Los detergentes convencionales no tienen efectos significativos en la solidez de color en las prendas lavadas de lana de ovino – Juliaca 2023.

Ha: Los detergentes convencionales si tienen efectos significativos en la solidez de color en las prendas lavadas de lana de ovino – Juliaca 2023.

Nivel de significancia:

0.05 = 5%

Prueba estadística

Kruskal Wallis

Análisis comparativo rojo 0.05 gr/ml.

Shapiro-Wilk normality test

no hay varianza los datos son iguales

Decisión:

SI $p\text{-valor} = 0 \leq 0.05$; se acepta la hipótesis nula, por tanto, se rechaza la hipótesis alterna.

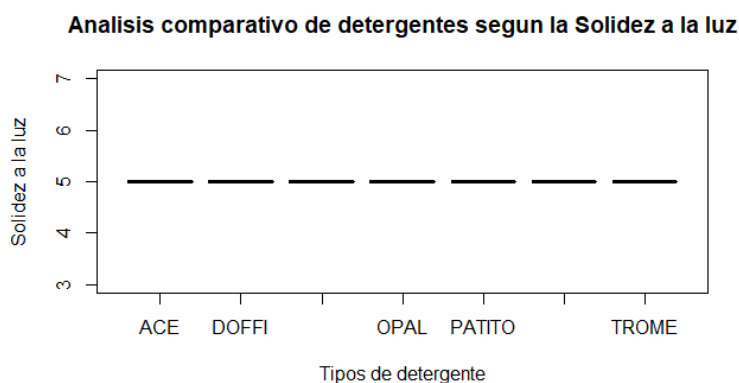


Figura 38: Análisis comparativo de solidez a la luz en color rojo con 0.05 gr de detergente.

Interpretación:

Según la figura 38, en las muestras de prendas de lana lavadas en una concentración de 0.05gr/ml de detergente, según la escala de grises de degradación o cambio de color no presenta una medida de solidez 5, dando que no hay cambio o degradación de color.

- **Solidez a la luz en muestras de prendas lavadas de teñido natural (maíz morado) con una concentración de 0.05 gr/ml de detergente.**

Ho: Los detergentes convencionales no tienen efectos significativos en la solidez de color en las prendas lavadas de lana de ovino – Juliaca 2023.

Ha: Los detergentes convencionales si tienen efectos significativos en la solidez de color en las prendas lavadas de lana de ovino – Juliaca 2023.

Nivel de significancia:

0.05 = 5%

Prueba estadística

Kruskal Wallis

Análisis comparativo maíz morado 0.05 gr/ml.

Shapiro - Wilk normality test

no hay varianza porque todos los datos son iguales

Decisión

SI $p\text{-valor} = 0 \leq 0.05$; se acepta la hipótesis nula, por tanto, se rechaza la hipótesis alterna.

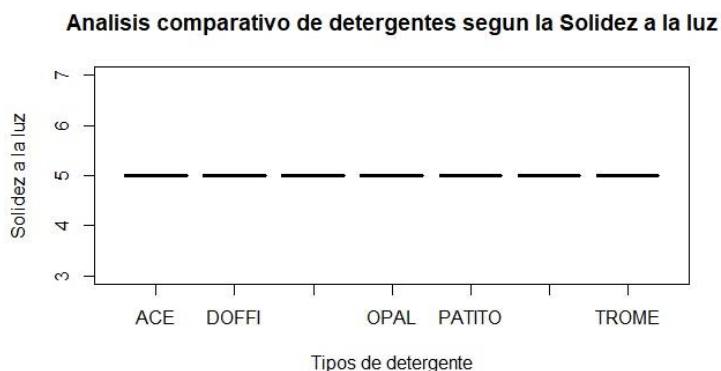


Figura 39: Análisis comparativo de solidez a la luz en teñido natural con 0.05 gr/ml de detergente.

Interpretación:

Según la figura 39, en las muestras de prendas de lana lavadas en una concentración de 0.05 gr/ml de detergente, según la escala de grises de degradación o cambio de color no presenta una medida de solidez de 5, por tal no presentan cambios o degradación de color.

4.4.2. Solidez a la luz en una concentración de 0.10 gr/ml de detergente.

- **Solidez a la luz en muestras de prendas lavadas de teñido sintético de color amarillo con una concentración de 0.10 gr/ml de detergente.**

Ho: Los detergentes convencionales no tienen efectos significativos en la solidez de color en las prendas lavadas de lana de ovino – Juliaca 2023.

Ha: Los detergentes convencionales si tienen efectos significativos en la solidez de color en las prendas lavadas de lana de ovino – Juliaca 2023.

Nivel de significancia:

0.05 = 5%

Prueba estadística

Kruskal Wallis

Análisis comparativo amarillo 0.10 gr/ml

Shapiro-Wilk normality test

Data: Sluz

p-valor = 0

Decisión:

SI p-valor = 0 \leq 0.05; se acepta la hipótesis nula, por tanto, se rechaza la hipótesis alterna.

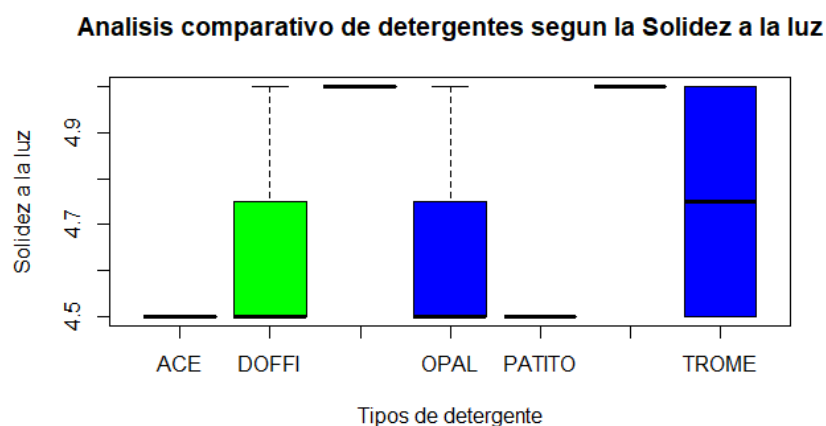


Figura 40: Análisis comparativo de solidez a la luz en color amarillo con 0.10 gr/ml de detergente.

Interpretación:

Según la figura 40, en las muestras de prendas de lana lavadas en una concentración de 0.10 gr/ml de detergente, nos presenta una medida de 4 – 5 según la escala de grises de cambio de color, dando una buena solidez de color sin ningún cambio o degradación del color en las muestras lavadas.

- **Solidez a la luz en muestras de prendas lavadas de teñido sintético de color rojo con una concentración de 0.10 gr/ml de detergente.**

Ho: Los detergentes convencionales no tienen efectos significativos en la solidez de color en las prendas lavadas de lana de ovino – Juliaca 2023.

Ha: Los detergentes convencionales si tienen efectos significativos en la solidez de color en las prendas lavadas de lana de ovino – Juliaca 2023.

Nivel de significancia:

0.05 = 5%

Prueba estadística

Kruskal Wallis

Análisis comparativo rojo 0.10 gr/ml.

Shapiro-Wilk normality test

Data: Sluz

p-valor = 0

Decisión:

SI p-valor = 0 <= 0.05; se acepta la hipótesis nula, por tanto, se rechaza la hipótesis alterna.

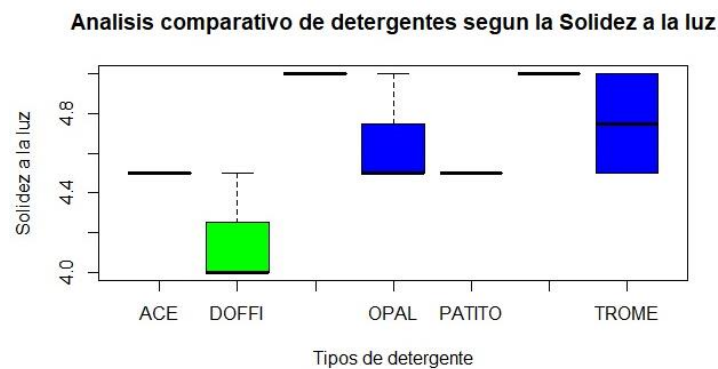


Figura 41: Análisis comparativo de solidez a la luz en color rojo con 0.10 gr de detergente.

Interpretación:

Según la figura 41, en las muestras de prendas de lana lavadas en una concentración de 0.10 gr/ml de detergente según la escala de grises de degradación o cambio de color nos presenta que en el detergente Doffi una medida de solidez 4 y el resto de muestras una medida de 4.5

– 5 dando una solidez de color muy buena según la escala de grises de degradación o cambio de color.

- **Solidez a la luz en muestras de prendas lavadas de teñido natural (maíz morado) con una concentración de 0.10 gr/ml de detergente.**

Ho: Los detergentes convencionales no tienen efectos significativos en la solidez de color en las prendas lavadas de lana de ovino – Juliaca 2023.

Ha: Los detergentes convencionales si tienen efectos significativos en la solidez de color en las prendas lavadas de lana de ovino – Juliaca 2023.

Nivel de significancia:

0.05 = 5%

Prueba estadística

Kruskal Wallis

Análisis comparativo maíz morado 0.10 gr/ml.

Shapiro-Wilk normality test

Data: Sluz

p-valor = 0

Decisión:

Si $p\text{-valor} = 0 \leq 0.05$; se acepta la hipótesis nula, por tanto, se rechaza la hipótesis alterna.

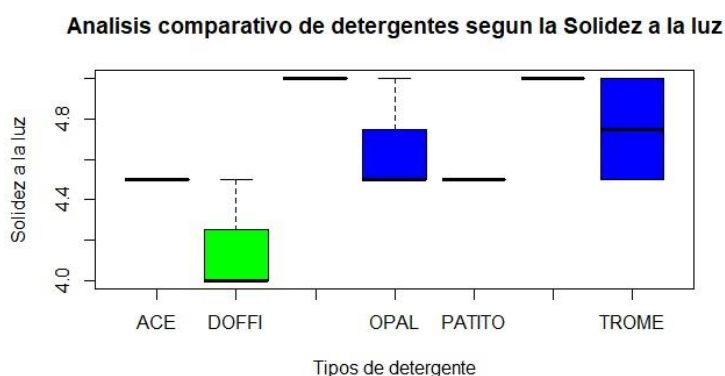


Figura 42: Análisis comparativo de solidez a la luz en teñido natural con 0.10 gr/ml de detergente.

Interpretación:

Según la figura 42, en una concentración de 0.10 gr/ml de detergente, la medida de solidez de color según la escala de grises de degradación o cambio de color nos presenta un rango

de medida de 4 – 5 de solidez en las muestras de prendas de lana de ovino tenidas con tinte natural, por tal no hay cambio o degradación de color.

4.4.3. Solidez a la luz en una concentración de 0.20 gr/ml de detergente.

- **Solidez a la luz en muestras de prendas lavadas de teñido sintético de color amarillo con una concentración de 0.20 gr/ml de detergente.**

H₀: Los detergentes convencionales no tienen efectos significativos en la solidez de color en las prendas lavadas de lana de ovino – Juliaca 2023

H_a: Los detergentes convencionales si tienen efectos significativos en la solidez de color en las prendas lavadas de lana de ovino – Juliaca 2023

Nivel de significancia:

0.05 = 5%

Prueba estadística

Kruskal Wallis

Análisis comparativo amarillo 0.20 gr/ml.

Shapiro-Wilk normality test

Data: Sluz

p-valor = 0

Decisión:

SI p-valor = 0 <= 0.05; se acepta la hipótesis nula, por tanto, se rechaza la hipótesis alterna.

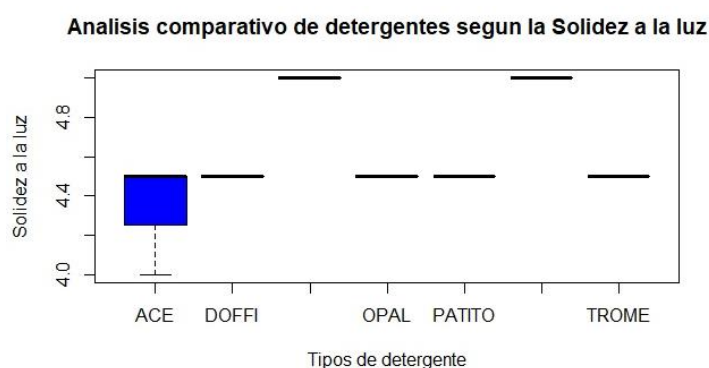


Figura 43: Análisis comparativo de solidez la luz en color amarillo con 0.20 gr/ml de detergente.

Interpretación:

Según la figura 43, en las muestras de prendas de lana lavadas en una concentración de 0.20 gr/ml de detergente según la escala de grises de degradación o cambio de color presenta una

medida de solidez de 4 – 4.5, dando una solidez buena sin ningún cambio de color en las muestras lavadas.

- **Solidez a la luz en muestras de prendas lavadas de teñido sintético de color rojo con una concentración de 0.20 gr/ml de detergente.**

Ho: Los detergentes convencionales no tienen efectos significativos en la solidez de color en las prendas lavadas de lana de ovino – Juliaca 2023.

Ha: Los detergentes convencionales si tienen efectos significativos en la solidez de color en las prendas lavadas de lana de ovino – Juliaca 2023.

Nivel de significancia:

0.05 = 5%

Prueba estadística

Kruskal Wallis

Análisis comparativo rojo 0.20 gr/ml.

Shapiro-Wilk normality test

Data: Sluz

p-valor = 0.0001065

Decisión:

SI $p\text{-valor} = 0.0001065 \leq 0.05$; se acepta la ha, por tanto, se rechaza la hipótesis nula.

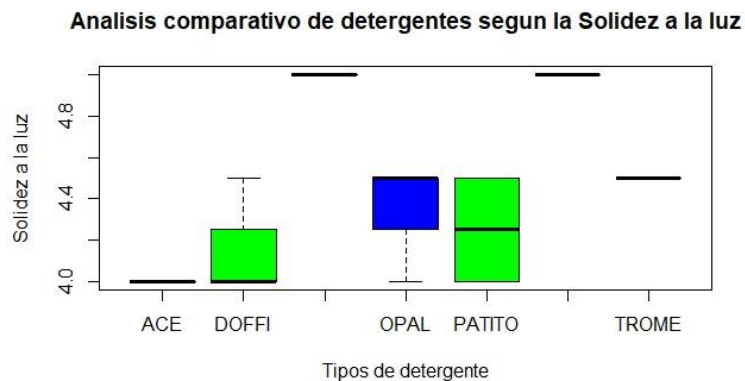


Figura 44: Análisis comparativo de solidez a la luz en color rojo con 0.20 gr/ml de detergente.

Interpretación:

Según la figura 44, en las muestras de prendas de lana lavadas en una concentración de 0.20 gr/ml de detergente, según la escala de grises de degradación o cambio de color nos presenta una medida de 4 – 4.5 dando una solidez de color buena sin cambio o degradación de color.

- **Solidez a la luz en muestras de prendas lavadas de teñido natural (maíz morado) con una concentración de 0.20 gr/ml de detergente.**

Ho: Los detergentes convencionales no tienen efectos significativos en la solidez de color en las prendas lavadas de lana de ovino – Juliaca 2023.

Ha: Los detergentes convencionales si tienen efectos significativos en la solidez de color en las prendas lavadas de lana de ovino – Juliaca 2023.

Nivel de significancia:

0.05 = 5%

Prueba estadística

Kruskal Wallis

Análisis comparativo maíz morado 0.20 gr/ml.

Shapiro-Wilk normality test

Data: Sluz

p-valor = 0.0001065

Decisión:

Si p-valor = 0.0001065 \leq 0.05; se acepta la ha, por tanto, se rechaza la hipótesis nula.

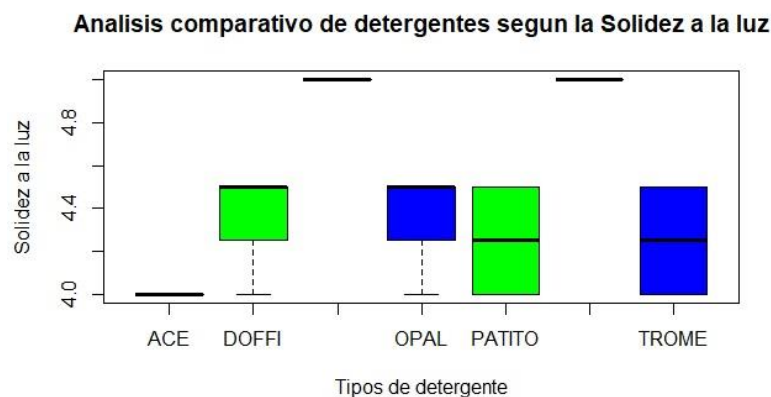


Figura 45: Análisis comparativo de solidez a la luz en teñido natural con 0.20 gr/ml de detergente.

Interpretación:

Según la figura 45, en las muestras de prendas de lana lavadas en una concentración de 0.20 gr/ml de detergente, según la escala de grises de degradación o cambio de color no presenta una medida de solidez 5, dando que no hay cambio o degradación de color.

4.5. VERIFICACIÓN DE LAS PRUEBAS DE SOLIDEZ A LA LUZ SOLAR.

En las pruebas de solidez de color a la luz solar en las muestras de prendas lavadas de lana de ovino tenida con los detergentes convencionales se obtuvo el siguiente resultado:

4.5.1. Solidez a la luz solar en una concentración de 0.05 gr/ml de detergente.

- **Solidez a la luz solar en muestras de prendas lavadas de teñido sintético de color amarillo con una concentración de 0.05 gr/ml de detergente.**

Ho: Los detergentes convencionales no tienen efectos significativos en la solidez de color en las prendas lavadas de lana de ovino – Juliaca 2023.

Ha: Los detergentes convencionales si tienen efectos significativos en la solidez de color en las prendas lavadas de lana de ovino – Juliaca 2023.

Nivel de significancia:

0.05 = 5%

Prueba estadística

Kruskal Wallis

Análisis comparativo amarillo 0.05 gr/ml.

Shapiro-Wilk normality test

Data: Sluz_sol

p-valor =0

Decisión:

SI p-valor = 0 <= 0.05; se acepta la hipótesis nula, por tanto, se rechaza la hipótesis alterna.

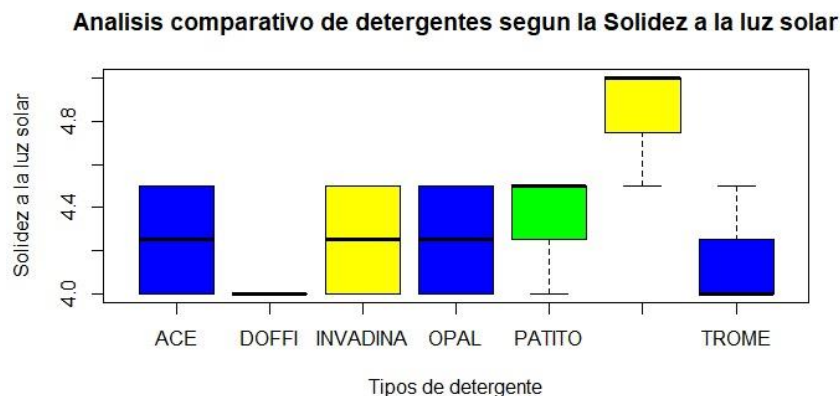


Figura 46: Análisis comparativo de solidez a la luz solar en color amarillo con 0.05 gr/ml de detergente.

Interpretación:

Según la figura 46, en las muestras de prendas de lana lavadas en una concentración de 0.05gr/ml de detergente, el análisis de color según la escala de grises de degradación o cambio de color no presenta una medida de solidez 4 – 4.5, por tal no hay cambio o degradación de color.

- **Solidez a la luz solar en muestras de prendas lavadas de teñido sintético de color rojo con una concentración de 0.05 gr/ml de detergente.**

Ho: Los detergentes convencionales no tienen efectos significativos en la solidez de color en las prendas lavadas de lana de ovino – Juliaca 2023.

Ha: Los detergentes convencionales si tienen efectos significativos en la solidez de color en las prendas lavadas de lana de ovino – Juliaca 2023.

Nivel de significancia:

0.05 = 5%

Prueba estadística

Kruskal Wallis

Análisis comparativo rojo 0.05 gr/ml.

Shapiro - Wilk normality test

No hay varianza los datos son iguales

Decisión:

Si $p\text{-valor} = 0 \leq 0.05$; se acepta la hipótesis nula, por tanto, se rechaza la hipótesis alterna.

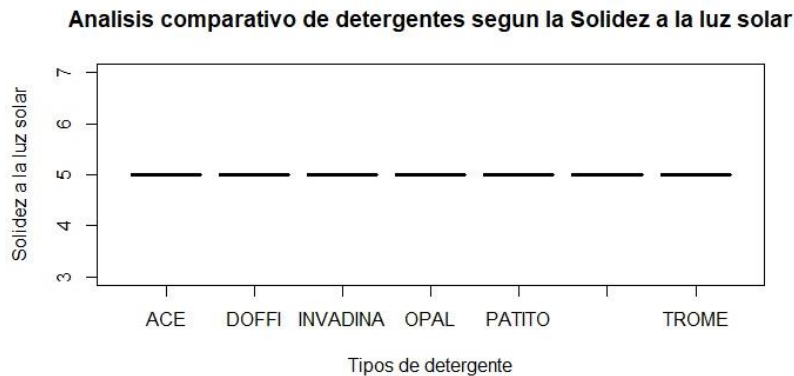


Figura 47: Análisis comparativo de solidez a la luz solar en color rojo con 0.05 gr/ml de detergente.

Interpretación:

Según la figura 47, en las muestras de prendas de lana lavadas en una concentración de 0.05 gr/ml de detergente nos muestra una medida de solidez de 5 por tal no hay cambio de color con una solidez buena en el color según la escala de grises de cambio o degradación de color.

- **Solidez a la luz solar en muestras de prendas lavadas de teñido natural (maíz morado) con una concentración de 0.05 gr/ml de detergente.**

Ho: Los detergentes convencionales no tienen efectos significativos en la solidez de color en las prendas lavadas de lana de ovino – Juliaca 2023.

Ha: Los detergentes convencionales si tienen efectos significativos en la solidez de color en las prendas lavadas de lana de ovino – Juliaca 2023.

Nivel de significancia:

0.05 = 5%

Prueba estadística

Kruskal Wallis

Análisis comparativo maíz morado 0.05 gr/ml.

Shapiro-Wilk normality test

Data: Sluz_sol

p-valor = 0

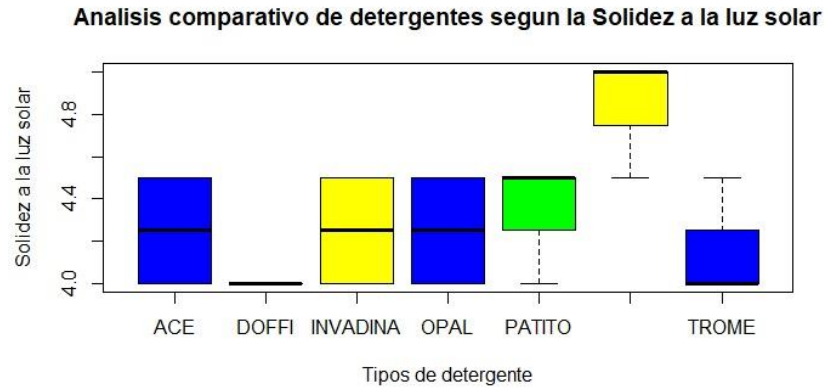


Figura 48: Análisis comparativo de solidez a la luz solar en teñidos naturales con 0.05 gr/ml de detergente.

Interpretación:

Según la figura 48, en una concentración de 0.05 gr de detergente, en las muestras lavadas con los detergentes genera un rango de medida de 4 – 4.5, haciendo que tenga una buena solidez de color sin cambio de color en las muestras.

4.5.2. Solidez a la luz solar en una concentración de 0.10 gr/ml de detergente.

- **Solidez a la luz solar en muestras de prendas lavadas de teñido sintético de color amarillo con una concentración de 0.10 gr/ml de detergente.**

H₀: Los detergentes convencionales no tienen efectos significativos en la solidez de color en las prendas lavadas de lana de ovino – Juliaca 2023.

H_a: Los detergentes convencionales si tienen efectos significativos en la solidez de color en las prendas lavadas de lana de ovino – Juliaca 2023.

Nivel de significancia:

0.05 = 5%

Prueba estadística

Kruskal Wallis

Análisis comparativo amarillo 0.10 gr/ml.

Shapiro-Wilk normality test

Data: Sluz_sol

p-valor = 0.01363

Decisión:

SI $p\text{-valor} = 0.01363 \leq 0.05$; se acepta la H_a , por tanto, se rechaza la hipótesis nula.

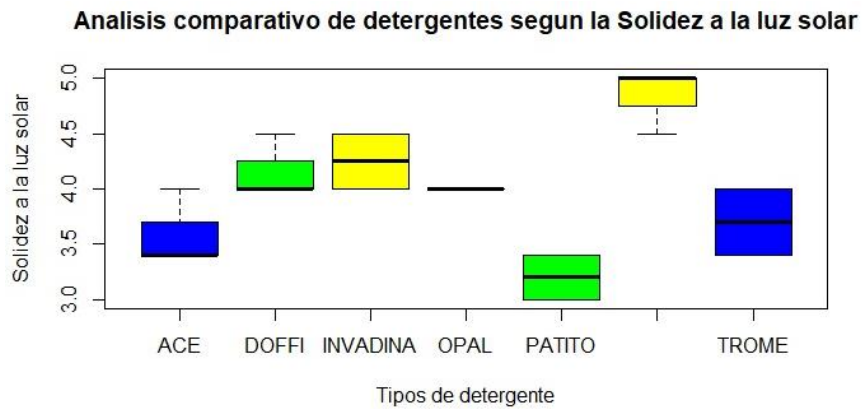


Figura 49: Análisis comparativo de solidez a la luz en color amarillo con 0.10 gr/ml de detergente.

Interpretación:

Según la figura 49, en las muestras de prendas de lana lavadas en una concentración de 0.10 gr/ml de detergente, nos muestra que en el detergente patito según la escala de grises una medida de solidez de 3 presentando un cambio o degradación de color mínima, el resto de las muestras de las muestras de prenda de lana lavadas con los detergentes usados muestran una medida de 3.5 – 4.5 no presenta pérdida o cambio de color.

- **Solidez a la luz solar en muestras de prendas lavadas de teñido sintético de color rojo con una concentración de 0.10 gr/ml de detergente.**

H₀: Los detergentes convencionales no tienen efectos significativos en la solidez de color en las prendas lavadas de lana de ovino – Juliaca 2023.

H_a: Los detergentes convencionales si tienen efectos significativos en la solidez de color en las prendas lavadas de lana de ovino – Juliaca 2023.

Nivel de significancia:

0.05 = 5%

Prueba estadística

Kruskal Wallis

Análisis comparativo rojo 0.10 gr/ml.

Shapiro-Wilk normality test

Data: Sluz_sol

W = 0.80944, p-valor = 0.0001573

Decisión:

SI $p\text{-valor} = 0.0001573 \leq 0.05$; se acepta la H_a , por tanto, se rechaza la hipótesis nula.

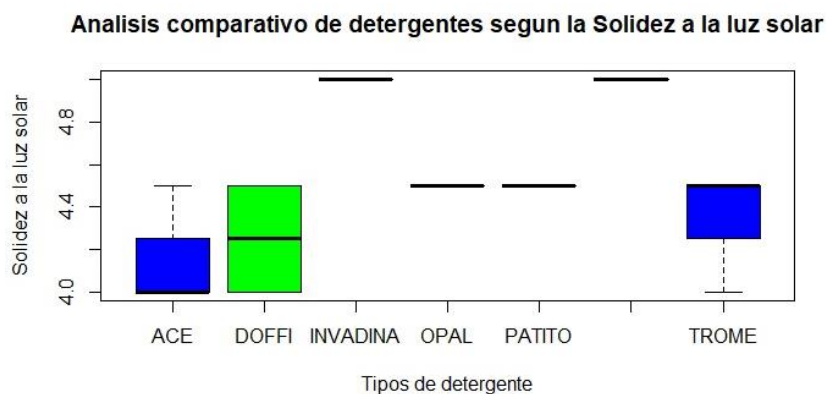


Figura 50: Análisis comparativo de solidez a la luz solar en color rojo con 0.10 gr/ml de detergente.

Interpretación:

Según la figura 50, en las muestras de prendas de lana lavadas en una concentración de 0.10 gr/ml de detergente, con los detergentes Doffi y Ace, con una medida de 4 – 4.5 de solidez, no presenta ningún cambio en el color de las muestras de prendas de lana de ovino teñidas lavadas con detergentes convencionales y el resto de muestras con una solidez de 5 no hay cambio de color.

- **Solidez a la luz solar en muestras de prendas lavadas de teñido natural (maíz morado) con una concentración de 0.10 gr/ml de detergente.**

H₀: Los detergentes convencionales no tienen efectos significativos en la solidez de color en las prendas lavadas de lana de ovino – Juliaca 2023.

H_a: Los detergentes convencionales si tienen efectos significativos en la solidez de color en las prendas lavadas de lana de ovino – Juliaca 2023.

Nivel de significancia:

0.05 = 5%

Prueba estadística

Kruskal Wallis

Análisis comparativo maíz morado 0.10 gr/ml.

Shapiro-Wilk normality test

Data: Sluz_sol

W = 0.90323, p-valor = 0.01363

Decisión:

Si $p\text{-valor} = 0.01363 \leq 0.05$; se acepta la H_a , por tanto, se rechaza la hipótesis nula.

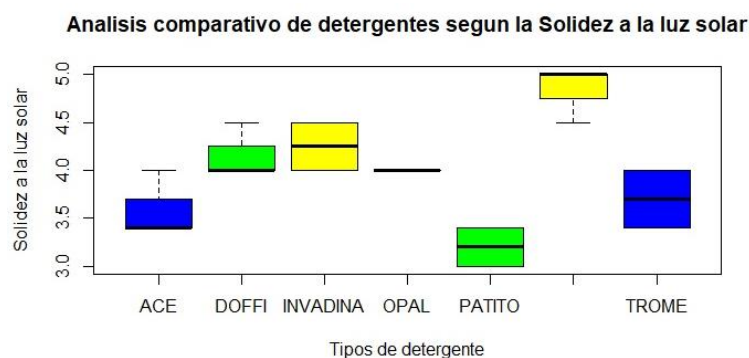


Figura 51: Análisis comparativo de solidez a la luz solar en teñido natural con 0.10 gr/ml de detergente.

Interpretación:

Según la figura 51, en las muestras de prendas de lana lavadas en una concentración de 0.10 gr/ml de detergente, en las muestras de prendas lavadas teñidas con tinte natural con detergente Patito nos muestra una medida de 3 – 3.5 de solidez, se presenta un color deficiente teniendo un cambio de color alto; en las muestras de las prendas lavadas con detergente Ace, Opal y Trome con una medida de solidez de 3.5 – 4 presenta solidez regular y un cambio de color regular.

4.5.3. Solidez a la luz solar en una concentración de 0.20 gr/ml de detergente.

- **Solidez a la luz solar en muestras de prendas lavadas de teñido sintético de color amarillo con una concentración de 0.20 gr/ml de detergente.**

H₀: Los detergentes convencionales no tienen efectos significativos en la solidez de color en las prendas lavadas de lana de ovino – Juliaca 2023.

H_a: Los detergentes convencionales si tienen efectos significativos en la solidez de color en las prendas lavadas de lana de ovino – Juliaca 2023.

Nivel de significancia:

0.05 = 5%

Prueba estadística

Kruskal Wallis

Análisis comparativo amarillo 0.20 gr/ml.

Shapiro-Wilk normality test

Data: Sluz_sol

p-valor = 0.000158

Decisión:

Si p-valor = 0.000158 \leq 0.05; se acepta la H_0 , por tanto, se rechaza la hipótesis nula.

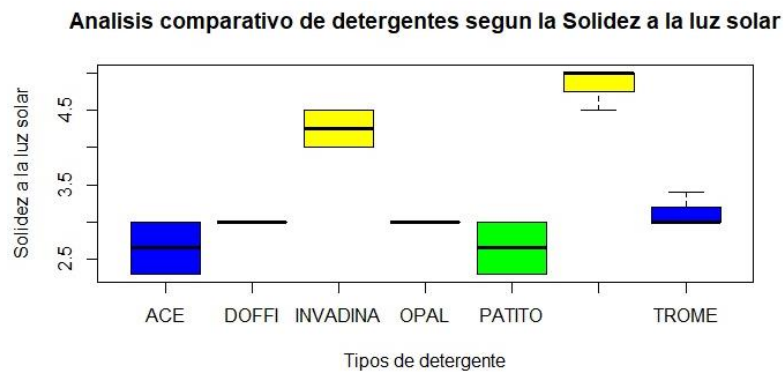


Figura 52: Análisis comparativo de solidez a la luz solar en color amarillo con 0.20 gr/ml de detergente.

Interpretación:

Según la figura 52, en las muestras de prendas de lana lavadas en una concentración de 0.20 gr/ml de detergente, presenta que en las muestras lavadas con los detergentes Ace y Patito a una medida de 2.5 – 3 de solidez se muestra un cambio en el color alto, pero en las otras muestras de prendas de lana lavada con estos detergentes se presenta una medida de 4 – 4.5 de solidez sin generar cambio de color.

- **Solidez a la luz solar en muestras de prendas lavadas de teñido sintético de color rojo con una concentración de 0.20 gr/ml de detergente.**

H0: Los detergentes convencionales no tienen efectos significativos en la solidez de color en las prendas lavadas de lana de ovino – Juliaca 2023.

Ha: Los detergentes convencionales si tienen efectos significativos en la solidez de color en las prendas lavadas de lana de ovino – Juliaca 2023.

Nivel de significancia:

0.05 = 5%

Prueba estadística

Kruskal Wallis

Análisis comparativo rojo 0.20 gr/ml.

Shapiro-Wilk normality test

Data: Sluz_sol

p-valor = 0

Decisión

SI $p\text{-valor} = 2.006e-05 \leq 0.05$; se acepta la hipótesis nula, por tanto, se rechaza la hipótesis alterna.

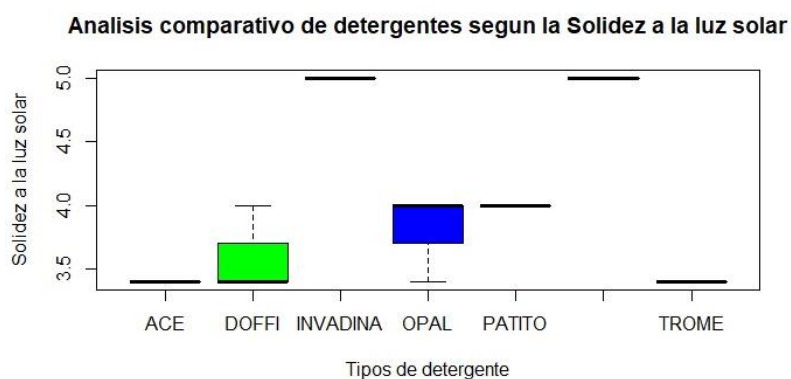


Figura 53: Análisis comparativo de solidez a la luz solar en color rojo con 0.20 gr/ml de detergente.

Interpretación:

Según la figura 53, en una concentración de 0.20 gr de detergente, en el detergente patito, Doffi, Ace y Trome nos muestra un rango de medida de 3.5 a 4 dando una solidez regular generando cambio de color regular en las muestras lavadas según la escala de grises de cambio o degradación de color.

- **Solidez a la luz solar en muestras de prendas lavadas de teñido natural (maíz morado) con una concentración de 0.20 gr/ml de detergente.**

Ho: Los detergentes convencionales no tienen efectos significativos en la solidez de color en las prendas lavadas de lana de ovino – Juliaca 2023.

Ha: Los detergentes convencionales si tienen efectos significativos en la solidez de color en las prendas lavadas de lana de ovino – Juliaca 2023.

Nivel de significancia:

0.05 = 5%

Prueba estadística

Kruskal Wallis

Análisis comparativo maíz morado 0.20 gr/ml.

Shapiro-Wilk normality test

Data: Sluz_sol

p-valor = 0.000158

Decisión:

Si p-valor = 0.000158 \leq 0.05; se acepta la ha, por tanto, se rechaza la hipótesis nula.

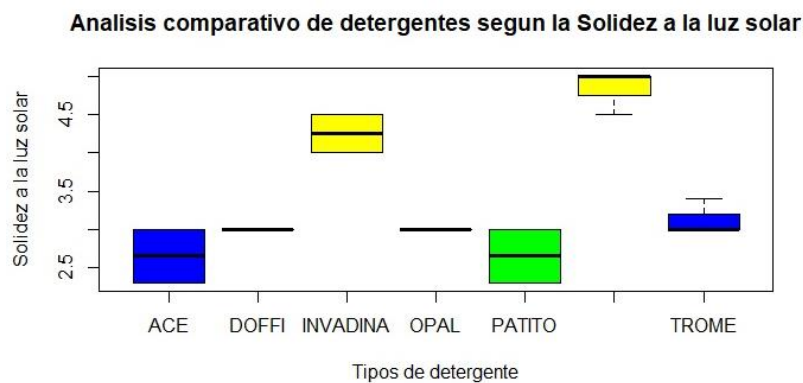


Figura 54: Análisis comparativo de solidez a la luz solar en teñido natural con 0.20 gr/ml de detergente.

Interpretación:

Según la figura 54, en las muestras de prendas de lana lavadas en una concentración de 0.20 gr/ml de detergente en las muestras lavadas con detergente Ace y Patito con una medida de solidez de 2 - 3 nos presenta un color deficiente con un cambio o degradación de color alto;

en las muestras de prendas de lana lavadas con los detergentes Doffi, Opal y Trome con una medida de solidez 3 nos presenta un cambio de color regular.

Nota: teniendo en cuenta que el uso de estos detergentes en un sustrato teñido con colorante natural afecta tanto al tinte como a la estructura interna del filamento de la lana haciendo que en el lavado el sangrado sea alto, el colorante o pigmento por acción soluble del agua y la propiedad tensoactiva de los detergentes genera que el tinte se degrade en el baño y no realiza una buena impregnación del color en la tela testigo en el proceso de lavado.

4.6. PRUEBA DE HIPÓTESIS ESPECÍFICOS

4.6.1. Hipótesis específico 1

Ho: El nivel de pH de los detergentes convencionales no tienen efectos significativos en la solidez de color en las prendas lavadas de lana de ovino – Juliaca 2023

Ha: El nivel de pH de los detergentes convencionales si tienen efectos significativos en la solidez de color en las prendas lavadas de lana de ovino – Juliaca 2023

Nivel de significancia:

0.05 = 5%

Prueba estadística

Kruskal Wallis

Decisión

SI p-valor \leq alfa; se acepta la ha, por tanto, se rechaza la hipótesis nula.

Interpretación:

Por lo que se concluye que en la medida del pH de los detergentes convencionales si tienen efectos significativos en la solidez de color en las prendas lavadas de lana de ovino – Juliaca 2023. por su alto nivel de alcalinidad.

- **Medida de pH en una concentración de 0.05 gr/ml.**

Tabla 6: *Medida de pH en 0.05 gr/ml*

Nº	TIPO DE MUESTRA DE DETERGENTE	MEDIDA DE pH
1	OPAL	10.69
2	PATITO	11.21
3	TROME	11.20
4	ACE	11.38
5	DOFFI	10.94

Nivel de significancia:

0.05 = 5%

Prueba estadística

Kruskal Wallis

Análisis comparativo pH 0.05 gr/ml

Shapiro-Wilk normality test

Data: pH 0.05

p-valor = 0.0018

Decisión:

Si p-valor = 0.0018 \leq 0.05; se acepta la H_0 , por tanto, se rechaza la hipótesis nula.

- **Medida de pH en una concentración de 0.10 gr/ml.**

Tabla 7: *Medida de pH en 0.10 gr/ml*

Nº	TIPO DE MUESTRA DE DETERGENTE	MEDIDA DE pH
1	OPAL	10.96
2	PATITO	11.46
3	TROME	11.55
4	ACE	11.65
5	DOFFI	11.05

Nivel de significancia:

0.05 = 5%

Prueba estadística

Kruskal Wallis

Análisis comparativo pH 0.10 gr/ml

Shapiro-Wilk normality test

Data: pH 0.05

p-valor = 0.0022

Decisión:

Si p-valor = 0.0022 \leq 0.05; se acepta la H_0 , por tanto, se rechaza la hipótesis nula.

- **Medida de pH en una concentración de 0.20 gr/ml**

Tabla 8: *Medida del pH en 0.20 gr/ml*

Nº	TIPO DE MUESTRA DE DETERGENTE	MEDIDA DE pH
1	OPAL	11.02
2	PATITO	11.94
3	TROME	11.81
4	ACE	12.17
5	DOFFI	11.56

Nivel de significancia:

0.05 = 5%

Prueba estadística

Kruskal Wallis

Análisis comparativo pH 0.20 gr/ml

Shapiro-Wilk normality test

Data: pH 0.05

p-valor = 0.0040

Decisión:

Si p-valor = 0.0040 \leq 0.05; se acepta la H_0 , por tanto, se rechaza la hipótesis nula.

4.6.2. Hipótesis específico 2

H₀: Los detergentes convencionales si tienen efectos significativos en la calidad y presentación final en el color de las prendas lavadas de lana de ovino – Juliaca 2023.

H_a: Los detergentes convencionales no tienen efectos significativos en la calidad y presentación final en el color de las prendas lavadas de lana de ovino – Juliaca 2023.

Nivel de significancia:

0.05 =5%

Prueba estadística

Kruskal Wallis

Decisión

SI $p\text{-valor} \leq \alpha$; se acepta la H_1 , por tanto, se rechaza la hipótesis nula.

Interpretación:

Por lo que se concluye que Los detergentes convencionales SI tienen efectos significativos en la calidad y presentación final en el color de las prendas lavadas de lana de ovino – Juliaca 2023, teniéndose los siguientes descriptivos que indican cuál de los detergentes tienen mayor efecto nocivo en la presentación final de la calidad de estas prendas al ser lavadas con estos detergentes.

4.7. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.7.1. Resultados del proceso de lavado de prendas de lana de ovino con detergentes convencionales.

Los resultados obtenidos en el lavado de las muestras de prendas de lana de ovino teñido usando muestras de detergentes convencionales son los siguientes:

4.8.1.1. Pruebas de lavado

- Las escamaciones del filamento en la lana con el uso constante de estos detergentes convencionales se degradan y pierden su propiedad de agarre e impregnación, dejando que el agua afecte al color adherido en la lana disolviendo en cada lavada y por la acción tensoactiva del detergente hace que se pierda generando blanqueamiento en el color.
- En el filamento de la lana, el colorante se almacena en su estructura medular del filamento de la lana que es de forma uniforme antes de ser lavados con estos detergentes convencionales.

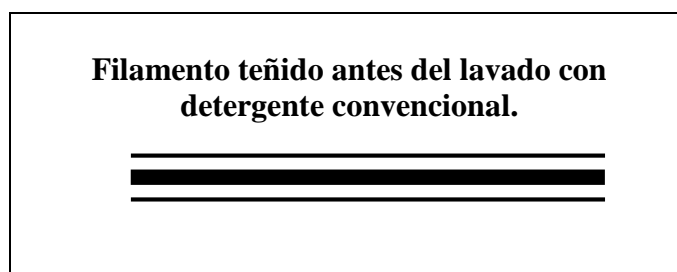


Figura 55: Filamento de lana teñida antes de ser lavado con detergentes.

- Posteriormente en el lavado de las prendas de lana con detergentes convencionales, el colorante almacenado en su estructura medular presenta alteraciones significativas en la uniformidad del color haciendo que se genere división del colorante almacenado en la medula de la lana, presentando por tal blanqueamientos y pérdida de color.

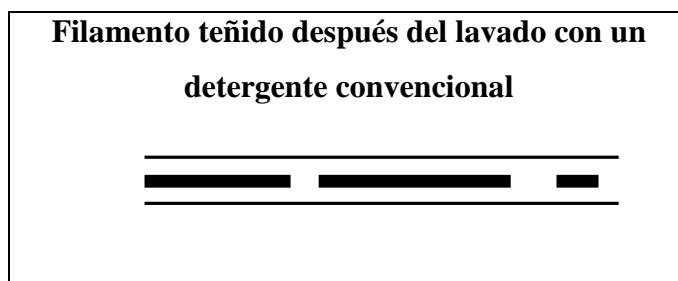


Figura 56: Filamento de lana teñida después de ser lavado con detergentes convencionales.

- En las muestras de prenda de lana de ovino teñido con colorante natural, los pigmentos del colorante natural se pierden en el agua de lavado y enjuague, por tal la impregnación del colorante en el testigo es baja y dificultando obtener una medida de solides de transferencia de color porque los pigmentos se pierden en el fluido de lavado y enjuague.
- En las muestras de prenda de lana de ovino teñida de color rojo, presenta un sangrado mínimo al usar una concentración baja (0.05 gr/ml) de detergente, pero con una pequeña variación de tonalidad de sangrado según la marca del detergente usado, pero dejando gran parte del tinte degradado en el testigo de color blanco, en concentraciones medianas pasa lo mismo, pero en concentraciones altas el sangrado es alto y la impregnación del colorante en el testigo es alto; esas manchas en el testigo serán medidas en su solidez mediante el uso de la escala de grises para ver afección del detergente en el color al ser lavado con estos tensoactivos.
- En las muestras de prendas de lana de ovino lavadas de color amarillo usando detergentes convencionales la degradación del color se presenta en el influído o baño de lavado es mínima, pero la mancha generada en el testigo será depende del tipo de concentración; en una concentración de detergente de 0.05 gr/ml y 0.10 gr/ml la mancha es regular pero en una concentración de 0.20 gr/ml la mancha es

alta en el testigo el cual será evaluada mediante el uso de la escala de grises para ver la afección del detergente en el color al ser lavado con estos tensoactivos.

- A diferencia de los colores de teñido sintético, en las muestras de teñido con un tinte natural (maíz morado) el color y pigmentación se deposita en gran cantidad en el agua de lavado dejando un bajo nivel de impregnación del color en la tela testigo, dejando que al ser evaluado el nivel de solidez del color en el testigo nos muestre una medida de pérdida de color baja en la escala de transferencia de color, pero una medida de cambio de color alto en la escala de cambio o degradación de color.

4.7.2. Presentación porcentual del efecto de los detergentes convencionales en el lavado de prendas de lana según concentración.

4.8.2.1. Efecto porcentual en el lavado con una concentración de 0.05 gr/ml de detergente.

Tabla 9: *Efecto porcentual de lavado en concentración de 0.05 gr/ml.*

Solideces	Concentración 0.05 gr/ml	
	Cantidad de muestras de prendas por solidez al lavado (Unidades)	Porcentaje (%)
solidez escasa (1-1.2)	0	0
solidez regular (2 - 2.3)	0	0
solidez suficiente (3)	14	23.33
solidez buena (3.4 - 4)	31	51.67
solidez muy buena (4.5 - 5)	15	25
Total de muestras	60	100

El efecto de los detergentes como se muestra en la tabla 9 la cantidad de muestras de prendas lavadas con una concentración de 0.05 gr/ml de detergente presentan una pérdida mínima del color.

4.8.2.2. Efecto porcentual en el lavado con una concentración de 0.10 gr/ml de detergente.

Tabla 10: *Efecto porcentual de lavado en concentración de 0.10 gr/ml.*

Solideces	Concentración 0.10 gr/ml	
	Cantidad de muestras de prendas por solidez al lavado (Unidades)	Porcentaje (%)
solidez escasa (1-1.2)	0	0
solidez regular (2 - 2.3)	6	10
solidez suficiente (3)	22	36.67
solidez buena (3.4 - 4)	22	36.67
solidez muy buena (4.5 - 5)	10	16.67
Total de muestras	60	100

El efecto de los detergentes como se muestra en la tabla 10, las muestras de prendas lavadas en una concentración de 0.10 gr/ml de detergente muestran una pérdida de color regular variada

4.8.2.3. Efecto porcentual en el lavado con una concentración de 0.20 gr/ml de detergente.

Tabla 11: *Efecto porcentual de lavado en concentración de 0.20 gr/ml.*

Solideces	Concentración 0.20 gr/ml	
	Cantidad de muestras de prendas por solidez al lavado (Unidades)	Porcentaje (%)
solidez escasa (1-1.2)	0	0
solidez regular (2 - 2.3)	12	20
solidez suficiente (3)	27	45
solidez buena (3.4 - 4)	20	33.33
solidez muy buena (4.5 - 5)	1	1.67
Total de muestras	60	100

El efecto de los detergentes como se muestra en la tabla 11, las muestras de prendas lavadas en una concentración de 0.20 gr/ml de detergente muestran una pérdida de color alta generando blanqueamiento en cada lavada.

4.7.3. Medición del pH en muestras de detergentes diluidos en agua.

- Las muestras de detergentes convencionales evaluadas en los tres tipos de fluidos usados para la medición del pH, nos muestra que en tres tipos de agua (neutralizada, potable y temperatura alta (50 - 60 °C)) las medidas del pH son equivalentes.
- El pH analizado en las muestras de detergente nos muestra un resultado de pH alcalino que haciendo uso constante de estos detergentes en el lavado de prendas de lana y fibra textiles generaría un perjuicio en el color y presentación haciendo que los colores fuertes y débiles presenten blanqueamiento y pérdida de color con facilidad.

4.7.4. Procedimiento de la medida de pH de los detergentes convencionales

En el proceso de lavado haciendo uso de los detergentes convencionales en prendas de lana. Se obtuvo los siguientes resultados del nivel de pH de las muestras de detergentes usados y de las muestras lavadas teñidas y no teñidas de telas de lana con dichos detergentes.

4.8.4.1. Resultados de la medida de pH en muestras de detergentes según su concentración.

Se analiza el nivel de pH en tres tipos de niveles de agua para comparar y analizar qué nivel de agua sería el más eficiente e ideal para luego realizar los procesos de lavado de las muestras de tela de lana (bayeta) teñidas y no teñidas, se usa los siguientes tipos de agua para obtener el nivel de pH adecuado:

- En agua neutralizada a una medida de pH 7.19
- En agua potable en una medida de pH 8.69
- En agua a una temperatura de 50 a 60 °C..
- Se analizó en 3 concentraciones para obtener una lectura adecuada del pH en cada tipo de agua:

a. Medición del pH de las muestras de detergente en agua neutralizada con ácido acético en una medida de pH 7.19.

En las concentraciones de 0.05, 0.10 y 0.20 gr/ml de detergente.

En 20 ml de agua, temperatura de 20 °C.

Tabla 12: *Medición de pH de las muestras de detergente diluidas en agua neutralizada con ácido acético en las tres concentraciones de dilución.*

N°	TIPO DE MUESTRA DE DETERGENTE	Medida del pH de la muestra de detergente		
		Concentración de 0.05 gr/ml	Concentración de 0.10 gr/ml	Concentración de 0.20 gr/ml
1	OPAL	10.74	10.86	11.10
2	PATITO	11.04	11.47	11.93
3	TROME	11.03	11.26	11.79
4	ACE	11.16	11.53	12.21
5	DOFFI	10.81	10.86	11.71

b. Medición del pH de las muestras de detergente diluidas en agua potable en una medida de pH 8.69.

En las concentraciones de 0.05, 0.10 y 0.20 gr/ml de detergente.
En 20 ml de agua e una temperatura de 20 °C.

Tabla 13: *Medición de pH de las muestras de detergente diluidas en agua potable en las tres concentraciones de dilución.*

N°	TIPO DE MUESTRA DE DETERGENTE	Medida del pH de la muestra de detergente		
		Concentración de 0.05 gr/ml	Concentración de 0.10 gr/ml	Concentración de 0.20 gr/ml
1	OPAL	10.69	10.96	11.02
2	PATITO	11.21	11.46	11.94
3	TROME	11.20	11.55	11.81
4	ACE	11.38	11.65	12.17
5	DOFFI	10.94	11.05	11.56

c. Medición del pH de las muestras de detergente diluida en agua a temperatura entre 50 – 60 °C.

En las concentraciones de 0.05, 0.10 y 0.20 gr/ml de detergente.
En 20 ml de agua a una temperatura de 50 a 60 °C.

Tabla 14: *Medición de pH de detergente en agua a temperatura de 50 – 60 °C*

N°	TIPO DE MUESTRA DE DETERGENTE	Medida del pH de la muestra de detergente		
		Concentración de 0.05gr/ml	Concentración de 0.10 gr/ml	Concentración de 0.20 gr/ml
1	OPAL	10.85	10.98	11.19
2	PATITO	11.11	11.49	11.92
3	TROME	11.06	11.46	11.63
4	ACE	11.19	11.75	12.33
5	DOFFI	10.81	10.93	11.42

NOTA: Realizado la medición del pH en cada una de las concentraciones planteadas, y viendo que en cada tipo de agua las mediciones equivalentes y no hay una diferencia alta, se optó por el uso del agua sin neutralizar para la realización de los procesos de lavado y medición de solidez de color según su respectiva norma (Norma NTP 231.008:2015 revisada el 2022), planteada según el INACAL.

4.8. DISCUSIONES.

- Los resultados encontrados en las pruebas de solidez de color, nos muestran que el uso de estos tipos de detergentes convencionales en el proceso de lavado de prendas de lana de ovino en colores teñidos, los efectos que genera a la solidez de color en concentraciones bajas son mínimas, pero a concentración alta afecta en mayor grado al color, por tal en las prendas lavadas de lana de ovino teñidas con detergentes convencionales la solidez de color en concentraciones de 0.05 gr/ml de detergente los efectos son mínimos, a concentraciones de 0.10 gr/ml de detergente los efectos presentan variaciones, pero en concentraciones de 0.20 gr/ml de detergente el efecto en las muestras lavadas genera blanqueamientos y pérdida de color.

Según Gustavo & Medina-saavedra, (2018), mencionan que en la prueba de solidez que más afecta a las fibras teñidas es la de lavado a altas temperaturas se encontró que en las pruebas de solidez, tienen un efecto significativo en el valor de ΔE^* ($P_{\text{valor}} \leq 0.05$), por otro lado, las concentraciones no tienen efecto significativo en el valor de ΔE ($P \geq 0.05$). Para las pruebas de solidez con respecto a las fibras se encontró un mayor efecto de las pruebas sobre la fibra de lana. (Gustavo & Medina-saavedra, 2018),

- Los resultados encontrados en la medición del pH de las muestras de los detergentes presentan un grado de alcalinidad, en la dilución de las muestras de detergente en los tres tipos de agua (agua neutralizada, agua potable y agua a una temperatura de 50 a 60 °C), en el análisis de la medida del pH el resultado en cada tipo de agua está en el mismo grado de alcalinidad e equivalentes en cada tipo de agua según su concentración de 0.05 gr/ml, 0.10 gr/ml y 0.20 gr/m.

En cada tipo de agua la variabilidad del pH de las muestras solo varía en su lectura decimal, pero en la lectura unitaria es el mismo en cada uno de las aguas y

concentraciones; por tal se opta el uso del agua sin neutralizar por ser un agua que se usa en todas las actividades diarias.

Según Vidal & Zorrilla (2020), concluye que existe una diferencia entre los efectos de un detergente Aniónico o Convencional con un detergente elaborado con productos naturales. En un rango de medida del pH (11.00 – 12.00) por su alcalinidad alta afecta al color y presenta cambios en su presentación final. en las concentraciones altas de detergente al usarlos en el lavado afectan la estructura interna y externa del filamento generando un alto grado de sangrado y pérdida de color.

- En la presentación final de las prendas de lana lavadas con estos detergentes nos da resultados significativos en la pérdida de color y su solidez de color es baja en concentraciones de 0.20 gr/ml, en concentraciones de 0.10 gr/ml de detergente la solidez de color es regular y/o aceptable y en concentraciones de 0.05 gr/ml de detergente la solidez de color es aceptable, pero las muestras de prendas teñidas con colorante natural de maíz morado la solidez de color es un poco variada porque los pigmentos naturales en el lavado con estos detergentes en concentraciones de 0.05 gr/ml nos da una lectura de solidez regular, en concentraciones de 0.10 gr/ml y 0.20 gr/ml igual nos presenta una solidez regular,

Los pigmentos naturales por la acción tensoactiva de los insumos de fabricación de estos detergentes como los carbonatos, sulfatos, fenilsulfonatos, sodio y enzimas diluyen a los pigmentos y hacen que se alojen en el baño de lavado, el residuo de lavado o agua de lavado se presenta con un color intenso por presentar un alto grado de sangrado.

Según Neimaur (2021), menciona que la estimación de la heredabilidad del amarillamiento y el brillo y las asociaciones genéticas entre los muestreos estacionales sugieren que probablemente no sean la misma característica a lo largo del tiempo, que se debería seguir investigando para estudiar las posibles interacciones entre las variables climáticas, así como la variación estacional de ambas variables del color.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Con respecto al objetivo general, los efectos de los detergentes convencionales en el lavado de las prendas de lana de ovino, tienen efectos significativos en la solidez de color; las prendas lavadas con estos detergentes presentan alteraciones en el color inicial y el color final al ser lavadas con estos detergentes. Según la escala de grises de transferencia y cambio de color para una buena solidez que no dañe al color debe de estar en una medida de 5, pero en el proceso de lavado las muestras lavadas según las concentraciones usadas ($0.05 \frac{gr}{ml}$, $0.10 \frac{gr}{ml}$ y $0.20 \frac{gr}{ml}$) no es igual la acción tensoactiva en el lavado, en una concentración de $0.05 \frac{gr}{ml}$ de detergente los efectos son mínimos; en una concentración de $0.10 \frac{gr}{ml}$ de detergente los efectos son variables pero una concentración de $0.20 \frac{gr}{ml}$ de detergente el efecto generado en la solidez de color es alto obteniendo colores blanqueados y pérdidas de color.
- Con respecto al primer objetivo específico, el pH medido en las muestras de detergentes según sus concentraciones usadas ($0.05 \frac{gr}{ml}$, $0.10 \frac{gr}{ml}$ y $0.20 \frac{gr}{ml}$) tiene un alto grado de alcalinidad por tener una medida entre 10.69 – 12.33 de pH; por su alto grado de alcalinidad el uso de estos detergentes en los lavados de las prendas de lana tendría que ser limitado y controlado para evitar problemas en el color.
- Con respecto al segundo objetivo específico, los efectos de los detergentes convencionales en las prendas lavadas de lana de ovino en la calidad del color son variables y presentan efectos de blanqueamiento y pérdida de color en estas prendas lavadas, por tal afecta en la presentación final en el color de estas prendas lavadas con estos detergentes convencionales.

5.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar un estudio adecuado del manejo de estos detergentes en cada tipo de sustrato textil (natural y sintético) porque las dosificaciones no son los mismos en todos los sustratos, realizando un estudio adecuado de las dosificaciones adecuadas de los detergentes convencionales en los procesos de lavado de todo sustrato textil ya sea natural o sintético para obtener resultados adecuados en los lavados.
- Se recomienda que en los empaques de presentación de los detergentes convencionales muestre la medida de pH en cada tipo y marca de estos detergentes para conocer el grado de alcalinidad de estos productos tensoactivos.
- Se recomienda priorizar el uso adecuado y controlado de estos detergentes en el proceso de lavado de estas prendas para que así los efectos significativos sean mínimos y no afecten la presentación final del color.
- Se recomienda que se realice más estudios y nuevas investigaciones del manejo y uso adecuado de estos tipos de detergentes posterior plantear una norma técnica que nos indique el uso, dosificación y manejo adecuado de estos detergentes o tensoactivos para obtener resultados adecuados en el proceso de lavado de un tipo de sustrato textil (natural y/o sintético).
- Se recomienda como alternativa el uso de un tipo de detergente con saponina de origen natural en el lavado de prendas de lana, aparte de eliminar las impurezas ayuda en la conservación de las prendas de lana.
- Se recomendaría que el estudiante o profesional de la Escuela Profesional de Ingeniería Textil y de Confecciones mediante el estudio adecuado de las dosificaciones de estos detergentes dar ideas a las empresas generadoras de estos productos de cómo mejorar sus productos y que estos sean de gran ayuda en el proceso de lavado y obtener un buen producto con resultados óptimos y no generen cambios negativos en los procesos de lavado.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Arias, J. (2021). *Diseño y Metodología de la Investigación*. www.tesisconjosearias.com
- Camelo, J. (2019). *Análisis de validez y confiabilidad de un instrumento de conocimiento construido y aplicado por el Grupo de Evaluación y Certificación de Competencias Laborales del Sistema Nacional de Formación para el Trabajo - SENA*.
- Chalan, T. (2019). *Diseño de accesorios en fibra de lana de oveja basados en bordados Saraguro*.
- Coaquira, H. M. (2020). *Optimización del mecanismo de transporte de lana para evitar el enredo de la fibra en el proceso de lavado*.
- Condori, P. (2020). *Universo, población y muestra*.
- Cruz, A. (2020). *Procesos de elaboración de detergente ecológicos a base de productos naturales*.
- Cucas, V. (2019). *Evaluación del proceso de lavado reductivo convencional vs el lavado reductivo alternativo de la tintura en tejidos de pes 100% con colorantes dispersos*.
- Estrella, M. (2021). *Elaboración de un jabón líquido a base de saponinas de quinua (Chenopodium quinoa Willd)*.
- Fernandini, K. (2022). *Campaña de lanzamiento para la marca de detergente Novapods*.
- Figuroa, G. A., Casimiro Rodríguez, M. G., Del Carmen, N., Perera, C., Carrillo, N. J. H., Leal Sánchez, Y. G., & Sánchez, J. J. (2017). *Comparación de la solidez del color de fibras teñidas con colorantes naturales contra colorantes sintéticos. volumen 16*. www.jovenesenlaciencia.ugto.mx
- Gustavo, J., & Medina-saavedra, L. (2018). Evaluación de la solidez del color en el teñido de lana y algodón con extracto de cáscara de cacao Evaluation of the color fastness in the dyeing of wool and cotton with cocoa shell extract. In *Artículo Revista de Simulación y Laboratorio Septiembre* (Vol. 5). www.ecorfan.org/bolivia
- Huanacuni, E. (2021). *Mejoramiento de calidad de aguas grises provenientes de lavado de ropa con detergentes aplicando materiales filtrantes con y sin energía fotovoltaica en el distrito de pocollay (fundo sobraya)*.
- Indecopi. (2021). *Artesanías de textil plano en telar tapices artesanales*.
- López, M., & Espinoza, E. (2016). The contribution of the type of detergent to domestic laundry graywater composition and its effect on treatment performance. *Water (Switzerland)*, 8(5). <https://doi.org/10.3390/w8050214>

- Neimaur, K. (2021). *Color de la lana limpia importancia en el proceso de tinción, factores climáticos que lo afectan y estimación de parámetros genéticos en ovinos de la raza corriedale.*
- Palacios, C., Guillén, M., & Siddons, D. (2021). Evaluación de la solidez del color en tejidos de lana y alpaca tinturados con biocolorantes extraídos de plantas y animales. *Siembra*. <https://doi.org/10.29166/siembra.v8i2.2917>
- Pascual, R. M. G. (2019). Lana sucia, lana lavada. Los lavaderos de lana y sus propietarios en la España de la edad moderna (ss. XVI-XIX): Un estado de la cuestión. In *Investigaciones Historicas* (Issue 39, pp. 209–256). Universidad de Valladolid. <https://doi.org/10.24197/ihemc.39.2019.209-256>
- Ponce, L. (2019). *Automatización de la etapa de lavado de fibras naturales en la industria textil.*
- Portella, S. (2019). *Revalorización de la lana de oveja autóctona de tierra del fuego.*
- Quispe, J. (2020). Determinación de la Eficiencia en la Gestión de Residuos Sólidos en las Municipalidades Distritales de la Región de Puno - Perú. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 2, 473–509. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v4i2.93
- Requena, J., & Zaravia, W. (2019). *Rendimiento al lavado de la fibra clasificada de alpaca huacaya (Vicugna pacos).*
- Sanchez, M. (2020). *Obtención de tonalidades azules a partir de la experimentación en el tinturado natural de lana de oveja y fibra de alpaca.*
- Santos, C., Dayenoff, P., Parraguez, V., & ALEPRyCS. (2019). *Ovejas, cabras y camélidos en Latinoamérica: Producción, salud y comercialización.*
- Sierra y selva exportadora. (n.d.). *Informe de Mercado de lana de Oveja.*
- Solis, M. (2022). *Evaluación de las características fenotípicas de la lana de ovinos criollos (ovis aries) de la región Pasco.*
- Sucasaca, A., & Guevara, E. (2020). Efectos del colorante natural in fluorescencia de colli (Buddleja Coriacea) en la solidez de color de teñido de fibras de alpaca. *Revista de Innovación y Transferencia Productiva - RITP.*
- Suntasig, M. (2020). *Evaluación de parámetros de calidad de la lana de oveja 4M (marin maguellan merino) en el núcleo genético de Yanahurco en el Canton Saquisili provincia de Cotopaxi.*
- Vargas, K., Bernal Jacome, L. A., & Flores-Ramírez, R. (2020). *¿Por qué contaminan los detergentes?* <https://www.researchgate.net/publication/344407640>
- Vidal, V., & Zorrilla, N. (2020). *Efectos de un detergente anionico con un detergente ecológico sobre los parámetros fisico-quimicos del agua del rio Shullcas-Huancayo-2020.*

Anexo 3. Operacionalización de variables

VARIABLES	DIMENSIONES	SUB DIMENSIONES	INDICADORES	VALOR	TIPO DE VARIABLE	TECNICAS E INSTRUMENTOS
Detergentes convencionales	Tipo de detergente	- Marca del detergente.	- Detergentes líquidos - Detergentes sólidos - Jabones - Cloros.		Variable independiente	- Encuestas. - Propaganda
	Composición química	- Componentes químicos de fabricación.	- Tensioactivos o surfactantes. - Potenciadores o constructores. - Enzimas. - Blanqueadores. - Perfumes. - Relleno. - Abrillantadores ópticos.			- Componentes químicos - pH metro
	Alcalinidad	- pH	- Amonio - Hidróxido de sodio			
Solidez del color	Pruebas de solidez al frote	- Tela testigo - Escala de grises transferencia de color.	- Haciendo uso del abrasimetro. - Usando un testigo de color blanco. - Frotación del teñido. - En seco.		Variable dependiente	5 – 4.5 = Muy Buena 4– 3.4 = Bueno 3 = Suficiente 2.3 – 2 = Regular 1.2 – 1 = Escasa
	Pruebas de solidez al lavado	- Tela testigo - Escala de grises de trasferencia de color.	- Haciendo uso del Gyrowash. - Haciendo uso del lavado artesanal. - Haciendo uso de la lavadora industrial. - Usando auxiliares en el lavado. - Usamos las escalas de grises.			5 – 4.5 = Muy Buena 4– 3.4 = Bueno 3 = Suficiente 2.3 – 2 = Regular 1.2 – 1 = Escasa
	Pruebas de solidez a la luz	- Escala de grises de cambio de color	- Hacemos uso del analizador de luz en el teñido. - Lo hacemos en seco. - Usamos la luz como la fuente del análisis.			5 – 4.5 = Muy Buena 4– 3.4 = Bueno 3 = Suficiente 2.3 – 2 = Regular 1.2 – 1 = Escasa

Anexo 4. Matriz de consistencia

PROBLEMA	HIPOTESIS	OBJETIVOS	VARIABLES	DIMENSIONES	SUB DIMENSIONES	INDICADORES	VALOR	TIPO DE VARIABLE	TECNICAS E INSTRUMENTOS
¿Cuáles son los efectos de los detergentes convencionales en la solidez de color en las prendas lavadas de lana de ovino?	Los detergentes convencionales tienen efectos significativos en la solidez de color en las prendas lavadas de lana de ovino – Juliaca 2023.	Determinar los efectos de los detergentes convencionales de la solidez de color en las prendas lavadas de lana de ovino - Juliaca	Detergentes convencionales	Tipo de detergente	- Marca de detergente.	- Detergentes líquidos - Detergentes solidos - Jabones		Variable independiente	- Encuestas. - Propaganda
				Composición química	- Componentes químicos de fabricación.	- Tensioactivos o surfactantes. - Potenciadores - Enzimas. - Blanqueadores. - Perfumes. - Abrillantadores ópticos.			- Componentes químicos
				Alcalinidad	- pH	- Amonio - Hidróxido de sodio			- pH metro
¿Qué efectos significativos tiene el nivel de PH de los detergentes convencionales en la solidez de color en las prendas lavadas de lana de ovino?	El nivel de PH de los detergentes convencionales tienen efectos significativos en la solidez de color en las prendas lavadas de lana de ovino – Juliaca 2023.	Analizar los efectos significativos del nivel de PH de los detergentes convencionales de la solidez de color en las prendas lavadas de lana de ovino - Juliaca 2023.	Solidez del color	Pruebas de solidez al frote	- Tela testigo - Escala de grises transferencia de color.	- Haciendo uso del abrasímetro. - Usando un testigo de color blanco. - Frotación del teñido. - En seco.		Variable dependiente	5 – 4.5 = Muy Buena 4– 3.4 = Bueno 3 = Suficiente 2.3 – 2 = Regular 1.2 – 1 = Escasa
¿Qué efectos significativos presentan en la calidad y presentación final de las prendas lavadas de lana de ovino?	Los detergentes convencionales tienen efectos significativos en la calidad y presentación final en el color de las prendas lavadas de lana de ovino – Juliaca 2023	Analizar los efectos de los detergentes convencionales de la calidad y presentación final en el color en las prendas lavadas de lana de ovino – Juliaca 2023		Pruebas de solidez al lavado	- Tela testigo - Escala de grises de transferencia de color.	- Haciendo uso del Gyrowash. - Haciendo uso del lavado artesanal. - Haciendo uso de la lavadora industrial. - Usando auxiliares en el lavado.			5 – 4.5 = Muy Buena 4– 3.4 = Bueno 3 = Suficiente 2.3 – 2 = Regular 1.2 – 1 = Escasa
				Pruebas de solidez a la luz	- Escala de grises de cambio de color	- Hacemos uso del analizador de luz en el teñido. - Lo hacemos en seco. - Usamos la luz como la fuente del análisis.			5 – 4.5 = Muy Buena 4– 3.4 = Bueno 3 = Suficiente 2.3 – 2 = Regular 1.2 – 1 = Escasa

Anexo 5. Ficha de registro de datos de la prueba de solidez al lavado.

FICHA DE REGISTRO DE DATOS DE LA PRUEBA DE SOLIDEZ AL LAVADO													
Medidas según la escala de grises de trasferencia de color.													
DETERGENTE	COLOR DE MUESTRA DE PRENDA DE LANA	CONCENTRACIÓN DE DETERGENTE.											
		0.05 gr/ml				0.10 gr/ml				0.20 gr/ml			
		M1	M2	M3	M4	M1	M2	M3	M4	M1	M2	M3	M4
OPAL	Color teñido con tinte lanaset amarillo	4	4	3.4	4	3.4	3	3.4	3	2.3	3	3	3
PATITO		3	3	3.4	3.4	2.3	3	3	3	2.3	2.3	3	3
TROME		4	3.4	3.4	4	3.4	3.4	3.4	3.4	2.3	3	3	3
ACE		4	4	3.4	4	3.4	3.4	3	3	3	3	2.3	3
DOFFI		3.4	3.4	3.4	3.4	3	3	3.4	4	3	3	3	3
OPAL	Color teñido con tinte lanaset rojo	3	3	3	3.4	3	3	3.4	3	2.3	2.3	2.3	3
PATITO		3.4	4	4	3.4	3.4	3	3	3	3.4	3	3.4	3.4
TROME		3	3	3	3	2	2.3	2.3	2	2.3	2.3	2.3	3
ACE		3	3.4	3.4	3.4	3	3	3	3	2.3	3	3	3
DOFFI		3	3	3	3	3	3	3	2.3	3	3	3	3.4
OPAL	Color teñido natural maíz morado	4.5	4	4.5	4.5	4.5	4.5	4	4.5	3	3.4	3.4	3.4
PATITO		4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	3	3.4	3.4	3
TROME		4.5	4.5	4.5	4	4	4.5	4.5	4.5	4	4.5	4	4
ACE		4	4	4	4.5	4	4	4	4	3.4	3.4	4	4
DOFFI		4.5	4.5	4.5	4.5	4	4	4	4	4	4	4	3.4

Medidas de escala de grises
(Grado de perdida y cambio de color)

5 – 4.5 = Muy Buena 4– 3.4 = Bueno 3 = Suficiente 2.3 – 2 = Regular 1.2 – 1 = Escasa

Anexo 6. Ficha de registro de datos de la prueba de solidez al frote

FICHA DE REGISTRO DE DATOS DE LA PRUEBA DE SOLIDEZ AL FROTE													
Medidas según la escala de grises de trasferencia de color.													
DETERGENTE	COLOR DE MUESTRA DE PRENDA DE LANA	CONCENTRACIÓN DE DETERGENTE.											
		0.05 gr/ml				0.10 gr/ml				0.20 gr/ml			
		M1	M2	M3	M4	M1	M2	M3	M4	M1	M2	M3	M4
OPAL	Color teñido con tinte lanaset amarillo	4.5	4.5	4.5	4.5	3.4	4	4	4	4	4	4.5	4.5
PATITO		4.5	5	5	5	3.4	4	3.4	4	4.5	4.5	4.5	5
TROME		5	4.5	5	4.5	3.4	4	4	4	4.5	4.5	5	4.5
ACE		4.5	4.5	4.5	5	4	4	3.4	3.4	4.5	4.5	4.5	4
DOFFI		4.5	4.5	4.5	4.5	3.4	3.4	3.4	3.4	4	3.4	4	4
OPAL	Color teñido con tinte lanaset rojo	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4	4.5	3.4	4	3.4	3
PATITO		4.5	4.5	5	4.5	4.5	5	4.5	5	3.4	3.4	3.4	3.4
TROME		4.5	4.5	4.5	5	4.5	4.5	4.5	4.5	3.4	4	4	3.4
ACE		4.5	5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	3	3	3.4	3.4
DOFFI		4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4	4.5	4.5	3.4	3.4	4	4
OPAL	Color teñido natural maíz morado	4.5	4.5	5	5	5	5	5	5	4.5	4.5	4.5	4.5
PATITO		5	4.5	4.5	5	5	5	5	5	5	4.5	4.5	4.5
TROME		4.5	5	5	5	5	5	5	5	5	4.5	5	4.5
ACE		5	5	5	5	4.5	5	5	5	4.5	4.5	5	5
DOFFI		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Medidas de escala de grises (Grado de perdida y cambio de color) 5 – 4.5 = Muy Buena 4– 3.4 = Bueno 3 = Suficiente 2.3 – 2 = Regular 1.2 – 1 = Escasa													

Anexo 7. Ficha de registro de datos de la prueba de solidez a la luz.

FICHA DE REGISTRO DE DATOS DE LA PRUEBA DE SOLIDEZ A LA LUZ													
Medidas según la escala de grises de trasferencia de color.													
DETERGENTE	COLOR DE MUESTRA DE PRENDA DE LANA	CONCENTRACIÓN DE DETERGENTE.											
		0.05 gr/ml				0.10 gr/ml				0.20 gr/ml			
		M1	M2	M3	M4	M1	M2	M3	M4	M1	M2	M3	M4
OPAL	Color teñido con tinte lanaset amarillo	5	5	5	5	4.5	4.5	5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
PATITO		5	5	5	5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
TROME		5	5	5	5	4.5	5	5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
ACE		5	5	5	5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4	4.5
DOFFI		5	5	5	5	4.5	4.5	4.5	5	4.5	4.5	4.5	4.5
OPAL	Color teñido con tinte lanaset rojo	5	5	5	5	4.5	4.5	5	4.5	4.5	4	4.5	4.5
PATITO		5	5	5	5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4	4	4.5
TROME		5	5	5	5	4.5	5	5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
ACE		5	5	5	5	4.5	4.5	4.5	4.5	4	4	4	4
DOFFI		5	5	5	5	4	4.5	4	4	4	4.5	4	4
OPAL	Color teñido natural maíz morado	5	5	5	5	5	5	4.5	5	4.5	4.5	4	4.5
PATITO		5	5	5	5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4	4.5	4
TROME		5	5	5	5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4	4	4.5
ACE		5	5	5	5	4.5	5	4.5	4.5	4	4	4	4
DOFFI		5	5	5	5	5	5	5	5	4	4.5	4.5	4.5
Medidas de escala de grises (Grado de perdida y cambio de color) 5 – 4.5 = Muy Buena 4– 3.4 = Bueno 3 = Suficiente 2.3 – 2 = Regular 1.2 – 1 = Escasa													

Anexo 8. Ficha de registro de datos de la prueba de solidez a la luz solar.

FICHA DE REGISTRO DE DATOS DE LA PRUEBA DE SOLIDEZ A LA LUZ SOLAR													
Medidas según la escala de grises de trasferencia de color.													
DETERGENTE	COLOR DE MUESTRA DE PRENDA DE LANA	CONCENTRACIÓN DE DETERGENTE.											
		0.05 gr/ml				0.10 gr/ml				0.20 gr/ml			
		M1	M2	M3	M4	M1	M2	M3	M4	M1	M2	M3	M4
OPAL	Color teñido con tinte lanaset amarillo	5	5	5	5	4.5	5	5	4.5	4.5	4.5	4	4.5
PATITO		5	5	5	5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
TROME		5	5	5	5	5	4.5	5	5	4.5	4.5	4.5	4.5
ACE		5	4.5	5	5	4.5	5	4.5	4.5	4.5	4.5	4	4.5
DOFFI		5	5	5	5	4.5	4.5	4.5	5	4.5	4.5	4.5	4.5
OPAL	Color teñido con tinte lanaset rojo	5	5	5	5	4.5	4.5	4.5	4.5	4	4	3.4	4
PATITO		5	5	5	5	4.5	4.5	4.5	4.5	4	4	4	4
TROME		5	5	5	5	4.5	4.5	4	4.5	3.4	3.4	3.4	3.4
ACE		5	5	5	5	4	4.5	4	4	3.4	3.4	3.4	3.4
DOFFI		5	5	5	5	4.5	4.5	4	4.5	3.4	4	3.4	3.4
OPAL	Color teñido natural maíz morado	4	4.5	4	4.5	4	4	4	4	3	3	3	3
PATITO		4.5	4.5	4.5	4	3.4	3	3	3.4	2.3	3	2.3	3
TROME		4	4	4	4.5	3.4	3.4	4	4	3	3	3.4	3
ACE		4.5	4.5	4	4	3.4	4	3.4	3.4	2.3	3	3	2.3
DOFFI		4	4	4	4	4	4.5	4	4	3	3	3	3
Medidas de escala de grises (Grado de pérdida y cambio de color) 5 – 4.5 = Muy Buena 4– 3.4 = Bueno 3 = Suficiente 2.3 – 2 = Regular 1.2 – 1 = Escasa													

Anexo 9. Abrasimetro para solidez al frote.



Anexo 10. Balanza analítica



Anexo 11. Maquina Gyrowash para solidez al lavado



Anexo 12. pH metro para medir el pH



Anexo 13. Muestras de detergentes usados en la investigación



Anexo 14. Camara Xenoterm para la solidez a la luz



Anexo 15. Medida del pH en las muestras de detergente.



Anexo 16. Muestras de detergentes para la medición del nivel de pH



Anexo 17. Muestras para realizar el lavado y su solidez.



Anexo 18. Escala de grises de cambio de color y transferencia de color.



