

**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
UNIDAD DE POSTGRADO**



**“APLICACIÓN DE UN PROCESO DE CURTIDO DE PIELES BOVINAS SIN
CROMO UTILIZANDO OXAZOLIDINA EN COMBINACIÓN CON
CAELSALPINIA SPINOSA (TARA)”**

**Tesis para obtener el grado de
DOCTOR EN INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**AUTOR
CESAR ARTURO PUENTE GUIJARRO**

**LIMA – PERÚ
2018**



UNIVERSIDAD NACIONAL
MAYOR DE SAN MARCOS
Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA
UNIDAD DE POSGRADO

ACTA DE SUSTENTACIÓN N° 05-UPG-FII-2018

SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO
DE DOCTOR EN INGENIERIA INDUSTRIAL

En la ciudad de Lima, del día veintidós del mes de marzo del dos mil dieciocho, siendo las once horas, en acto público se instaló el Jurado Examinador para la Sustentación de la Tesis titulada: "APLICACIÓN DE UN PROCESO DE CURTIDO DE PIELES BOVINAS SIN CROMO UTILIZANDO OXAZOLIDINA EN COMBINACIÓN CON CAELSALPINIA SPINOSA (TARA)", para optar el Grado Académico de Doctor en Ingeniería Industrial.

Luego de la exposición y absueltas las preguntas del Jurado Examinador se procedió a la calificación individual y secreta, habiendo sido APROBADO con la calificación de DIECISIETE (MUY BUENO)

El Jurado recomienda que la Facultad acuerde el otorgamiento del Grado Académico de Doctor en Ingeniería Industrial, al **Mg. PUENTE GUIJARRO CÉSAR ARTURO**.

En señal de conformidad, siendo las 13:00 horas se suscribe la presente acta en cuatro ejemplares, dándose por concluido el acto.

Dr. CEVALLOS AMPUERO, JUAN MANUEL
Presidente

Dr. WONG CABANILLAS, FRANCISCO JAVIER
Miembro

Dr. TINOCO GÓMEZ, OSCAR RAFAEL
Miembro

Dr. CHUNG PINZÁS, ALFONSO RAMÓN
Miembro

Dr. SANTOS DE LA CRUZ, EULOGIO GUILLERMO
Aseñor

DEDICATORIA

Dios al crear cosas maravillosas, naturaleza que admirar, seres especiales que comparten cada paso de la vida con dificultades y triunfos que hacen un reto diario de mejorar a los entes por conseguir un mundo mejor. Dedico la presente tesis doctoral a las siguientes personas:

A mi esposa Alicia quien con su apoyo fundamental y su constante entrega me ayudo a conseguir las metas planteadas, además a mis hijas Natalia, Andrea y Salomé quien fungieron como inspiración para sacar fuerzas y no renunciar en el largo camino ya que representaron la luz para los días oscuros.

A mis padres quienes desde que era niño cumplieron el rol fundamental de guías y maestros, me otorgaron los valores y me enseñaron que en la vida todo con sacrificio se logra.

Al sector curtidor del Ecuador, y espero que los conocimientos que se abordan en el presente puedan servir a ustedes como guía en su aplicación y generación de empleo ya que con esto mis objetivos se verán cumplidos, siempre he pensado que el ayudar con mis conocimientos a la sociedad es un regalo que Dios otorga a las personas que no se rinden.

Existe personas que muchas veces en la vida de un ser humano que ayudan con un empuje inmensurable, lo hacen sin necesidad de hacer notar su valioso aporte y cariño gracias por todo lo bello que eso significa para mí.

Ing. César Puente G. Mg.
Doctorante

AGRADECIMIENTO

A Dios, quien es la guía de todos mis proyectos, me encomiendo a él y le agradezco por la vida que me ha dado y por permitirme llegar al lugar de donde estoy.

Quiero agradecer a la Universidad Nacional Mayor San Marcos de Lima, quienes me abrieron las puertas y me permitieron aprender de manera humana como la ciencia se aplica, un infinito Dios le pague.

Después a los docentes del programa doctoral de la Facultad de Ingeniería Industrial e especialmente al Doctor Eulogio Santos por su tiempo, dedicación a transmitir su experiencia y conocimientos como un aporte significativo al trabajo.

A las personas que depositaron en mí la confianza y en el transcurso de estos años me dedicaron su tiempo y con su experiencia y conocimientos me forjaron para hoy poder culminar mis estudios doctorales

También quiero agradecer a todas las Instituciones que de una u otra forma me han apoyado a lo largo de este difícil camino y que mis conocimientos puedan ser de ayuda al desarrollo de mi país de mi provincia y de mi ciudad.

Muchas gracias

Ing. César Puente G. Mg.

CONTENIDO

PORTADA	i
ACTA DE SUSTENTACION	ii.
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiv
RESUMEN.....	xvii
SUMMARY.....	xviii
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Situación Problemática.....	2
1.2. Formulación del Problema.....	6
1.2.1. Problema General.....	7
1.2.2. Problemas Específicos	7
1.3. Justificación teórica	8
1.4. Justificación práctica	10
1.5. Objetivos	11
1.5.1. Objetivo General.....	12
1.5.2. Objetivos Específicos.....	12
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	13
2.1. Marco filosófico o epistemológico de la investigación	14
2.1.1. Marco filosófico gráfico	14
2.1.2. Marco epistemológico	16
2.2. Antecedentes de la investigación	18
2.2.1. Antecedentes del contexto.....	18
2.2.2. Antecedentes externos al contexto	23
2.3. Bases teóricas	28
2.3.1. Generalidades de la curtición	31
2.3.2. Materia prima para el proceso de curtición. La piel animal	32
2.4. Proceso de curtición	37
2.4.1. La conservación de la piel en bruto	37
2.4.2. El remojo.....	37

	vi
2.4.3. El pelambre.....	38
2.4.4. Calero	38
2.4.5. Descarnado	39
2.4.6. Dividido	39
2.4.7. Purga enzimática	39
2.4.8. Desengrase	40
2.4.9. Píquel.....	40
2.4.10. Curtido	41
2.4.11. Proceso de curtición	42
2.4.12. Acabado.....	43
2.4.13. Tara	43
2.4.14. Oxazolidina	49
2.4.15. Tratamiento con aldehídos entre del curtido.....	51
2.5. Calidad del cuero.....	53
2.5.1. Requisitos de calidad de las pieles crudas de bovino.....	54
2.5.2. Ensayos físicos del cuero	59
CAPITULO III. METODOLOGÍA	64
3.1. Hipótesis.....	64
3.1.1. Hipótesis general:	66
3.1.2. Hipótesis específicas:	66
3.2. Identificación de variables	67
3.3. Operacionalización de las variables	67
3.4. Matriz de consistencia	70
3.5. Tipo y Diseño de Investigación.....	71
3.5.1. Diseño de la investigación	71
3.6. Unidades de análisis	76
3.7. Población.....	77
3.8. Muestra	77
3.9. Técnicas de recolección de datos	77
3.10. Técnicas de Análisis de datos	77
3.11. Procedimiento experimental	78
3.11.1. Diagrama de flujo del proceso de curtido empleado	79
3.11.2. Remojo	81
3.11.3. Pelambre	81

	vii
3.11.4. Calero	81
3.11.5. Descarnado y Dividido	82
3.11.6. Desencalado	83
3.11.7. Rendido y piqueldo	84
3.11.8. Curtido inorgánico y orgánico	85
3.11.9. Pre-engrase	85
3.11.10. Neutralización-Teñido-Engrase	88
3.11.11. Remojo y neutralizado	88
3.11.12. Recurtido, Teñido Engrase y fijación	88
3.11.13. Acabado en seco (Cerato)	90
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	92
4.1. Primera Fase	92
4.1.1. Evaluación de las calificaciones físico mecánicas de los cueros vacunos curtidos con diferentes niveles (5, 6 y 7%), de cromo.....	92
4.1.2. Evaluación de las calificaciones sensoriales del cuero vacuno curtido con diferentes niveles de cromo.....	101
4.1.3. Comportamiento funcional del cuero	108
4.1.4. Evaluación Económica.....	112
4.1.5. Resumen Primera Fase	113
4.2. Segunda Fase	114
4.2.1. Evaluación de las resistencias físico – mecánicas de los cueros vacunos curtidos con 5% de oxazolidina más diferentes niveles (12, 15 y 18%), de tara.....	114
4.2.2. Evaluación de las calificaciones sensoriales de los cueros vacunos curtidos con 5% de oxazolidina más diferentes niveles (12, 15 y 18%), de tara	123
4.2.3. Comportamiento del cuero en la confección de artículos de marroquinería.....	132
4.2.4. Evaluación Económica.....	136
4.2.5. Resumen Segunda Fase	138
4.3. Tercera Fase	139
4.3.1. Comparación de las resistencias físicas de los cueros vacunos curtidos con 7% de cromo versus la curtición con 18% de tara en combinación con 5% de oxazolidina	139

4.3.2. Evaluación de las calificaciones sensoriales de las pieles vacunas curtidas con cromo versus la curtición con diferentes niveles de tara en combinación con 5% de oxazolidina.	147
4.3.3. Evaluación de las características funcionales del cuero para la confección de portafolios	154
4.3.4. Evaluación Económica tercera fase.....	155
4.3.5. Resumen Tercer Fase	157
4.4. Comprobación de Hipótesis	158
4.4.1. Hipótesis general	158
4.4.2. Hipótesis Específicas.....	159
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	164
5.1. Conclusiones Generales	164
5.2. Recomendaciones Generales	165
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	167
ANEXOS.....	171

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Propuesta de formulación para la curtición con oxazolidina pura. .	26
Tabla 2: Identificación de la especie <i>Caelsalpinia spinosa</i> (tara).....	27
Tabla 3: Identificación de la especie <i>Caelsalpinia spinosa</i> (tara).....	44
Tabla 4: Composición porcentual de taninos de la harina de tara (<i>Caelsalpinia spinosa</i>).	49
Tabla 5: Criterios para la clasificación de las pieles según la calidad.....	54
Tabla 6: Criterios para la determinación de las unidades de muestreo	57
Tabla 7. Operacionalización de Variables.....	69
Tabla 8. Aplicación de un proceso de curtido de pieles bovinas sin cromo utilizando Oxazolidina en combinación con <i>Caelsalpinia spinosa</i> (tara)	70
Tabla 9: Esquema del experimento.	73
Tabla 10: Esquema del ADEVA	73
Tabla 11: Esquema del experimento	75
Tabla 12: Esquema del ADEVA	76
Tabla 13: Detalle del proceso de pelambre aplicado a las pieles bovinas pieles bovinas que serán tratadas con cromo y las tratadas con tara + 5 % de oxazolidina.	83
Tabla 14: Detalle del proceso de curtición aplicado a las pieles bovinas que fueron tratadas con cromo (5, 6, 7%).....	86
Tabla 15: Detalle del proceso de pelambre aplicado a las pieles bovinas que fueron tratadas con tara (12, 15, 18%), más 5% de Oxazolidina.	87
Tabla 16: Detalle del proceso de neutralización, teñido y engrase de las pieles bovinas que fueron tratadas con cromo y las tratadas con tara + 5 % de oxazolidina	89
Tabla 17: Detalle del proceso de acabado cerato (Cera), de las pieles bovinas que fueron tratadas con cromo y con tara + 5 % de Oxazolidina.....	91
Tabla 18: Resumen de los resultados del análisis físico mecánico del cuero primera fase	92
Tabla 19: ANOVA o prueba de homogeneidad y prueba de Tukey para resistencia a la tracción.	93
Tabla 20. Prueba de normalidad de residuos y homogeneidad de varianza, para la resistencia a la tensión.....	94

Tabla 21: ANOVA o prueba de homogeneidad y prueba de Tukey para porcentaje de elongación.....	95
Tabla 22. Prueba de normalidad de residuos y homogeneidad de varianza, para el porcentaje de elongación.....	96
Tabla 23: ANOVA para resistencia al desgarro	96
Tabla 24. Prueba de normalidad de residuos y homogeneidad de varianza, para la resistencia a la tracción.....	97
Tabla 25: Evaluación de las calificaciones físicas de los cueros vacunos curtidos con diferentes niveles (5,6 y 7%), de cromo. (Primera fase)	98
Tabla 26: Criterio técnico de la evaluación de las calificaciones físicas de los cueros vacunos curtidos con diferentes niveles (5,6 y 7%), de cromo. (Primera fase).....	99
Tabla 27: Resumen de los resultados de los análisis sensoriales del cuero primera fase	101
Tabla 28: ANOVA para llenura.....	102
Tabla 29. Prueba de normalidad de residuos y homogeneidad de varianza, para la llenura	103
Tabla 30: Anova para finura de flor.....	103
Tabla 31. Prueba de normalidad de residuos y homogeneidad de varianza, para la finura de flor.	104
Tabla 32: ANOVA para redondez	105
Tabla 33. Prueba de normalidad de residuos y homogeneidad de varianza, para la redondez.....	106
Tabla 34: Criterio técnico de la evaluación de las calificaciones sensoriales de los cueros vacunos curtidos con diferentes niveles (5,6 y 7%), de cromo. (Primera fase)	107
Tabla 35: Resumen de los resultados de los análisis del comportamiento funcional del cuero primera fase	108
Tabla 36. ANOVA de la calificación de respunte.....	109
Tabla 37. Prueba de normalidad de residuos y homogeneidad de varianza, para la resistencia al respunte del artículo confeccionado.....	110
Tabla 38. ANOVA de la calificación de respunte.....	111
Tabla 39. Prueba de normalidad de residuos y homogeneidad de varianza, para la resistencia al corte del artículo confeccionado.....	111

Tabla 40: Evaluación económica primera fase	112
Tabla 41: Resumen de los análisis físicos mecánicos del cuero segunda fase.	114
Tabla 42: Anova para resistencia a la tracción.	115
Tabla 43. Prueba de normalidad de residuos y homogeneidad de varianza, para la resistencia a la tracción.....	116
Tabla 44: Anova para porcentaje de elongación.....	117
Tabla 45. Prueba de normalidad de residuos y homogeneidad de varianza, para el porcentaje de elongación.....	118
Tabla 46: Anova para la resistencia al desgarro	118
Tabla 47: Evaluación de las resistencias físicas de los cueros vacunos curtidos con 5% de oxazolidina mas diferentes niveles (12, 15 y 18%), de tara ...	120
Tabla 48: Descripción técnica de la evaluación de las resistencias físicas de los cueros vacunos curtidos con 5% de oxazilidina más diferentes niveles (12, 15 y 18%), de tara.....	121
Tabla 49. Prueba de normalidad de residuos y homogeneidad de varianza, para la resistencia al desgarro.....	123
Tabla 50: Resumen de los resultados de los análisis sensoriales del cuero segunda fase	124
Tabla 51: Anova de Llenura.....	125
Tabla 52. Prueba de normalidad de residuos y homogeneidad de varianza, para la llenura	126
Tabla 53: ANOVA de Finura de Flor	126
Tabla 54. Prueba de normalidad de residuos y homogeneidad de varianza, para la finura de flor	127
Tabla 55. Prueba de normalidad de residuos y homogeneidad de varianza, para la redondez.....	129
Tabla 56: Criterio técnico de la evaluación de las calificaciones sensoriales de los cueros vacunos curtidos con 5% de Oxazolidina más diferentes niveles (12, 15 y 18%), de tara.	131
Tabla 57: Resumen delos resultados de los análisis del comportamiento funcional del cuero segunda fase	132
Tabla 58: Anova de Pespunte.....	133
Tabla 59: Anova de Corte	135

	xii
Tabla 60: Costos de la investigación	137
Tabla 61: Análisis físicos del cuero tercera fase	139
Tabla 62: Evaluación de las resistencias físicas de las pieles vacunas curtidas con cromo versus la curtición con diferentes niveles de tara en combinación con 5% de oxazolidina.	141
Tabla 63: Evaluación de las calificaciones sensoriales de las pieles vacunas curtidas con cromo versus la curtición con diferentes niveles de tara en combinación con 5% de oxazolidina	148
Tabla 64: Costos de la investigación	156
Tabla 65: Características físicas de los cueros de bovinos	159
Tabla 66: Calidad física y sensorial del curtido de pieles bovinas	160
Tabla 67: Calidad del análisis físico y calificación sensorial del curtido de pieles bovinas	162

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema del proceso para el desarrollo del marco teórico.	14
Figura 2. Mapa conceptual del índice global para la estructuración del marco teórico.	30
Figura 3. Esquema de la división sectorial de la piel fresca.	33
Figura 4. Ilustración de una planta de <i>Caesalpinia spinosa</i>	44
Figura 5. Reticulación del colágeno por la acción de la Oxazolidina.	50
Figura 6. Esquema referencial para la determinación de la zona de la toma de muestra en un cuero completo.	59
Figura 7. Esquema del sacabocados para la toma de la probeta.	60
Figura 8. Esquema de lastómetro en la valoración de la resistencia a la distensión.	63
Figura 14. Resistencia a la tracción de los cueros vacunos curtidos con cromo versus la curtición con diferentes niveles de tara en combinación con 5% de oxazolidina.	142
Figura 15. Porcentaje de elongación de los cueros vacunos curtidos con cromo versus la curtición con diferentes niveles de tara en combinación con 5% de oxazolidina.	145
Figura 16. Resistencia al desgarrar de los cueros vacunos curtidos con cromo versus la curtición con diferentes niveles de tara en combinación con 5% de oxazolidina.	146
Figura 17. Llenura de los cueros vacunos curtidos con cromo versus la curtición con diferentes niveles de tara en combinación con 5% de oxazolidina.	149
Figura 18. Redondez de los cueros vacunos curtidos con cromo versus la curtición con diferentes niveles de tara en combinación con 5% de oxazolidina.	151
Figura 19. Finura de flor de los cueros vacunos curtidos con cromo versus la curtición con diferentes niveles de tara en combinación con 5% de oxazolidina.	153

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Ubicación satelital de la Tenería “El Alce”	171
Anexo 2 Análisis sensoriales primera fase	172
Anexo 3 Análisis sensorial segunda fase.....	175
Anexo 4 Resultados de los análisis físicos del cuero vacuno curtido con diferentes niveles de Caelsalpinia spinosa más 5% de oxazolidina.....	178
Anexo 5. Hoja Técnica: Resistencia a la tracción - tratamiento 1.	179
Anexo 6. Hoja técnica: Resistencia a la tracción -tratamiento 2.	180
Anexo 7 Hoja técnica: Resistencia a la tracción - tratamiento 3	180
Anexo 8 Hoja técnica: Resistencia a la elongación - tratamiento 1.....	181
Anexo 9 Hoja técnica: Resistencia a la elongación - tratamiento 2.....	182
Anexo 10 Hoja técnica: Resistencia a la elongación - tratamiento 3.....	182
Anexo 11 Hoja técnica: Resistencia al desgarro - tratamiento 1.....	183
Anexo 12 Hoja técnica: Resistencia al desgarro - tratamiento 2.....	183
Anexo 13. Hoja técnica. Resistencia al desgarro - tratamiento 3.....	184
Anexo 14 Hoja técnica. Temperatura de encogimiento.	184
Anexo 15. Hoja técnica: Cuero curtido al cromo.....	185
Anexo 16 Formulaciones del proceso para la obtención cuero vacuno.	186
Anexo 17 Calificación artesanal del juez que califica los artículos confeccionados.....	191
Anexo 18 Caracterización de la tara.	192
Anexo 19 Hoja técnica de la oxazolidina.	193
Anexo 20 Resultado de los análisis de aguas residuales del curtido.....	194
Anexo 21. Extracción de la Tara.....	198
Anexo 22. Resistencia a la tensión de las pieles curtidas por efecto de la curtición con diferentes niveles de cromo (7, 8 y 9%), primera fase de investigación	205
Anexo 23. Porcentaje de Elongación de las pieles curtidas por efecto de la curtición con diferentes niveles de cromo (7, 8 y 7%), primera fase de investigación	206
Anexo 24. Resistencia al desgarro de las pieles curtidas por efecto de la curtición con diferentes niveles de cromo (7, 8 y 7%), primera fase de investigación	207

Anexo 25. Llenura de las pieles curtidas por efecto de la curtición con diferentes niveles de cromo (7, 8 y 7%), primera fase de investigación	208
Anexo 26. Finura de flor de las pieles curtidas por efecto de la curtición con diferentes niveles de cromo (7, 8 y 7%), primera fase de investigación	209
Anexo 27. Redondez de las pieles curtidas por efecto de la curtición con diferentes niveles de cromo (7, 8 y 7%), primera fase de investigación	210
Anexo 28. Resistencia a la tracción de las pieles curtidas por efecto de la curtición con diferentes niveles de Tara (12, 15 y 18%), segunda fase de investigación	211
Anexo 29. Porcentaje de Elongación de las pieles curtidas por efecto de la curtición con diferentes niveles de Tara (12, 15 y 18%), segunda fase de investigación	212
Anexo 30. Resistencia al Desgarro de las pieles curtidas por efecto de la curtición con diferentes niveles de Tara (12, 15 y 18%), segunda fase de investigación	213
Anexo 31. Llenura de las pieles curtidas por efecto de la curtición con diferentes niveles de Tara (12, 15 y 18%), segunda fase de investigación	214
Anexo 32. Finura de flor de las pieles curtidas por efecto de la curtición con diferentes niveles de Tara (12, 15 y 18%), segunda fase de investigación	215
Anexo 33. Redondez de las pieles curtidas por efecto de la curtición con diferentes niveles de Tara (12, 15 y 18%), segunda fase de investigación	216
Anexo 34. Comparación de los resultados obtenidos a la resistencia a la tensión de las medias obtenidas en la primera y segunda fase de la investigación	217
Anexo 35. Comparación de los resultados obtenidos al porcentaje de elongación de las medias obtenidas en la primera y segunda fase de la investigación	219
Anexo 36. Comparación de los resultados obtenidos a la resistencia al desgarro de las medias obtenidas en la primera y segunda fase de la investigación	221
Anexo 37. Comparación de los resultados obtenidos a la llenura de las medias obtenidas en la primera y segunda fase de la investigación	223
Anexo 38. Comparación de los resultados obtenidos a la redondez de las medias obtenidas en la primera y segunda fase de la investigación	225

Anexo 39. Comparación de los resultados obtenidos a la finura de flor de las medias obtenidas en la primera y segunda fase de la investigación 227

RESUMEN

La formulación del problema está establecida en dos pilares investigativos estructurados a partir de la necesidad del contexto que busca solventar, la insuficiente tecnificación del curtido vegetal y la problemática ambiental que surge de la eliminación de los vertidos residuales del proceso de curtido con la aplicación de sales inorgánicas de cromo como único curtiente. Los objetivos planteados para la presente investigación fueron: Establecer la relación de las propiedades físico mecánicas con el proceso de curtido de pieles bovinas sin cromo utilizando Oxazolidina en combinación con *Caelsalpinia spinosa* (Tara), establecer la relación de las pruebas sensoriales con el proceso de curtido de pieles bovinas sin cromo y determinar el comportamiento funcional del cuero en la confección de portafolios que podrán ser eco etiquetados como productos libres de cromo.

Para realizar la evaluación de una curtición con diferentes niveles de *Caelsalpinia spinosa* (12, 15 y 18%) en combinación con 5% de Oxazolidina, destinados a la confección de marroquinería, se utilizaron 15 pieles vacunas distribuidas en 3 tratamientos, con 10 repeticiones cada uno. Los resultados para las pruebas físicas de los cueros de la tercera etapa de investigación fueron: Resistencia a la tracción los valores más altos se reportaron en el tratamiento T2 con respuestas de 2214,49 N/cm², para el porcentaje de elongación los resultados más altos se reportaron en los cueros del tratamiento T1, con resultados de 94,38% y para la resistencia al desgarro los resultados más altos se reportaron en el tratamiento T2 (tara), con valores medios de 109,05 N. Con esto se concluyó que la curtición con Oxazolidina, combinada con *Caelsalpinia spinosa*, permite obtener pieles curtidas excelentes propiedades físicas, sensoriales y una elevada estabilidad frente a los procesos de fabricación y el paso del tiempo, ya que consigue evitar la presencia especialmente de cromo III, tanto en los residuos líquidos como sólidos, para reducir considerablemente el impacto ambiental.

Palabras Claves: Proceso de curtición, curticiones vegetales, *Caelsalpinia spinosa* (tara).

SUMMARY

The objective of the present study is the assessment of the feasibility of the application of *Caesalpinia spinosa* (Tara) in combination with Oxazolidina in replacement of chromium, assessment of the quality of the leather obtained from the proposed proposal and the reduction of environmental pollution that arises from the replacement of the conventional tanning agent (chromium) by the combination of tanning agents object of the study.

Vegetable tanning is used to produce soles, leather for saddlery, belts, saddles, industrial uses and leather for embossing. In modern tanneries tan skins in rotating drums for 12 hours with a 12% tannin solution, while Oxazolidin E undergoes an irreversible reaction with the skin over a wide pH range. Obtaining the best results at pH is 4.0 or higher, and at a controlled speed through the operating conditions (dosage, time, etc.).

After the development of the research it was concluded that the tanning with oxazolidine, combined with *Caesalpinia spinosa*, allows to obtain tanned skins with high performance excellent physical, sensorial properties and a high stability against the manufacturing processes and the passage of time, since it avoids the presence especially of chromium III, both in liquid and solid waste, to reduce considerably the environmental impact generated during the whole tanning process and as a recommendation it was formulated to apply the combination of *Caesalpinia spinosa* (tara) with oxazolidine, as a substitute Ecological chrome in the tanning process of bovine skins; that, according to environmental legislation, its use is prohibited due to the negative effects it causes to the environment when it is transformed into hexavalent chromium, even after the final article is discarded.

Key Words: Tanning process, vegetable tanning, *Caesalpinia spinosa* (tara).

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

Con los cambios relacionados a la protección del ambiente y desarrollo de nuevas tecnologías limpias de producción, la industria de curtición de pieles está abocada a realizar innovaciones en sus procesos; y, uno de ellos es la sustitución de productos curtientes de origen mineral por productos de origen vegetal, de origen químico o combinaciones de productos que sea menos agresivos al ambiente. Consideración que se debe principalmente a los efectos que producen las curticiones minerales, específicamente con el Cromo III, y que actualidad cubre el 90% de pieles curtidas con este metal. En este contexto se ha realizado diversas investigaciones sobre el manejo adecuado del cromo III en los procesos productivos como separación, recuperación, reutilización, entre otros; pero sin reflexionar sobre el final del ciclo de vida de los artículos de cuero, siendo llevados a los vertederos de basura donde se origina un mayor problema, al transformarse el cromo trivalente en hexavalente por oxidación. Además, la presencia de alergias en los usuarios de objetos de cuero curtidos con mineral cromo III.

En el actual trabajo de investigación se expone una alternativa de producción con tecnología limpia para la industria del cuero, combinando conocimientos ancestrales al curtir pieles con extractos vegetales, que se encuentran presentes en la naturaleza como es el caso de la *Caelsalpinia spinosa* (Tara) acompañada de Oxazolidina, curtiente orgánico sintético, producto de origen químico, con la finalidad de mantener o y si es posible mejorar la calidad del cuero, disminuyendo los efectos contaminantes provocados por la curtición mineral con Cromo III.

En el Primer Capítulo se delimita, especifica y profundiza el estudio la situación problemática, en base a un análisis previo y general de las características productivas de la curtición con agentes vegetales, manteniendo un eje central conformado por la importancia productiva que mantiene los curtidos vegetales entre de la industria de curtidos y el impacto ambiental a mitigar debido a la utilización de las sales de cromo trivalentes como principal agente curtiente, que adicionalmente es el más utilizado por las tenerías a nivel nacional e internacional.

Se expone la formulación del problema, donde se detalla la problemática y se define el porqué de la investigación; en el cual, se exhibe principalmente la inexistencia de una metodología productiva para la elaboración de cueros bovinos a base de *Caelsalpinia spinosa* (Tara) en combinación con Oxazolidina que reemplace funcionalmente (en calidad y cantidad de producto generado) la utilización de Cromo III, como principal agente curtiente en el contexto de la industria del cuero. Posteriormente se formulan los objetivos y las hipótesis a comprobar con el proceso de experimentación.

Finalmente, con los resultados del proceso experimental de la investigación, se demuestra que la presenta propuesta es la solución al grave problema ambiental ocasionado por los artículos confeccionados con pieles curtidas con cromo trivalente y que, al ser desechados al finalizar su vida útil, son depositados en botaderos con un alto contenido de sulfato de cromo con los consecuentes problemas ambientales.

1.1. Situación Problemática

El proceso de curtición (transformación de la piel putrefactible de los animales en cuero percedero), es una práctica productiva y artesanal que se ha dado desde períodos previos a la historia de la humanidad. Los primeros humanos, con el uso de su poder de razonamiento gracias a la humanización, percibieron en las pieles de los animales que cazaban, un resguardo para las

inclemencias climáticas, logrando de esta manera, potenciar su ya avanzada adaptación a las condiciones del entorno en el cual se desarrollaban.

Desde los inicios de la humanidad hasta la época contemporánea, la práctica de la curtición se ha venido desarrollando paralelamente al avance tecnológico de las restantes industrias, llegando hasta un punto en el cual, el proceso de la curtición sea una práctica industrial muy tecnificada, utilizando insumos sintéticos o minerales que presenta características operativas muy óptimas, logrando de esta manera, producciones de cuero en volúmenes muy extensos. No obstante, dicha profundización y tecnificación en el incremento de la capacidad de producción que ha mantenido la industria de la curtiembre ha generado que se abandonen completamente prácticas artesanales y se reemplace totalmente el uso de insumos de origen vegetal con curtientes inorgánicos. Según Camerum (2017):

Se ha impulsado ampliamente el uso de insumos inorgánicos en la producción del cuero que países históricamente importantes en el desarrollo de la industria de la curtiembre han abandonado por completo el uso de curtientes vegetales, como es el caso de la mayoría de los países europeos, a excepción de Italia. (p. 67).

La industria de curtición a gran escala ha adoptado como principal agente de curtiembre las sales de cromo III (de carácter inorgánicas), en vista a las corrientes altas de productos que se alcanzan con dicho insumo inorgánico, a razón de la velocidad de curtición. La aplicación de los curtientes vegetales entre de la producción de cueros terminados, en vista a que su aplicación se ha considerado desde un enfoque artesanal más que industrial, actualmente no permite alcanzar niveles de producción logrados con la aplicación de sales de cromo, principalmente a la falta de tecnificación, investigación y desarrollo, específicamente en la aplicación de *Caelsalpinia spinosa* (Tara) en combinación con Oxazolidina como un sustituto funcional al cromo III, tanto en calidad del producto obtenido (cuero terminado) como en volúmenes de producción.

Las técnicas de los procesos, insumos, instrumentos, herramientas y equipos utilizados en la curtición vegetal no están diseñados para procesar la piel a gran escala; y, es necesario establecer a partir de la experimentación, metodologías y especificaciones de materiales que estén formulados con una visión productiva, en calidad y cantidad, semejante a las condiciones productivas alcanzadas con la utilización de sales de cromo.

La utilización de curtientes vegetales en la producción de cueros genera productos con características exclusivas, tanto funcionales (resistencias mecánica y física) como sensoriales; apreciadas por mercados de mayor poder adquisitivo y que optan principalmente por productos con valores agregados. No obstante, y por la inexistencia de conocimientos sólidos en el procesamiento de cueros al vegetal (específicamente con tara), los artesanos (quienes fungen como los mayores productores de cuero vegetal) no logran aprovechar eficientemente las potencialidades técnicas del curtido y obtienen productos que no satisfacen al cliente y los volúmenes no resultan rentables para mantener la actividad productiva.

El acrecentamiento en los volúmenes de producción que experimenta la industria del cuero se fundamenta principalmente en la aplicación de sales de cromo como el principal insumo de curtido. Dicho agente curtiente es de carácter inorgánico, y su preferencia en el proceso de curtición es debido principalmente a su amplia afinidad química con las proteínas que conforman la estructura fibrilar de la piel, fijándose a la misma con una estabilidad muy apreciada, Aguila (2012) señala que:

No obstante, dicha estabilidad química se transforma en un problema de carácter ambiental en los vertidos residuales, en vista a que los subproductos eliminados al entorno se acumulan entre los ecosistemas durante períodos de tiempo muy largos. El incremento notable en el volumen de producción de la industria del cuero, a razón de la aplicación de insumos inorgánicos, ha generado consecuentemente que el proceso de producción del cuero es una de las prácticas industriales más contaminantes. (p. 78).

En el proceso de curtición tradicional, más del 90% de las pieles curtidas en todo el mundo son obtenidas a base de la aplicación de sales básicas de cromo trivalente como agente curtiente, lo cual implica que los vertidos residuales del proceso de curtición contengan principalmente restos de cromo no combinado a la piel; es decir, residuos de insumo curtiente que no se fijó al cuero. Los restos del curtiente crómico, bajo condiciones climáticas específicas o acción química de los restantes contaminantes, pueden sufrir oxidación, lo cual genera que el cromo en forma trivalente se transforme a cromo en forma hexavalente, el cual es ampliamente agresivo para el entorno.

Como se indica en el párrafo previo, el cromo utilizado entre de los insumos curtientes está presente en forma de cromo trivalente (Cr III), siendo el principal componente entre de las sales curtientes. Dicho insumo químico es un oligoelemento indispensable en los procesos bioquímicos del organismo humano, en vista a que participa del metabolismo de la glucosa, el colesterol, las proteínas y los ácidos grasos; no obstante, dicho elemento a grandes concentraciones presenta una toxicidad muy considerable, tanto para la salud humana como para las condiciones naturales de los ecosistemas expuestos. El cromo trivalente (forma química presente en las sales curtientes) sufre oxidación y se presenta como cromo hexavalente, como se expone en el párrafo anterior, el cual es 30 veces más tóxico que la forma inicial y está clasificado como un contaminante cancerígeno y mutagénico comprobado en humanos.

Debido a los recientes estudios, de extensión y precisión elevada, concernientes al impacto generado por los vertidos residuales contaminados con sales de cromo, se ha atribuido a la contaminación con cromo, principalmente de descargas residuales de curtiembres, un grado de alteración y toxicidad de amplia importancia.

Es vista a ello, los organismos regulatorios ejercen una amplia presión ambiental sobre las tenerías (emplazamientos industriales de curtido), principalmente con el incremento en la rigurosidad de la legislación ambiental, específicamente en requisitos ecológicos que deben cumplir los vertidos residuales. Es por ello que surge la necesidad de implementar mejoras en los procesos de curtición, que principalmente reduzcan la contaminación y promuevan la búsqueda de tecnologías ambientales amigables con el entorno, y que apunten a alternativas de curtición sin cromo, en vista a que dichas sales curtientes representan el origen de los problemas derivados ambientales de la industria de la curtición.

No obstante, se debe evitar enfocarse ciegamente en solventar los impactos ambientales generados por el cromo al momento de plantear alternativas y descuidar factores productivos, como la calidad del producto o la aceptación del consumidor, es por ello por lo que se visualiza el problema desde un enfoque más integral, implementado a la búsqueda de alternativas ecológicas, variables de restricción referentes a la calidad del producto terminado y a la factibilidad en la producción de los cueros.

Por lo que se plantea como alternativa el diseño de un proceso de curtición con la utilización de *Caelsalpinia spinosa* (Tara) en combinación con Oxazolidina como agentes curtientes, y cuyos parámetros de diseño y criterios de restricción están enfocados en la factibilidad productiva y la minimización de los impactos ambientales.

1.2. Formulación del Problema

La formulación del problema está establecida en dos pilares investigativos estructurados a partir de la necesidad del contexto que busca solventar, que es representado por la insuficiente tecnificación del curtido vegetal (específicamente con la aplicación de Tara en combinación con Oxazolidina como agentes curtientes) y la problemática ambiental que surge de la

eliminación de los vertidos residuales del proceso de curtido con la aplicación de sales inorgánicas de cromo como único curtiente.

En base a lo que especifica Aguirre (2002) quien señala que:

Para el correcto proceso de formulación del problema de una investigación se debe relacionar dos variables que son valoradas para su posterior análisis, es vista a ello, se plantea el problema en base a la relación existente entre la utilización de la Tara más Oxazolidina como agentes curtientes y la calidad del cuero obtenido como producto final. (p. 78).

En vista que en el problema tecnológico de la aplicación de la Tara más Oxazolidina se integran factores ambientales, como uno de los problemas específicos se establece criterios de carácter ambiental, principalmente la relación entre la sustitución del cromo (principal contaminante de la industria del cuero) con Tara más Oxazolidina y el grado de afectación de los vertidos residuales generados por el proceso de curtición. No obstante, el enfoque ambiental se considera como secundario.

1.2.1. Problema General

- ¿En qué medida la calidad del cuero (pruebas físico mecánico, sensorial y comportamiento funcional), se relaciona con el proceso de curtido de pieles bovinas sin cromo utilizando Oxazolidina en combinación con *Caelsalpinia Spinosa* (Tara)?

1.2.2. Problemas Específicos

¿En qué medida las propiedades físicas mecánicas se relacionan con el proceso de curtido de pieles bovinas sin cromo utilizando Oxazolidina en combinación con *Caelsalpinia Spinosa* (Tara)?

- ¿En qué medida los resultados de las pruebas sensoriales se relacionan con el proceso de curtido de pieles bovinas sin cromo utilizando Oxazolidina en combinación con *Caelsalpinia Spinosa* (Tara)?
- ¿En qué medida los resultados de las pruebas del comportamiento del cuero en la confección (tecnológicas) se relacionan con el proceso de curtido de pieles bovinas sin cromo utilizando Oxazolidina en combinación con *Caelsalpinia Spinosa* (Tara)?

1.3. Justificación teórica

El desarrollo de la presente investigación busca conocer la problemática por medio de dos enfoques principales: El primero, ampliar los conocimientos técnicos necesarios para la utilización de *Caelsalpinia Spinosa* (Tara) en combinación con Oxazolidina en el proceso de curtición de pieles bovinas y; segundo, establece una alternativa ambientalmente sostenible a la práctica industrial altamente contaminante con el uso de cromo tanto en el proceso de curtición de pieles bovinas, como los residuos producidos luego de que el artículo de cuero ha cumplido su vida útil. Con la solución de las preguntas de investigación derivadas de los enfoques citados (los cuales actúan como pilares en el desarrollo de los principales elementos investigativos) se proyecta la justificación del presente trabajo investigativo.

En el cumplimiento del objetivo general de la presente investigación, se establece las condiciones de calidad del cuero producido mediante la aplicación de *Caelsalpinia spinosa* (Tara) en combinación con Oxazolidina, condiciones que permiten establecer la relación existente entre la calidad obtenida y el acción curtiente de agentes expuestos, logrando de esta manera desarrollar conocimiento (teórico y aplicativo) referente al comportamiento de la Tara y Oxazolidina como agentes curtientes, conocimiento que puede replicarse y adaptar a escala industrial con la obtención de productos de calidad similar a los expuestos en la presente investigación.

Entre la base teórica de los procesos de curtición industrial que maneja el Ecuador, no existen estudios que planteen una alternativa, a escala industrial, que contemple el sustituto del cromo como agente curtiente por la aplicación de *Caesalpinia spinosa* (Tara) en combinación con Oxazolidina.

La base documental de investigaciones de pregrado y postgrado en el área de la industria del cuero en el Ecuador se dispone de reportes investigativos (en forma de artículos científicos) que busca explicar, de manera estrictamente correlacional, los resultados obtenidos de la experimentación de la utilización de Tara como agente curtiente, a escala de laboratorio. Dichos resultados expuestos entre de los documentos de divulgación científica citados, no puede aplicarse plenariamente entre de una práctica ya industrial, en vista a que no contemplan factores productivos de suma importancia, como es el caso de formulaciones adecuadas de los curtientes, calidad del cuero obtenido, mapas de procesos, estructuración de las actividades industriales, diagramas de flujo y especialmente análisis ambientales de las alternativas propuestas.

El proceso de curtición con Tara, en las investigaciones realizadas en Ecuador, se ha desarrollado de manera independiente; es decir, no se ha profundizado en establecer una diferenciación puntual entre los procesos productivos de obtención del cuero bovino con cromo frente a la aplicación de la Tara, es por ello que no se dispone de una base teórica que permita proyectar la idoneidad de la curtición vegetal con tara o sirva de base para promulgar la utilización de una curtición vegetal con Tara frente a la aplicación convencional del cromo como agente curtiente. En base a lo expuesto, la principal razón de la ejecución de la presente investigación radica en la formulación de conocimientos referentes al comportamiento funcional de la Tara más Oxazolidina en la curtición vegetal de pieles bovinas en reemplazo de la aplicación del cromo, específicamente, por medio de la determinación de la relación de la formulación del proceso de curtido con los agentes en

mención y la calidad del cuero obtenido, proyectando de esta manera, el mecanismo de acción de la Tara más la Oxazolidina.

1.4. Justificación práctica

La situación problemática de la investigación se establece mediante dos enfoques principales: la inexistencia de conocimientos prácticos que respalden la aplicación de *Caelsalpinia spinosa* (Tara) en combinación con Oxazolidina en reemplazo a la utilización del cromo en la curtición de pieles bovinas y la necesidad ambiental de establecer alternativas ecológicas a la eliminación de cromo en los vertidos residuales de las industrias del curtido y en los residuos producidos por los artículos de cuero que han cumplido su vida útil. En base a los pilares establecidos entre de la situación problemática y la formulación de los problemas de la investigación citados previamente, se busca solventar la inexistencia de conocimientos práctico-teóricos y minimizar los impactos generados por la eliminación del cromo con la sustitución del mismo en el proceso de producción de cuero bovino; es decir, que la investigación se ve justificada por la generación del conocimiento aplicativo relacionado a la producción del cuero con *Caelsalpinia spinosa* (Tara) en combinación con Oxazolidina y la propuesta de una alternativa (industrialmente sostenible) que permita la minimización del grado de afectación que la industria del cuero genera sobre el ambiente producto de la eliminación de los residuos contaminados con cromo. La industria de curtidos se encuentra entre las más contaminantes del planeta, es por ello por lo que los controles y la legislación oficial de cuidado ambiental, son cada vez más estrictos; lo cual obliga a encontrar urgentes cambios en los procesos de producción; así como también, los productos que se utilizan actualmente para la fabricación de cueros tendientes a reducir la contaminación ambiental. La industria curtidora desea proyectarse en el tiempo que está dispuesta a proteger el medio ambiente, haciendo suya esta consigna de manera responsable, dando igual valor a la calidad del cuero que ofrece a sus clientes, la productividad, el crecimiento y beneficio empresarial.

Uno de los problemas que abordan las industrias del cuero, es el alto contenido de contaminantes metálicos específicamente el cromo. Al modificar un procedimiento en la fase de curtición utilizando *Caelsalpinia spinosa* (Tara) en combinación con Oxazolidina, soluciona con resultados favorables los problemas derivados del cromo, esto es la oxidación de cromo trivalente a cromo hexavalente que es un compuesto cancerígeno, y evita las alergias al cromo. Esto en el proceso mismo de curtición y también reduce el impacto medio ambiental de las pieles al final de su ciclo de vida, sin que afecten la calidad del cuero.

Al desarrollar un procedimiento de curtición sin cromo, utilizando *Caelsalpinia spinosa* (Tara) en combinación con Oxazolidina como una alternativa viable, se obtiene cueros respetuosos con el medio ambiente, y que son beneficiados los productores de cuero, las industrias que utilicen el cuero al cumplir con las normas de eco etiquetado, los consumidores de productos de cuero y finalmente cumplir con los requisitos de los cueros al final de su ciclo de vida, que son los vertederos de basura. El presente trabajo de investigación despertó el interés del sector curtidor nacional, para cambiar sus formulaciones de curtido y aportar de esta manera a bajar la contaminación que produce esta industria. El trabajo de investigación es viable, se realiza a nivel piloto teniendo la disponibilidad de materiales, equipos y recursos necesarios.

1.5. Objetivos

Los objetivos de la investigación se estructuran a partir de los problemas establecidos previamente, de manera puntual en la valoración de la factibilidad de la aplicación de la *Caelsalpinia spinosa* (Tara) en combinación con Oxazolidina en reemplazo del cromo, valoración de la calidad del cuero obtenida a partir de la propuesta planteada y la disminución de la

contaminación ambiental que surge del reemplazo del curtiente convencional (cromo) por la combinación de curtiente, objeto del estudio.

1.5.1. Objetivo General

Establecer las diferencias que existe en la calidad (pruebas físico mecánico, sensorial y comportamiento funcional) del cuero con el proceso de curtido de pieles bovinas sin cromo utilizando Oxazolidina en combinación con *Caelsalpinia spinosa* (Tara).

1.5.2. Objetivos Específicos

- Establecer la relación de las propiedades físico-mecánicas con el proceso de curtido de pieles bovinas sin cromo utilizando Oxazolidina en combinación con *Caelsalpinia spinosa* (Tara).
- Establecer la relación de las pruebas sensoriales con el proceso de curtido de pieles bovinas sin cromo utilizando Oxazolidina en combinación con *Caelsalpinia spinosa* (Tara).
- Establecer la relación de las pruebas del comportamiento del cuero en la confección (tecnológicas) con el proceso de curtido de pieles bovinas sin cromo utilizando Oxazolidina en combinación con *Caelsalpinia spinosa* (Tara).

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

En el presente capítulo se desarrolla la recopilación y análisis de la base bibliográfica referencial, relativa a los objetos de estudio de la investigación, dicha información permite predecir, comprender, establecer y relacionar todos los elementos investigativos, previos al desarrollo de la experimentación, comprendidos entre del contexto de la formulación del problema, para el posterior desarrollo de los enunciados referentes a las hipótesis.

El compendio de los conocimientos científicos y tecnológicos referentes a los procesos de curtición y los fundamentos referentes a la Tara y la Oxazolidina como agentes curtientes permite formular una idea inicial del comportamiento (funcional, tecnológico y ambiental) de dichos insumos de la industria del cuero, para de esta manera, establecer las hipótesis con una dirección que permita, de mejor manera, establecer y comprobar los conocimientos específicos sobre el comportamiento de la Tara más Oxazolidina en reemplazo del cromo III.

En vista a que, tanto el desarrollo experimental como las hipótesis, están establecidas bajo una tipología de “Correlacional”, es necesario conocer previamente fundamentos descriptivos de ambos insumos objeto de estudio, permitiendo de esta manera, delimitar en mayor medida la estructura de las hipótesis y lograr una proyección de los resultados, lo cual permite de manera más óptima, la comprobación de las teorías establecidas entre de las hipótesis.

La revisión de la literatura se realiza paralelamente a la formulación del problema, en vista a que se requiere de conocimientos teóricos relacionados con la situación problemática para poder comprender de mejor manera que se va a investigar, razón metodológica de la estructuración del problema y los objetivos de la investigación. La revisión teórica se desarrolla siguiendo la metodología sugerida por Hernández, Fernandez & Bautista (2014), autores que señalan que «la estructuración del marco teórico se establece como un proceso, el producto es el marco teórico» (p. n/a) cómo se detalla en la figura 1.

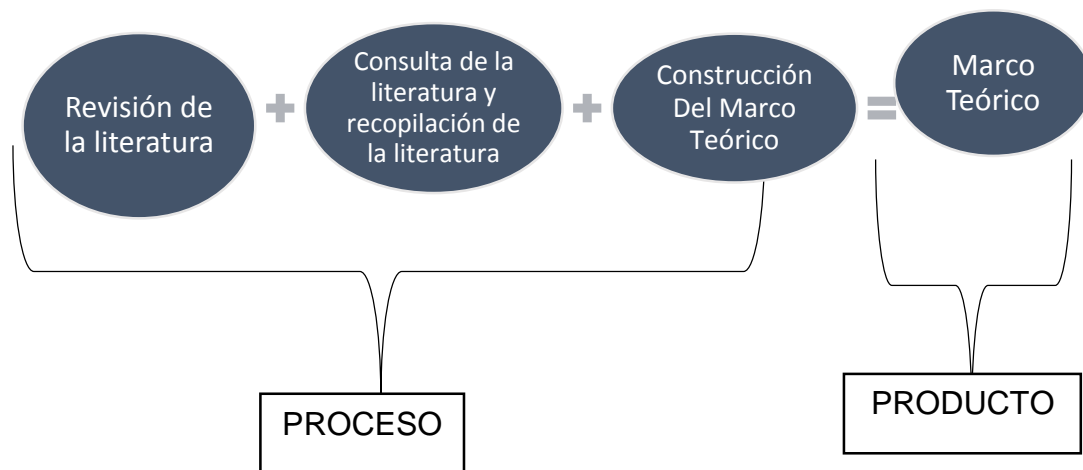


Figura 1. Esquema del proceso para el desarrollo del marco teórico.

Fuente: (Artigas, 1987).

2.1. Marco filosófico o epistemológico de la investigación

2.1.1. Marco filosófico gráfico

El enfoque filosófico según Bugallo (2016) es:

El cual se ejecuta el proceso de la construcción del marco teórico se destaca la tendencia moderna que los productores del cuero han venido mostrando sobre la pérdida tecnológica de procesos ancestrales de aplicación de extractos vegetales

(como la Tara) en la curtición de las pieles, en pro de una búsqueda de corrientes de producción cada vez mayores y que generen réditos económicos muy sustanciales, a costa de la pérdida de conocimientos ancestrales y prácticas milenarias, e incluso a razón de la pérdida de la calidad ambiental del entorno y la utilización de técnicas no sostenibles que comprometen el desarrollo de las futuras generaciones. (p. 1).

Filosóficamente hablando, la toma de decisiones entre de los procesos industriales, a pesar de su alto grado de tecnificación, Rozzi (2010) afirma que:

Dependen en gran parte del grado de ética que caracteriza a las personas a cargo de ejecutar dicha acción; es decir, que un proceso industrial, a más de los cálculos de ingeniería, está establecido ampliamente a razón de cumplir los deseos, aspiraciones, ideales, ambiciones y moral de las personas que dirigen las decisiones, lo cual genera la necesidad de plantearse el problema de diseño bajo un enfoque conductual de quienes lo ejecutan, a más de todo el dimensionamiento operacional del proceso. Los paradigmas que rigen la industria entre del contexto del problema están fundamentados en los factores económicos; es decir, el principal factor influyente en la administración industrial, situación en la cual encaja la industria del cuero, está representado por las ganancias de capital, muchas de las veces, sobre el capital humano e incluso sobre la sostenibilidad de los ecosistemas que acogen las actividades industriales. (p. 20).

En base al deseo continuo de incremento del capital económico que las organizaciones industriales han experimentado entre el contexto del problema, se ha optado por la aplicación indiscriminada de insumos de producción tóxicos (para la salud y para el ecosistema) los cuales, a pesar de los detrimentos que ocasionan al entorno de la industria, generan corrientes de producción elevadas con costes operacionales muy bajos, razón por la cual han prevalecido a pesar de su toxicidad.

Rozzi (2010) afirma que:

La industria del cuero no es ajena a dicho problema socioeconómico, en vista a que, el cromo, agente toxico para el ecosistema y la salud, es y se ha mantenido como el principal agente curtiente entre la industria en mención, desplazando a prácticas

ancestrales, que, a más de ser ecológicas, representan un patrimonio inmaterial para la sociedad. La principal razón por la cual se han abandonado prácticas de curtición vegetal, ampliamente utilizadas en épocas previas a la industrialización, está representada por el déficit económico y funcional (en base a la calidad del cuero) que presentan dichos insumos en comparación a la utilización del cromo. (p. 15).

Es por ello por lo que, estableciendo las adecuadas bases tecnológicas y con el propicio diseño del proceso que contemple factores tanto económicos como operativos y ambientales, se logra cambiar la percepción de los principales actores de la industria del cuero sobre la aplicación de agentes curtientes vegetales entre de la producción de dicho producto.

2.1.2. Marco epistemológico

La *Caelsalpinia Spinosa* (Tara) es objeto de estudio, como agente curtiente, en varios proyectos de investigación de educación superior entre de las universidades del Ecuador. No obstante, dichos estudios se enfocan únicamente desde una escala de laboratorio y no analizan profundamente la Tara como un agente curtiente que reemplace al cromo, procurando obtener productos de calidad similar a los generados bajo un curtido convencional (con sales inorgánicas de cromo), o incluso contemplan el estudio de factores de carácter ambiental o sostenibilidad del proceso.

Es por ello por lo que se dispone, en el contexto, de conocimientos científico-técnicos referentes a la Tara desde un punto de vista únicamente descriptivo; es decir, los estudios ejecutados se limitan a la descripción de la calidad del cuero terminado. Dicha base teórica-aplicativa es insuficiente para establecer una correlación real existente entre la aplicación de la Tara con la calidad del producto obtenido, es insuficiente además para lograr una proyección de la factibilidad de la aplicación dicho curtiente vegetal en reemplazo del cromo, no permite conocer los impactos de carácter ambiental e incluso no es suficiente para conocer si la alternativa es viable (industrialmente). Es por ello que es menester la experimentación de la Tara más Oxazolidina como un

agente curtiente en reemplazo del cromo desde un punto de vista integral, es decir, funcionalmente, ambientalmente e industrialmente.

Cabe recalcar además que se conoce el potencial toxico que presentan las aguas residuales cargadas con residuos de agentes curtientes a base de cromo (sulfato de cromo principalmente), debido principalmente que el Cromo trivalente puede oxidarse a su forma hexavalente en condiciones ambientales específicas de pH y temperatura, lo cual genera que el agua residual o el cuerpo de agua natural o artificial que alberga dicho contaminante presente una mayor toxicidad. Font (2005) manifiesta que:

El cromo hexavalente (VI) es inestable a valores de pH ácidos. En condiciones de pH ácido el cromo hexavalente es un fuerte oxidante que tiende termodinámicamente a reducirse. Por el contrario, a pH básicos, el Cr (VI) es mucho más estable. El cromo trivalente (III) es difícilmente oxidable en soluciones ácidas, pero cuanto menos ácido sea el valor pH, más fácil va a ser la oxidación a cromo hexavalente. Los cromatos sódico y potásico son sales muy solubles. En consecuencia, las operaciones de lavado pueden reducir su concentración en el cuero. (p. 132)

En base al potencial toxico (tanto para la salud como para el ambiente) que registran las sales de cromo albergadas entre los vertidos residuales que son eliminados a partir de las plantas productoras de cuero, se requiere analizar alternativas industriales que suplan la aplicación del cromo en el proceso de curtición con agentes curtientes cuya toxicidad sea menor a la presentada por el cromo, o que el proceso de tratamiento sea menos complejo que el representado por el cromo, con un criterio paralelo de viabilidad productiva en cuanto a la calidad del producto obtenido.

En el entorno ocupacional y como resultado de diversos procesos industriales, los trabajadores se ven expuestos a diferentes compuestos que contienen metales pesados, como el cromo, los cuales ocasionan alto riesgo de enfermedades ocupacionales e impacto en el ecosistema. La absorción de cromo se hace fundamentalmente por tres vías: oral, respiratoria y dérmica.

Al entrar en el organismo es distribuido a la médula ósea, pulmones, ganglios linfáticos, bazo, riñón e hígado. El compuesto que más fácilmente se absorbe es el cromo VI, ya que es tomado por los eritrocitos e integrado a otras células por el sistema transportador de sulfatos, siendo más evidente al desechar los artículos que han cumplido su vida útil a botaderos.

2.2. Antecedentes de la investigación

Entre de las bases bibliográficas consultadas se han recabado aquellas que concordaron con el objeto de estudio de la presente investigación (Tara u Oxazolidina como agente curtiente). La literatura desarrollada entre de los antecedentes permite conocer la situación problemática de mejor manera, brindando la oportunidad de establecer el lugar que ocupa el problema entre de los conocimientos establecidos. Permite además proyectar, en cierta medida, los resultados de la experimentación para la correcta formulación de las hipótesis y su posterior comprobación.

2.2.1. Antecedentes del contexto

Hidalgo (2013) en su investigación dice que «la comparación existente entre la calidad del cuero caprino obtenido a partir de extractos de Tara y la calidad del cuero procesado a partir de sales inorgánicas de cromo» (p. n/a). El autor citado presenta como principal resultado que la calidad del cuero obtenido es superior al utilizar los extractos vegetales frente a la aplicación del cromo inorgánico. A pesar de que la investigación no fue realizada en pieles bovinas, los resultados presentados por el autor en mención permitieron proyectar y establecer la dirección de las hipótesis. La curtición más adecuada de cueros bovinos es al utilizar Polifenoles vegetales de *Caesalpinia spinosa* (Tara), ya que se logra obtener cueros de muy buena clasificación que llenan las exigencias de calidad para confección de calzado. A continuación, se cita textualmente la principal conclusión establecida por el autor citado con respecto a su trabajo experimental.

Hidalgo (2018), menciona que la curtición más adecuado de cueros bovinos fue al utilizar Polifenoles vegetales de *Caesalpinia spinosa* (tara), ya que se logra obtener cueros de muy buena clasificación que llenaran las exigencias de calidad para confección de calzado. (p. n/a)

La experimentación en curtición de pieles bovinas con extractos polifenólicos de Chasiquiza (2014), los cuales representan a los taninos de la Tara, con la finalidad de comparar dicho proceso con el generado a partir de la aplicación de sulfato de cromo como agente curtiente., reportando como principales resultados que los cueros curtidos con el extracto vegetal presentan una mayor calidad sensorial y física que los obtenidos a partir de cromo, incluso manifiesta que económicamente es más viable aplicar un modelo vegetal con extractos de Tara frente a modelos convencionales con cromo, llegando a la conclusión de:

La curtición más adecuado fue al utilizar Polifenoles vegetales de *Caesalpinia Spinosa* (Tara), ya que se logra obtener cueros de muy buena clasificación, observándose que el porcentaje de elongación (72,12%) y resistencia a la tracción (333,24 N/ cm²), no registraron diferencias estadísticas sin embargo numéricamente se aprecia superioridad en los cueros curtidos al vegetal (T1), al igual que para la temperatura de encogimiento, (92,86°C), siendo las diferencias altamente significativas. La evaluación sensorial determina mayor llenura (4,50 puntos), al utilizar curtiente vegetal (T1), mientras tanto que finura de flor (4,57 puntos) y plenitud (4,71 puntos), con sulfato de cromo. La evaluación económica determina que la curtición con Polifenoles vegetales (T1), proporciona mayor rentabilidad al proceso productivo ya que al ser la relación beneficio costo de 1,37, indica una ganancia de 37. (p. 25)

El autor Guaminga (2016), manifiesta que, «de entre un grupo de curtientes vegetales analizado, la Tara o Guarango (*Caesalpinia spinosa*) genera productos (cuero terminados) de mejor calidad entre los curtientes aplicados en la experimentación» (p. 112). Incluso integra dicha ventaja tecnológica con

la minimización de los impactos al aplicar la Tara en un proceso de curtición en sustitución de las sales de cromo III, Guaminga (2016) afirma también que:

Al realizar la curtición de las pieles bovinas se determinó que el curtiente que proporciona mejores características es la tara, ya que el material producido permite la confección de artículos de primera clase. La estimación de las variables físicas estableció que la utilización del curtiente Tara mejora significativamente la resistencia a la tracción (1814,30 N/cm²), porcentaje de elongación (50,62%), y resistencia a la abrasión en seco (225 ciclos). La evaluación de los sentidos permitió dar preferencia a los cueros curtidos con tara específicamente en lo que respecta a la llenura y blandura ya que se registró en las dos variables un valor de 4,63 puntos y condición excelente de acuerdo con la escala propuesta por Hidalgo, L (2016), así como también se observa la mejor redondez (4,75 puntos). Los objetivos de utilizar curtientes vegetales están dirigidos hacia el control de los productos que aumentan la carga contaminante de los procesos de curtiembre sobre todo por el uso del cromo III. (p. 198).

El autor Viracocha (2014) realiza la experimentación con un curtido mixto de sales de aluminio y Tara en pieles de peces (específicamente en Tilapia roja *Oreochromis sp.*), obteniendo como principales resultados que todos los productos (cuero curtido) superan a las especificaciones de calidad establecidas entre de las normativas internacionales de estandarización de la calidad del cuero establecidas por la Asociación Española del Cuero en base a la valoración de los parámetros físicos, en tanto que las en la valoración de las características sensoriales el producto obtuvo valoraciones muy altas, afirmando que:

En el análisis de las resistencias físicas de lastimetría, (10,54 mm) se registró los mejores resultados en las pieles de tilapia curtidas con 7% de sulfato de aluminio + 20 % de guarango, mientras que los cueros curtidos con 8% de sulfato de aluminio + 20 % de guarango obtuvieron la mejor resistencia al rasgado (0,73 kg) y porcentaje de elongación (64,6 %), valores que, al ser cotejados con las Normas técnicas de la Asociación Española del Cuero, superan ampliamente los límites de calidad. Al realizar la evaluación sensorial se registraron las mayores calificaciones de llenura (4,75 puntos), naturalidad (4,38 puntos) e intensidad del color (4,75 puntos), en las pieles curtidas con 8% de sulfato de aluminio + 20 % de guarango. En la evaluación económica del beneficio costo se determinó mayor rentabilidad al curtir las pieles de

tilapia con 7% de sulfato de aluminio + 20 % de guarango con 23% de ganancia, sin embargo, dependiendo del propósito del cuero se recomienda curtir pieles de tilapia con 8% de sulfato de aluminio + 20 % de guarango. (p. 205).

Hidalgo (2013), efectuó un diseño del proceso de curtición de pieles bovinas a partir de la aplicación de extractos tánicos del Guarango (Tara). Para la validación del diseño realiza la curtición paralela de pieles bovinas con el modelo propuesto y con la aplicación de un modelo convencional (con sales de cromo) obteniendo como resultados principales que la calidad del cuero tratado con los taninos de la Tara supera a los parámetros de calidad física reportados por los cueros curtidos al cromo, declarando que:

Se obtuvo una media para la tracción máxima igual a 2,65 N/mm² y 43% para el porcentaje de elongación, paralelamente las puntuaciones medias de blandura, llenura y redondez fueron de 3,42; 4,67; 4,50 puntos en su orden. Paralelamente se realizó una curtición tradicional con sales de cromo para comparar los resultados que arrojaron las pruebas físicas y sensoriales de dichos cueros en contraste con las respuestas de las pieles tratadas con guarango, concluyendo que se obtiene un producto (expresado como cuero terminado) de mayor calidad bajo un modelo de curtición vegetal con extracto de guarango, denotado en el diseño de proceso de la investigación, es por esto que se recomienda la aplicación de los extractos de guarango en la industria de curtiembre nacional. (p. 114).

El autor Viteri (2015), realiza la experimentación en los procesos de curtido de pieles bovinas con diferentes niveles de extractos tánicos de Guarango (Tara), para lo cual se realiza ensayos con diferentes niveles del extracto vegetal obteniendo como principal resultado que al aplicar un 8% de taninos de Tara se obtiene los mejores resultados en las resistencias físicas del cuero obtenido, el autor apunta que:

El curtir pieles con 8% de guarango genera pieles resistentes a la tracción y al estiramiento, lo que es corroborado en las pruebas físicas realizadas en donde el mejor tratamiento para las variables resistencia a la tracción y porcentaje de elongación es el tratamiento tres donde se utilizó 8% de guarango. (p. 98).

Entre de la investigación citada, el mismo autor (Viteri, 2015), manifiesta que el aplicar un 8% de taninos de Guarango entre del proceso de curtición permite obtener las valoraciones sensoriales más elevadas entre de los cueros bovinos tratados con diferentes niveles del insumo vegetal de curtición concluyendo que «Para cueros con mayor índice de llenura y redondez se debe utilizar el 8 % de guarango, mientras que para cueros con mayor finura de flor la curtición se debe realizar en base a cromo» (p. 147)

El autor Guaminga (2016) realiza un trabajo experimental en el cual aplica diferentes taninos vegetales (procedentes de Quebracho, Mimosa y Guarango) en la curtición de pieles de cuy, obteniendo los mejores resultados de calidad física y sensorial en los cueros obtenidos a partir de la aplicación de taninos de Guarango (Tara) como agente curtiente, afirmando que:

Se evaluó la utilización de tres taninos vegetales (quebracho, mimosa y guarango), con diferentes niveles en la curtición de pieles de cuy, con 3 tratamientos en dos replicas y con 8 repeticiones, y un tamaño de la unidad experimental de 2, dando un total de 96 pieles de cuy, modelados bajo un Diseño completamente al Azar en arreglo combinatorio. Al analizar las resistencias físicas de lastometría, (8,98mm), resistencia a la abrasión (92,50N/cm²), se registraron los mejores resultados en las pieles curtidas con Guarango. En el análisis sensorial según kruskall Wallis se registró las mayores puntuaciones de redondez (4.75 puntos), llenura (4.19 puntos), y finura de flor en las pieles curtidas con Guarango. (p. 192).

El autor Jones (2002), reconoce que los taninos de la Tara han sido utilizados ampliamente en la antigüedad como agentes curtientes en la obtención de cueros entre del contexto, lo cual respalda la potencialidad de dicho agente vegetal en los procesos de curtición, como se cita a continuación:

Un factor importante y de fuerte influencia en el desarrollo y localización de las curtiembres en Tungurahua, es la existencia de un arbusto en el territorio, la “guaranga” o “guarango” que históricamente sirvió de elemento químico base en el proceso de curtición de las pieles crudas. Este método vegetal de curtición utilizaba el “tanino” como principio activo de descomposición de los cueros, abundante en la corteza de estas plantas. (p. 215).

El autor (Pilamunga, 2015), entre de su investigación analizó la calidad del cuero obtenido con una curtición mixta a base de diferentes niveles de Tara más Granofin F 90 (auxiliar de curtición comercial), obteniendo como principal resultado que la formulación más idónea (en función a la calidad del cuero terminado) está establecida con 7% de Tara, como se cita a continuación:

“Los resultados determinaron que el nivel adecuado fue 7% de *Caesalpinia spinosa* (Tara), ya que el cuero producido es de primera calidad para confeccionar artículos para comercializarlos en mercados exigentes tanto nacionales como internacionales. La aplicación de 7% de Tara, proporciono la mayor resistencia a la tracción, (3140,69 N/cm²), porcentaje de elongación (53,67%), en tanto que con la aplicación de 9% de tara (T3), se consigue mayores temperaturas de encogimientos, sin embargo, los datos reportados superan con las normativas del cuero. El análisis sensorial determinó las calificaciones más altas al utilizar 7% de Tara, ya que se obtiene una mejor llenura (4,60 puntos), y finura de flor (4,50 puntos), en tanto que la mejor redondez fue reportada en los cueros del tratamiento T3 (9%), con 4,70 puntos y calificación excelente”.

2.2.2. Antecedentes externos al contexto

(Valdera, 2013). Menciona que (Mendez, 2007)entre su investigación buscaron establecer la factibilidad en la implementación de una planta productora de derivados de la Tara, enfocando como principal aplicación de dicho derivado industrial la curtición en reemplazo del cromo, llegando a la principal conclusión que el principal potencial comercial y funcional de la Tara procesada está representado por la industria de la curtición, lo cual justifica la investigación, en vista a que, como se cita textualmente a continuación, los autores en mención aseguran que la tara presenta ventajas frente la aplicación de curtientes metálicos o sintéticos.

“La Tara en polvo se caracteriza por ser un insumo natural, cuyas propiedades lo constituyen como un excelente sustituto de los curtientes sintéticos, representando una ventaja frente a compuesto químicos como el cadmio, cromo entre otros que son utilizados actualmente en la industria curtiembre”.

(Mendez, 2007), manifiesta que el la practica productivo referente a la obtención de cuero curtido con cromo representa una actividad industrial ampliamente contaminante, y que los estándares de calidad ambiental no permiten la utilización de los insumos curtientes de cromo (sales inorgánicas), es por ello que justifican la experimentación con curtientes alternativos, como es el caso de la de Oxazolidina, como se reporta a continuación:

“Existe además una reciente presión ambiental sobre las industrias de curtidos y una tendencia al aumento de requisitos ecológicos en las pieles, que ha provocado la introducción de mejoras en los procesos de curtición que reduzcan la contaminación y la búsqueda de tecnologías innovadoras de curtición alternativas al cromo evitando, en origen, los problemas derivados de su uso. En este contexto, entre las alternativas existentes se ha planteado la utilización de curtientes minerales con otros iones metálicos, como el aluminio (III), zirconio (IV) o titanio (IV), sobre los que podrían plantearse restricciones semejantes cuando el mercado demanda curticiones exentas de metales. Por ello, las curticiones orgánicas constituyen una tecnología alternativa muy estudiada en los últimos años”.

El autor corporativo INESCOP (2011) busca fomentar la introducción de la Oxazolidina como agente curtiente entre de las industrias de curtición en la Unión Europea. Para ello han experimentado con pieles de diferentes animales, reportando que:

Los ensayos de demostración de las ventajas medioambientales del proceso de curtición con Oxazolidina se han realizado con diferentes tipos de pieles (bovino y cordero) fueron curtidas empleando Oxazolidina en combinación con curtientes vegetales o sintéticos. En todos los ensayos, las pieles obtenidas mostraron un aspecto agradable, buenas resistencias físicas y una adecuada suavidad, blandura, plenitud y flexibilidad. (p. 147).

El mismo autor, INESCOP (2011), en su documento de divulgación manifiesta las ventajas ambientales y funcionales de aplicar la Oxazolidina como agente curtiente, apunta que:

Los valores de los parámetros de aguas residuales del proceso de curtición con Oxazolidina, aunque ligeramente superiores, pueden compararse con los obtenidos en la curtición al cromo, tanto para las pieles de bovino como de cordero. Sin embargo, las aguas residuales derivadas de la curtición con Oxazolidina son las biodegradables que las de la curtición al cromo, por lo que su tratamiento biológico, en principio, parece más factible. Los efluentes de curtición con Oxazolidina están exentos de cromo; por tanto, se evita la posible oxidación de cromo trivalente a hexavalente, sustancia cancerígena y perjudicial para la salud y el medio ambiente. Además, los lodos derivados del tratamiento de las aguas residuales pueden ser reutilizados, por ejemplo, en la agricultura. (p. 15).

Los autores, Porcel (2016), realizaron experimentaciones con la Oxazolidina en reemplazo del cromo como agente curtiente obteniendo resultados (en calidad del cuero) muy aceptables, no obstante, señalan que, debido a la no aceptable temperatura de contracción que registran los cueros procesados con Oxazolidina, es necesario acompañar a dicho curtiente de extractos vegetales, indicando que:

Las pieles curtidas con sales de cromo presentan una elevada estabilidad, que viene determinada por una temperatura de contracción (T_g) superior a 100°C , mientras que las pieles curtidas sólo con Oxazolidina alcanzan temperaturas de contracción por debajo de 75°C . Por ello, es necesario combinar la curtición con Oxazolidina con recurtientes vegetales o sintéticos para alcanzar mayores temperaturas de contracción y obtener pieles de calidad comparable a las pieles curtidas con cromo. (p. 78).

Los autores Shoebat (2016), realizaron la metodología de valoración de impactos ambientales referente al Análisis del Ciclo de Vida (ACV) para el sector del curtido, registrando como principal subsistema de potencial tóxico para la salud humana y para el ecosistema a la curtición, como se cita a continuación:

Por otro lado, el subsistema Curtición es el que contribuye en mayor grado a los potenciales de Toxicidad Humana (PTH) y de Ecotoxicidad terrestre (PecTe), esto es debido en has dos casos principalmente al cromo presente en los residuos sólidos vertidos (y en los fangos procedentes de la depuración de las aguas) y, en primer caso (PTH) solamente, tiene una pequeña contribución el mercurio emitido al aire debido a la producción de la energía. (p. 68).

Los autores Shoebat (2016), citados en párrafo anterior, entre de su estudio experimental, referente a la aplicación de Oxazolidina como agente curtiente en reemplazo del cromo, formularon una composición tentativa del proceso de curtición con la aplicación de dicho insumo, la cual sirvió de referencia para la formulación del proceso de curtición entre del presente trabajo investigativo. En la tabla 1 se detalla la formulación propuesta por los autores en mención

El autor corporativo INESCOP (2011), de su documento de divulgación referente al análisis del proceso de curtición de pieles con la aplicación de Oxazolidina en reemplazo del cromo, propone una formulación para el proceso de curtido con Oxazolidina pura, la cual se describe en la tabla 1, en la tabla 2, se describe la Identificación de la especie *Caelsalpinia spinosa* (tara).

Tabla 1: Propuesta de formulación para la curtición con oxazolidina pura.

Proceso/productos	% peso piel tripa	T/tiempo (°c) (min.) 1	Comentarios
CURTICIÓN			
Remojo/baño piquel			
Agua	70	25°C	
NaCl	7	10'	Comprobar 8o Be 3
Añadir pieles		15'	Comprobar pH<34
Pre-engrase			
Pie-engrase	5	30'	
Curtición			
Oxazolidina (100%)	3	90'	
Automático noche			
Comprobar pH (4.5-5,0) y atravesado			

Fuente: INESCOP (2011).

Tabla 2: Identificación de la especie *Caelsalpinia spinosa* (tara).

Proceso/productos	Proporción (% peso)	Temperatura (°C)	Tiempo (min)	pH	Observaciones
CURTICIÓN					
Agua	70	25			Comprobar 8° Be
Cloruro de sodio	7		10'		
Añadir las pieles					
Pre-engrase	5		30'		
Oxazolidina E (100%)	3/5		60'		Comprobar atravesado
Automático durante la noche					
Tanino sintético/vegetal	5		60'		
Tanino sintético/vegetal	5		60'		
Tanino sintético/vegetal	5		60'		Comprobar pH
Ecurrido, recogida baño residual y lavado					
NEUTRALIZACIÓN (*)					
Agua	200	30		5.5	
Formiato de sodio	1,5				
Bicarbonato de amonio	1		40'	-6.0	Comprobar pH
Ecurrido					
TINTURA / ENGRASE					
Colorante	1-2		30'		
Agua	100	40			
Engrase (trioleina sulfonada)	2				
Engrase hidrofugante	4		30'		

Agua	100	40	
Engrase (trioleina sulfonada)	2		
Engrase hidrofugante	4	30'	
Tanino sintético	5	30'	
Acido fórmico (1:10 v/v)	2	20'	
Ecurrido y lavado			
Agua	100	45	
Agente secuestrante	2	60'	Comprobar Tg
Ecurrido			

Fuente: INESCOP (2011).

El autor Castel (2012) reconoce a la Tara, entre de su investigación doctoral, como un producto viable en la curtición de pieles como alternativa a la aplicación de sales de cromo como agente curtiente, no obstante su investigación se centra en la exposición de la importancia económica que implica la comercialización de los frutos y sus derivados de la *Caelsalpinia Spinosa*, como se cita a continuación:

Esta tesis considera como respuesta a la creciente demanda para reducir el impacto medioambiental y la seguridad de los artículos de consumo. Se describe la taxonomía del árbol así como la caracterización de su fruto para justificar la silvicultura como práctica económicamente viable y asegurar su valor y la cadena desde la recolección de los frutos en las regiones andinas hasta la exportación a los mercados más importantes de la industria del cuero. (p. 10).

2.3. Bases teóricas

Para la estructuración del marco teórico se utiliza el método vertebrado sugerido por Soler (2004), los autores en mención indican que:

El método consiste en establecer un índice tentativo global, a partir de la revisión analítica de la literatura para posteriormente, según el desarrollo de cada tema, especificar los contenidos del marco teórico. (p. 165)

Para la estructuración del índice general se utiliza el método sugerido por Enciso (2011), el cual implica la elaboración de un mapa conceptual que contempla los incides globales y a partir del cual se especifican los restantes contenidos entre del marco teórico. En la figura 1 se ilustra el mapa conceptual del índice global.

En la figura 2, se indica el mapa conceptual del índice global para la estructuración del marco teórico.

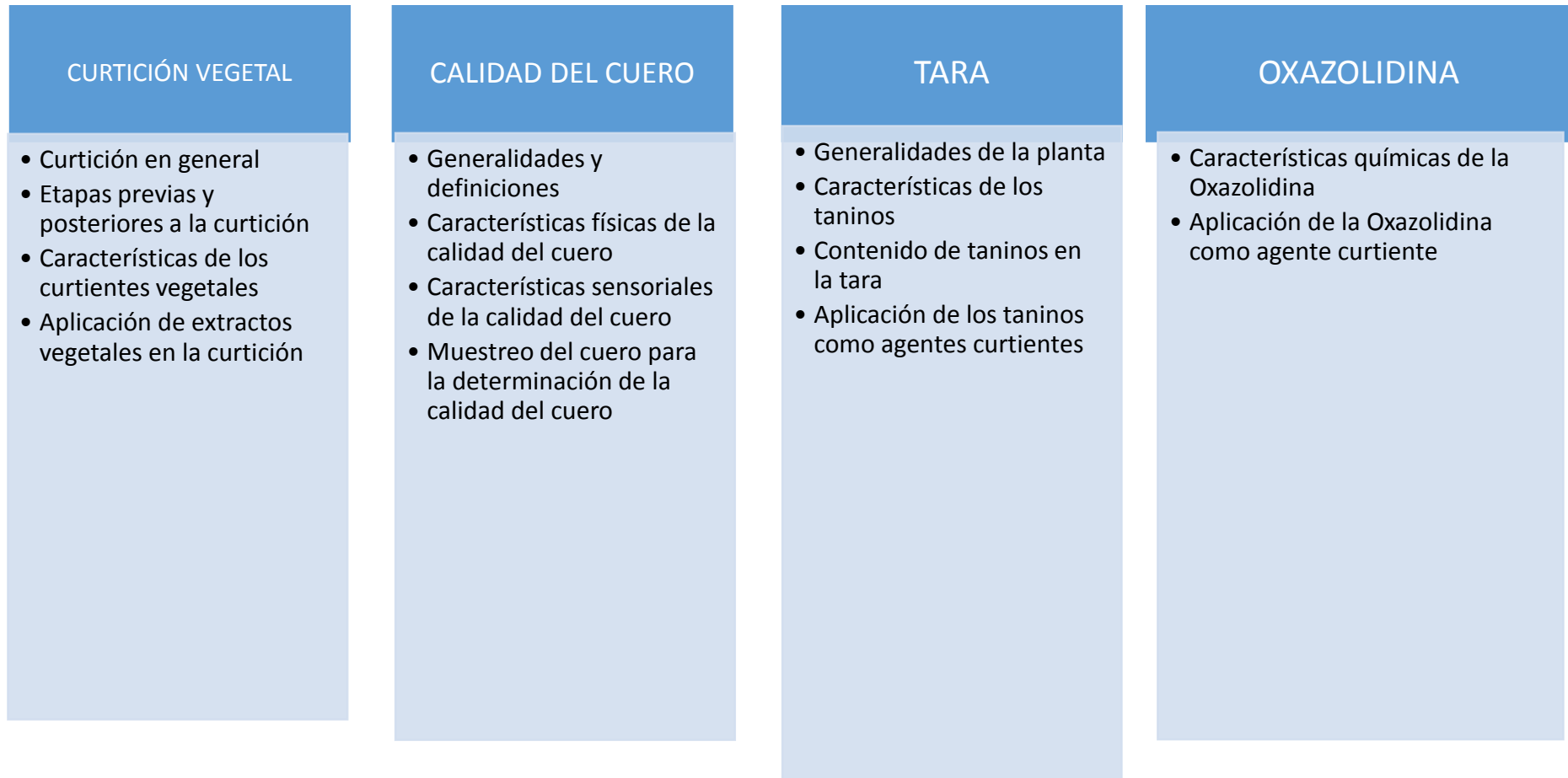


Figura 3. Mapa conceptual del índice global para la estructuración del marco teórico.

Fuente: Enciso (2011)

2.3.1. Generalidades de la curtición

Artigas (1987), establece que «el curtido es el proceso químico mediante el cual se convierten los pellejos de animales en cuero» (p. 70). El término cuero designa la cubierta corporal de los grandes animales (por ejemplo, vacas o caballos), mientras que piel se aplica a la cubierta corporal de animales pequeños (por ejemplo, ovejas). Los cueros y pieles son en su mayor parte subproductos de mataderos, aunque también pueden proceder de animales fallecidos de muerte natural, cazados o atrapados en cepos. Las curtidorías están situadas generalmente cerca de las zonas de cría de ganado; sin embargo, los cueros y pieles pueden prepararse y transportarse antes del curtido, por lo que la industria está muy esparcida.

Hidalgo (2017), Señala que «el proceso de curtido consiste en reforzar la estructura proteica del cuero creando un enlace entre las cadenas de péptidos». (p. 54) El cuero consta de tres capas: epidermis, dermis y capa subcutánea. Además, que la dermis comprende aproximadamente un 30 a un 35 % de proteína, que en su mayor parte es colágeno, siendo el resto agua y grasa. La dermis se utiliza para fabricar la piel después de eliminar las demás capas con medios químicos y mecánicos. En el proceso de curtido se emplean ácidos, álcalis, sales, enzimas y agentes curtientes para disolver las grasas y las proteínas no fibrosas y para enlazar químicamente las fibras de colágeno entre sí.

Bacardit (2004), indica que «la piel que llega a las manos del curtidor está formada por tres capas bien diferenciadas: la epidermis, la dermis y el tejido subcutáneo» (p. 145). La parte que interesa al curtidor es la dermis y, en el curso de los procesos húmedos, se eliminan las otras dos partes. La dermis está constituida fundamentalmente por fibras de una proteína llamada colágeno, pero también contiene fibras elásticas, reticulina, vasos sanguíneos, nervios, células grasas y tejido muscular. La composición porcentual de estos componentes varía estratigráficamente de la capa superior llamada "flor" hasta la inferior llamada "carne". La estructura del colágeno varía también entre diferentes especies (una piel de oveja es muy

diferente de una piel de vaca) y entre de una misma especie, con la edad, procedencia, etc., del animal. De hecho, los curtidores dicen que "no hay dos pieles que sean exactamente iguales".

2.3.2. Materia prima para el proceso de curtición. La piel animal

Bañon (2016), Manifiesta que «la piel es órgano que sirve de protección externa al cuerpo de los animales, con varias capas y anexos como glándulas, escamas, pelo y plumas extendidas sobre todo el cuerpo del animal» (p. 64). La piel es un órgano vital que tiene funciones específicas:

- Termorregulación es decir cumple con la función de mantener la temperatura corporal.
- Capacidad sensorial ya que posee diseminados en toda su superficie una serie de ramificaciones nerviosas con funciones motoras.
- Órgano de protección en vista a que evita el ingreso de patógenos presentes entre del ambiente.

2.3.2.1. División sectorial de la piel

Frankel (2009), indica que «la piel desollada se llama "piel fresca" o "piel en verde'» (p. 147). En una piel se pueden diferenciar tres partes: Cuello, crupón y faldas. Entre de la figura 4, se describe el esquema de la división sectorial de la piel fresca.

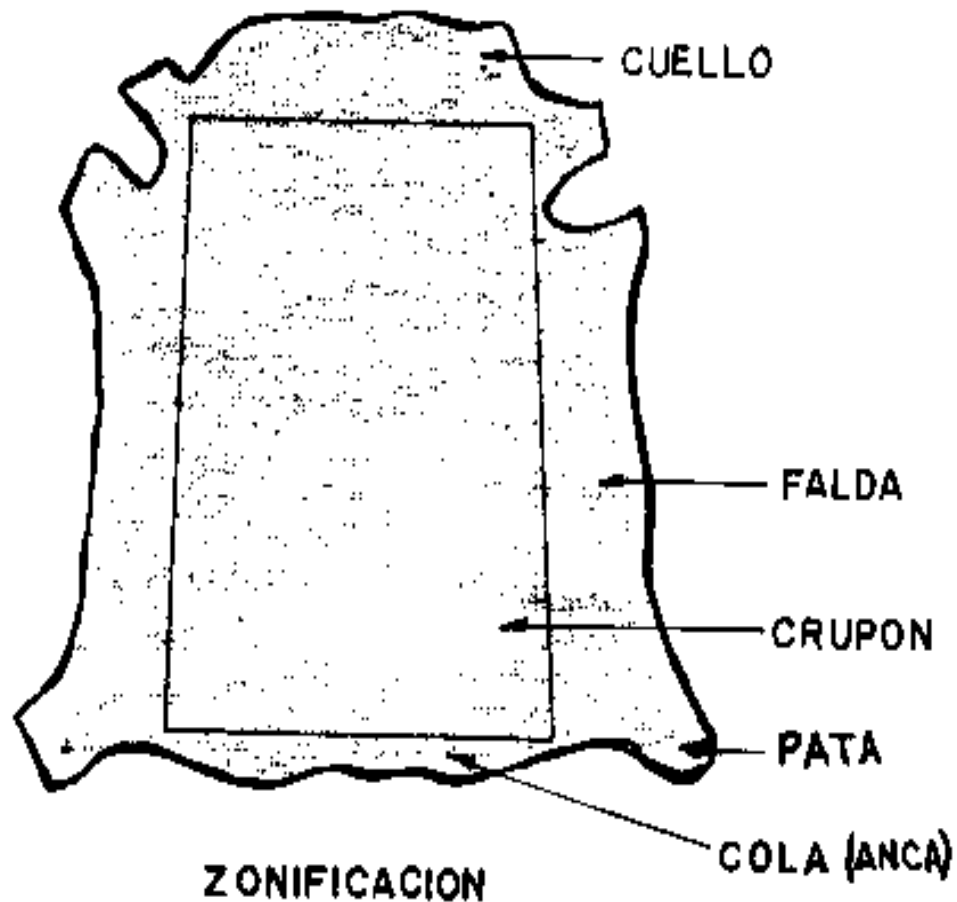


Figura 4. Esquema de la división sectorial de la piel fresca.

Fuente: Frankel (2009)

Bañon (2016), detalla zonas de la piel, en las cueles se divide sectorialmente la misma, en base a las características funcionales de cada zona, como se describe a continuación.

- El crupón es la parte más homogénea, compacta y valiosa. Tiene un peso aproximado del 45% del total de la piel fresca.
- El cuello presenta muchas arrugas y tiene un peso aproximado del 25% del total de la piel fresca.
- Las faldas son las partes más irregulares de la piel y tienen un peso aproximado del 30% del total de la piel fresca.
- La parte superior de la piel se denomina flor y la inferior carne. Cuando una piel se divide en dos capas, la capa inferior se llama serraje y la superior flor. (p.134).

2.3.2.2. Histología de la piel

En base a lo especificado por Bañon (2016), se puede señalar que la piel de origen animal está formada por:

- Epidermis: compuesta por un epitelio especializado.
- Dermis: compuesta por tejido conectivo denso.

Hidalgo (2004), Indica que:

Las dos capas se unen para formar una membrana de espesor variable. En estas capas se integran los anejos cutáneos, donde se incluyen: folículos pilosos, glándulas sebáceas, glándulas sudoríparas, glándulas especializadas (circumanales o mamaria), uñas, casco, pezuñas, etc. La piel es más gruesa en la superficie dorsal del cuerpo y las superficies laterales de las extremidades y más delgada en la cara ventral del tronco y cara medial de las extremidades. La epidermis es más gruesa en las áreas donde no existe pelo. La hipodermis está debajo de la dermis y la sujeta al hueso o músculo subyacentes. Está compuesta por un tejido conectivo laxo infiltrado de grasa. Se une a la dermis por fibras de colágeno y elásticas, lo que le va a dar flexibilidad y movilidad a la piel. (p. 218).

2.3.2.3. Epidermis

Soler (2004), manifiesta que

La epidermis es un epitelio estratificado plano queratinizado donde el tipo celular predominante son los queratinocitos, que se diferencian para producir queratina. Estas células se originan por división en la capa basal de epitelio y se van desplazando lentamente hacia la superficie conforme se van generando más células en el estrato basal. Conforme ascienden aumentan de tamaño y en su citoplasma acumulan queratina. En las zonas cercanas a la superficie el núcleo y los organoides degeneran y la queratina ocupa todo el citoplasma, a la vez que las células se van aplanando. Estas células muertas se van a ir descamando de manera continua en la superficie. Los queratinocitos se agrupan en cinco capas o estratos:

- Estrato basal o germinativo
- Estrato espinoso
- Estrato granuloso

- Estrato lúcido: aparece en áreas de excepcional grosor y en áreas sin pelo como las superficies palmares y plantar y el plano nasal. (p. 206).

2.3.2.4. Dermis

Gansser (2006), Reporta que:

La dermis sirve de soporte de la epidermis y de los anejos cutáneos. Está constituida por tejido conectivo denso donde aparecen fibroblastos, fibras de colágeno, fibras elásticas y otros tipos celulares como células cebadas, células dendríticas dermales, linfocitos, células plasmáticas, eosinófilos y macrófagos. Las células dendríticas dermales aparecen alrededor de los vasos sanguíneos y las glándulas y entre sus funciones están la de fagocitar y presentar antígenos, actuar como inmunosupresoras frente a tumores y se cree que también pueden intervenir en la hemostasia. La dermis está muy vascularizada e innervada y presenta glándulas sudoríparas y sebáceas a lo largo de los folículos pilosos. Se distinguen dos capas:

- Dermis superficial y
- Dermis profunda o reticular. (p. 142).

2.3.2.5. Hipodermis

Bacardit (2004), en manifiesto que:

La hipodermis sujeta la dermis al músculo o hueso adyacente. Está constituida por una red laxa de fibras colágenas y elásticas que permiten el movimiento y la flexibilidad de la piel. Esta capa también contiene tejido adiposo, formando pequeños racimos de células o grandes masas que constituyen una almohadilla de grasa denominada panículo adiposo. (p. 203).

2.3.2.6. Química de la piel

Cordero (2016), manifiesta que:

Es indispensable en la tecnología de la curtición tener los conceptos necesarios sobre la química que rige los cambios que se producen en la piel animal para convertirse en cuero, bien podría decirse que es necesario conocer sobre la "química de la piel" Como la curtición es un proceso técnico, es innegable que la experiencia es indispensable, pero el

complementar esa experiencia con los fundamentos teóricos, dará al curtidor las herramientas necesarias para comprender el por qué se realizan todos y cada uno de los procesos que llevan a una piel a transformarse en cuero. Saber cómo y de qué está constituida una piel es el primer paso que hay que dar para comprender la Tecnología de la Curtición, conocer el porqué de cada proceso e implementar los cambios necesarios para conseguir diferentes tipos y calidades de producto es el quehacer diario en la curtiembre. (p. 177).

2.3.2.7. Piel en bruto

Soler (2004), Manifiesta que:

En general el curtidor solo puede escoger entre las pieles que se encuentran disponibles en el mercado y por experiencia conoce las procedencias que son más adecuadas, en función de la calidad y el precio, para los artículos que él fabrica, no obstante, podemos citar algunas observaciones que se pueden hacer a la hora de juzgar si las pieles en bruto nos darán mejor o peor resultado. En las pieles saladas entre otras podremos observar la presencia de grasa enranciada o no en el lado carne; la presencia de más o menos suciedad en el pelo o lana; en el caso de la lana asimismo se puede observar la longitud, el tipo más o menos rizado, el posible enfieltramiento, la posible inicial caída del pelo u otro síntoma cíclico de inicio de putrefacción. en las pieles secas se puede añadir que la rigidez y amarilleamiento más o menos acusado del casco nos dará una idea de si han sido sometidas a un secado forzado que haya fundido en parte la grasa, así como si ésta se ha enranciado. (p. 210).

Casa Química Bayer (2007), manifiesta que:

La presencia de larvas de dermestros u otros insectos nos indicará la posibilidad de ataque de la piel por estos insectos. Mención aparte merece el hecho de que del tipo y la calidad del artículo final dependen de la raza de la piel y de la edad del animal de que procede. Las irregularidades o defectos que pueden esperarse en el cuero ya teñido y seco debido al tipo de piel y a los defectos de desuello y conservación son múltiples, entre otros podemos citar: bajos de flor, apastillados, rilados, rancios, lanas enfieltradas, agujeros de barbos o barbos curados o semicurados, cicatrices, rotos de flor, cuchilladas en el lado carne, flores resacas, etc. (p.110).

Frankel (2009), Indica además que:

Para disimular los defectos mencionados en el párrafo anterior sólo se puede procurar una máxima regularidad en toda la fabricación, con el objeto de que la tintura quede lo más uniforme posible con lo que las irregularidades sean menos visibles, amén de efectuar los trabajos mecánicos más adecuados, escoger en lo posible los artículos (grabados, esmerilados, bombeados) más aptos para el tipo de piel y el tipo de defectos y actuar convenientemente en la fase del acabado de la piel. (p.132).

2.4. Proceso de curtición

2.4.1. *La conservación de la piel en bruto*

Gratacos (2002), manifiesta que:

Una vez se ha sacrificado el animal en el matadero, se separa la piel del resto de su cuerpo y, hasta que esta piel llega a manos del curtidor se le aplican una serie de tratamientos que permiten su conservación temporal. Estos tratamientos dependen del país de origen, de las condiciones climatológicas, del tipo de animal, etc. Los dos tratamientos más habituales son el secado y el salado. Tanto el uno como el otro buscan la no proliferación de bacterias en un campo abonado como es la piel, en la cual se encuentran, además de las proteínas, las grasas, la sangre y la cascarria. Tal y como indican los nombres de los tratamientos, se trata o bien de secar la piel o bien de conservarla por medio de sal común. Ambos procedimientos persiguen la deshidratación de la piel y se ayudan de bactericidas. (p. 167).

2.4.2. El remojo

Hidalgo (2004), Manifiesta que:

Los objetivos del remojo son fundamentalmente dos: rehidratar la piel y eliminar as suciedades, grasas, etc. que acompañan a la piel y deben eliminarse lo antes posible. Estos objetivos se consiguen mediante empleo de agua como producto principal, de tensoactivos, bactericidas, y opcionalmente de enzimas, y alguna pequeña cantidad de álcali. Y de efectos mecánicos también. (p. 153).

2.4.3. El pelambre

Cotance (2004), señala que:

Las pieles escurridas pasan al proceso de pelambre donde se les elimina la epidermis y el pelaje que las recubre, sumergiéndolas en soluciones de sulfuro de sodio y cal, manteniendo una constante agitación. En esta etapa se produce al interior del cuero, el desdoblamiento de las fibras a fibrillas que prepara el cuero para la posterior curtición. En este proceso se emplea un gran volumen de agua, cuyos efluentes poseen gran contenido de carga orgánica y un elevado pH (11-12), debido a la presencia de la cal y sulfuro de sodio. Para el desarrollo de esta actividad se requiere de sustancias químicas (cal y sulfuro de sodio) y agua para la preparación de las soluciones. Durante esta etapa se generan aguas residuales y envases vacíos de los productos químicos. (p. 208).

2.4.4. Calero

Grozza (2007), indica que:

Para el calero se usa el hidróxido cálcico, que rompe los puentes de hidrógeno que existen entre las fibras de colágeno. El pelambre y el calero se pueden llevar a cabo o bien en los recipientes ya citados o bien mediante un "embadurnado". En el primer caso, si no se quiere recuperar el pelo, se añaden los productos al recipiente sobre el último baño de remojo o sobre un baño nuevo. Estos productos se disuelven y van actuando. Las variables físicas y químicas son diferentes según el artículo que se desea conseguir y están también en función de la piel que se está procesando. (p.128).

Frankel (2009), reporta que:

Si se quiere recuperar el pelo, éste se inmuniza primero con hidróxido cálcico, se ataca la raíz con sulfhidrato sódico, se filtra el pelo con una máquina apropiada y se añade sulfuro sódico e hidróxido cálcico al baño para eliminar totalmente las raíces y llevar a cabo el calero. En el segundo caso, se forma una pasta con los productos y un espesante, con la cual se "pinta" el lado carne (donde no hay pelo). La pasta va penetrando y se acaba el proceso cuando el pelo se puede arrancar tirando con la mano. Se hace así cuando son pieles bovinas y se quiere recuperar la lana. Una vez acabado este proceso se limpian las pieles a fondo y se efectúan las operaciones mecánicas. (p. 169).

2.4.5. Descarnado

Bacardit (2004), indica que:

Antes de comenzar la etapa de curtido se procede al descarne, donde se separan las grasas y carnazas que todavía permanecen unidas a la parte interna de la piel. Se procede a descarnar con máquinas especiales, logrando así eliminar los tejidos subcutáneos y adiposos adheridos a la piel, con el fin de conseguir la correcta penetración de los productos químicos en las siguientes etapas del curtido. Luego son lavadas con abundante agua para eliminar los residuos que estén adheridos, y proceder posteriormente al desengrasado. Durante el desarrollo de esta etapa se consume energía eléctrica para el funcionamiento de las máquinas, agua para el lavado de la piel. Se generan residuos sólidos con un gran contenido de humedad, procedentes del descarne (tejido subcutáneo, adiposo) y aguas residuales producto del lavado de la piel. (p. 225).

2.4.6. Dividido

Hoinacki (2009), manifiesta que:

Cuando la piel es demasiado gruesa para el artículo deseado, se pasa por una máquina que tiene una cinta de acero afilada y muy fina. Esta máquina divide la piel en dos, de tal manera que el lado flor queda igualado a un grosor previamente seleccionado y separado del lado de la carne. Este lado de la carne se denomina "serraje" y se puede curtir posteriormente si es lo suficientemente grueso, obteniéndose así artículos aptos, por ejemplo, para fabricar zapatos deportivos. En caso contrario se usa para fabricar colas y gelatinas. (p. 160).

2.4.7. Purga enzimática

Gansser (2006), Manifiesta que:

El efecto principal del rendido tiene lugar sobre la estructura fibrosa de la piel, pero existen una serie de efectos secundarios sobre la elastína, restos de queratina de la epidermis y grasa natural de la piel. Su acción es un complemento en la eliminación de las proteínas no estructuradas, y una acción sobre la limpieza de la flor, la que se traduce en lisura de la misma, y le confiere mayor elasticidad. (p.187).

2.4.8. Desengrase

Jones (2002), reporta que:

Esta operación se realiza siempre sobre pieles bovinas y porcinas, que contienen el 10-30% sobre peso seco de grasa natural desigualmente repartido y, a veces, sobre pieles bovinas que contienen entre un 2-3% sobre peso seco de grasa natural. En este último tipo de pieles, la mayor parte de la grasa se elimina en las otras operaciones de ribera y no es necesario desengrasarlas. La grasa natural de la piel puede provocar una menor penetración de productos, manchas oscuras en la piel y otros efectos no deseables que perjudican el resultado final de toda la curtición. Es por esta razón que se debe eliminar, al menos en parte, esta grasa propia de la piel. Esta operación se realiza normalmente en el bombo y, o bien después del rendido, o bien después del píquel y después de dejar descansar por un tiempo las pieles piqueladas. En el primer caso se pueden usar, en un baño a 30-35°C de temperatura un tensoactivo que emulsione directamente la grasa y a continuación, llevar a cabo un buen lavado con agua tibia para eliminar la emulsión. En el segundo caso se pueden llevar las pieles a un pH 4.5-5 y disolver la grasa con petróleo (o un disolvente similar) emulsionado con un tensoactivo no iónico. Después se lava diversas veces con la solución de agua y sal para eliminar el disolvente y la grasa disuelta o emulsionada. (p. 125).

2.4.9. Píquel

Hidalgo (2004), reporta que:

Consiste en el tratamiento de pieles en bombo o molineta, con soluciones salinas y acidas en el mismo baño. Esta operación impide definitivamente la acción de las enzimas del rendido y prepara la piel para la curtición. El píquel será más o menos suave según el curtiente a utilizar. Un píquel fuerte (pH 1-1.5) también es un método para conservar las pieles bovinas hasta durante un año de duración, sin daños para la piel. Al final del píquel generalmente se deja la piel a pH entre 2 y 3.5. Este grado de acidez hincharía la piel por osmosis obstaculizando la entrada de productos, pero esto se evita con la previa adición de sal común hasta que se obtiene un baño de aproximadamente 6-7° Baumé de densidad. Industrialmente, los productos más utilizados para realizar el píquel son el ácido fórmico, el ácido sulfúrico y el cloruro sódico. Las cantidades de productos y la duración de la operación marcan las diferencias entre cada tipo de píquel. Las pieles conservadas por piquelado se han de despiquelar parcialmente antes del desengrase. Esto se realiza con una solución

de agua saturada de cloruro sódico que contiene álcalis débiles como el bicarbonato y el acetato sódico. Una vez acabado el piquelado (o el despiquelado) las pieles están a punto de ser curtidas. (p. 167).

2.4.10. Curtido

Jones (2002), señala que:

El objetivo de esta etapa es la estabilización irreversible de la perecedera sustancia piel. El curtido comprende los pasos de desencalado, rendido (purga), piquelado y curtido. En las operaciones de desencalado y rendido no se elimina toda la cal que la piel absorbe. El pH final del desencalado es de 8,3 aproximadamente, se ha eliminado la cal no combinada que se encuentra en los espacios interfibrilares, pero no el álcali que está combinado con el colágeno. En la operación del piquelado se trata la piel desencalada y rendida con productos ácidos que los incorporan a la piel y al mismo tiempo bajan el pH hasta un valor entre 1.8 y 3.5, dependiendo del artículo a fabricar. Existen tres tipos de proceso de curtido, según el curtiembre empleado, a saber, cómo son el Curtido vegetal, curtido mineral y el curtido mixto. (p.197).

2.4.10.1. Curtido vegetal

Jones (2002), manifiesta que:

Diversos diseñadores de vanguardia están demandando artículos de cuero sostenibles y no los consideran así cuando los cueros se han curtido al cromo o al vegetal utilizando extractos naturales provenientes de árboles cultivados y cortados, como son todos los usados hoy por las tenerías. La curtición vegetal se usa para la producción de suelas, de cuero para talabartería, correas, monturas, usos industriales y de cuero para repujados. Las fuentes del tanino más empleadas son: el extracto de quebracho y corteza de acacia negra y la mimosa. Antiguamente, las pieles eran curtidas en pozas. Este proceso tomaba varias semanas. Hoy en día las curtiembres modernas curten las pieles en tambores rotativos durante 12 horas con una solución al 12% de tanino. Otras organizaciones de curtido siguen curtiendo en pozas, pero con recirculación y control de la concentración del caldo. (p. 182).

2.4.10.2. Extractos vegetales

Soler (2004), manifiesta que:

Los productos principales evidentemente son los extractos vegetales según de la planta de que deriven y el tratamiento que se les haya efectuado tiene comportamientos algo distintos. Una primera clasificación se puede establecer, por la facilidad de hidrolizarse los taninos al hervir con agua acidulada con ácido clorhídrico caliente, dando productos que siguen siendo solubles mientras que otros taninos dan productos insolubles. Los primeros se llaman hidrolizables y en general son más ácidos que los segundos que se denominan condensados. La hidrólisis de los primeros da lugar a ácido gálico o a ácido elágico entre otros productos. En el mercado se encuentran los extractos vegetales de las plantas que, por su contenido alto en taninos, permiten obtener productos con un elevado contenido en taninos y que en el país sean asequibles o fácilmente importables. (p. 148).

El autor Soler (2004), manifiesta que:

Entre de los productos vegetales hidrolizables los más frecuentemente utilizados corresponden a los extractos de castaño, tara, zumaque, valonea, encina y entre los condensados los de quebracho, mimosa gambier, pino. De entre éstos, los extractos más utilizados son los de quebracho, mimosa y castaño cuyo contenido en taninos es del orden del 70%. Además de la diferencia debida a la planta de procedencia, existe la posibilidad de modificar la reactividad del tanino con tratamientos previos a su utilización. Por ejemplo, tenemos la posibilidad de dulcificar un extracto de castaño por neutralización parcial, la solubilización y reducción de su reactividad (astringencia) de un extracto de quebracho por sulfitación más o menos intensa y el aumento de la capacidad de relleno de una mimosa, por condensación con aumento del tamaño micelar etc. (p.112).

2.4.11. Proceso de curtición

Lacerca (2003), exterioriza que:

Una vez las pieles están bien descalcadas, rendidas o no y lavadas, el proceso de curtición vegetal es el siguiente: Precurtición para ayudar a la penetración de los taninos, curtición propiamente dicha en la que se consigue la penetración, reacción de los taninos en toda la estructura de la piel, una fase de fijación taninos en la que

se intenta que los taninos sean menos lixiviables con agua último una fase de acabado en la que pueden figurar una posible tintura, una recurtición o blanqueo y en mayor o menor proporción un engrase. A grandes rasgos se puede indicar que hay dos grandes líneas de curtidos al vegetal: la suela por un lado y los artículos para marroquinería, forro y similares por otro. En el caso de la suela se intenta obtener un artículo muy compacto y bastante duro y con un grosor un poco alto, mientras que en la mayoría de los ora casos los artículos son en general de menor grosor, menos duros y menos compactos llegando en algunos casos a ser blandos al estilo de algunas pieles al cromo. (p. 114).

2.4.12. Acabado

Camerum (2017), menciona que:

Las operaciones de acabado engloban una serie de procesos destinados a mejorar la apariencia de la superficie del cuero, protegerla contra efectos químicos y mecánicos, uniformizar el color y el brillo y mejorar el tacto de la piel. El acabado proporciona resistencia a la lluvia, golpes, roces y a cualquier tipo de esfuerzos mecánicos externos, a la vez que da el aspecto deseable a la piel. Además, que dependiendo del aspecto que presente la superficie de la piel y el resultado que se quiera obtener, la aplicación del acabado será distinta, de manera que si se quiere resaltar las características de la piel se aplican capas muy finas que dan brillo y textura, pero si se quiere corregir las imperfecciones de la piel es necesario la aplicación de capas más gruesas. Además, generalmente en el acabado se añaden pigmentos para homogeneizar y ajustar el color conseguido en las etapas anteriores. (p. 155).

2.4.13. Tara

Logistic (2015), señala que:

La Tara es una planta originaria de Ecuador, Venezuela, Colombia, Perú, Bolivia y Chile. Ha sido utilizada desde la época pre- hispánica en la medicina folclórica o popular y en actos recientes ha sido empleada como materia prima en el mercado mundial de hidrocoloides alimenticios de ésta se obtiene un ácido tánico muy usado en las industrias peleteras de alta calidad, en las industrias farmacéuticas y químicas, de pinturas, entre otras. El ácido tánico es un extraordinario producto de exportación, que se obtiene al moler la vaina de la planta, extrayendo las semillas. También

mediante un proceso térmico mecánico, se obtiene de las semillas una harina de uso múltiple, que es utilizada como espesante de alimentos, pinturas, barnices, entre otros. (p. 118).



Figura 5. Ilustración de una planta de *Caesalpinia spinosa*. Logistic (2015).

2.4.13.1. Identificación de la especie

Valdera (2013), establece la identificación de la especie *Caesalpinia spinosa*, la cual se detalla en la tabla 3.

Tabla 3: Identificación de la especie *Caesalpinia spinosa* (tara).

Nombre Científico	<i>Caesalpinia spinosa</i> (Mol.) O. Kuntz.
Nombre Común	Spiny holdback
SINÓNIMOS	<p><i>Caesalpinia tinctoria</i> (H. B. K) Bentham ex Reiche - <i>Poinciana spinosa</i> Molina - <i>Caesalpinia pectinata</i> Cavanilles - <i>Coulteria tinctoria</i> HBK - <i>Tara spinosa</i> (Molina) Britt & Rose - <i>Caesalpinia stipulata</i> (Sandwith) J.F.</p> <p>CaesalDinaceae (Leauminosae: CaesalDinoideael.</p>
FAMILIA	Árboles y arbustos de hojas alternas simples o compuestas, pinnadas o bipinnadas, estipuladas. Inflorescencias

	<p>paniculadas, racemosas o en espigas. Flores irregulares, normalmente con 5 sépalos, 5 pétalos unidos en la base y 10 estambres, libres o unidos basalmente. Fruto generalmente en legumbre</p> <p>Comprende unos 150-180 géneros y más de 2.200 especies pantropicales y subtropicales. Por ejemplo: especies de los géneros Bauhinia, Brownea, Caesalpinia, Cassia, Ceraionia. Delonix, Gleditsia, Gymnocladus, Haematoxylum, Hymenaea. Parkinsonia. Peltophorum, Schizolobiuni. Schotia y Tamarindus.</p>
LUGAR DE ORIGEN	Perú.
ETIMOLOGÍA	CaesalDinia. En honor de Andrea Caesabini (1524-16031). Botánico y filósofo italiano. Spinosa, del latín spinosus-a-um, con espinas.

Fuente: Valdera (2013).

2.4.13.2. Nombres comunes

Enciso (2011), enlista los nombres comunes utilizados para la especie *Caesalpinia Spinosa*, los cuales se especifica a continuación:

- Tara, Guarango, Campeche, Vainillo, (Ecuador);
- Tara, Taya (Perú);
- Divi divi de tierra fría, Guarango, Cuica, Serrano, Tara (Colombia);
- Tara (Bolivia, Chile, Venezuela),
- Acacia amarilla, Dividivi de los Andes (Europa).

2.4.13.3. Características de la especie

Enciso (2011), reporta que:

Esta especie alcanza alturas de 2 a 10 m y que llegan hasta los 40 cm de diámetro. El fuste es corto más o menos cilíndrico y a veces tortuoso. En muchos casos las ramas se inician desde la base, dando la impresión de varios tallos, su raíz es pivotante. La copa del

guarango es irregular, apasolada y poco densa, con ramas ascendentes. La corteza del tallo y de las ramas gruesas es áspera y fisurada, con cicatrices de color gris a marrón dejadas por las espinas al caerse. La parte interna es de consistencia suave y fibrosa, de color blanco amarillento que se vuelve pardo al contacto con el aire, de sabor amargo y astringente. (p. 198).

2.4.13.4. Hojas, flores y semillas

Jones (2002), manifiesta que:

Las hojas son compuestas de color verde oscuro, alterno, pinnadas o bipinnadas, estipuladas, que miden 15 cm de largo y presentan espinas en el raquis y en el peciolo. La tara posee flores irregulares hermafroditas, de pétalos color amarillo rojizo, generalmente con cinco pétalos y diez estambres; el conjunto de flores forma racimos de 8 a 15 cm de largo, y además poseen pedúnculos pubescentes de 5 cm de largo. Las semillas son ovoides algo aplanadas, brillantes con una gama de color que va desde café hasta negro. Su metacarpio es transparente, del que se pueden extraer gomas comestibles, sus cotiledones contiene considerables niveles de proteína, lo que es aprovechado para la elaboración de alimento. (p. 146).

2.4.13.5. Distribución geográfica

Valdera (2013), Manifiesta que:

El guarango se encuentra en la sierra ecuatoriana entre los 1500 a 3000 m.s.n.m. en los flancos de las cordilleras, en los valles y laderas interandinos, es una especie arbórea perenne, presente en Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia y Chile. Entre del Ecuador existen registros de la existencia de guarango en todas las provincias de la sierra y entre de las formaciones boscosas de tipo xerofítico, como por ejemplo en los valles del Chota, Guayllabamba, Nizag y Vilcabamba. (p. 135).

2.4.13.6. Aprovechamiento de los frutos

Morera (2007) manifiesta que:

El aprovechamiento de los frutos permite obtener numerosos productos de interés. La vaina representa el 62% del peso de los frutos y es la que precisamente posee la mayor concentración de taninos, que oscila entre 40 y 60%. Estos taninos se utilizan en la industria para la fabricación de diversos productos, o en forma directa en el curtido de cueros,

fabricación de plásticos y adhesivos, galvanizado y galvanoplásticos, conservación de aparejos de pesca de condición bactericida y fungicida, como clarificador de vinos, como sustituto de la malta para dar cuerpo a la cerveza, en la industria farmacéutica por tener un amplio uso terapéutico, para la protección de metales, cosmetología, perforación petrolífera, industria del caucho, mantenimiento de pozos de petróleo y como parte de las pinturas dándole una acción anticorrosivo. Otro elemento que se obtiene de los taninos de la tara, es el ácido gálico, que es utilizado como antioxidante en la industria del aceite, en la industria cervecera como un elemento blanqueante o decolorante, en fotografía, tintes, como agente curtiembre, manufactura del papel, en productos de farmacia y otros relacionados al grabado y litografía. (p. 172).

2.4.13.7. Taninos

Soler (2004), Manifiesta que:

Son compuestos polifuncionales, del tipo polifenoles, de peso molecular medio a alto y tamaño molecular o micelar elevado. Son los productos curtientes ya que pueden reaccionar con más de una cadena lateral del colágeno, produciendo su estabilización frente a la putrefacción y dando la base para dar cueros -o apergaminados en el secado y con temperaturas de contracción superiores a 40°C. Debido a su poder curtiente precipitan con la gelatina y otras proteínas. Por ser fenoles dan coloraciones oscuras con las sales de hierro. La fijación con las moléculas del colágeno se cree que se debe a puentes de hidrogeno, enlaces salinos con los grupos peptídicos y básicos de la proteína, aunque no se puede despreciar alguna otra forma de fijación adicional. La fijación mediante enlaces covalentes no parece muy elevada, ya que lixiviando fuertemente con agua se elimina casi todo el tanino fijado en la piel. (p. 187).

a) Características de los taninos

Morera (2015), Manifiesta que las principales características de los taninos son las siguientes:

- Son compuestos químicos no cristalizables cuyas soluciones acuosas son coloidales, de reacción ácida y sabor astringente.
- Precipitan con gelatina, albúmina y alcaloides en solución y con las sales férricas dan coloraciones negro-azuladas o verdosas.
- Producen un color rojo intenso con ferricianuro de potasio y amoníaco.

- Precipitan a las proteínas en solución y se combinan con ellas, haciéndolas resistentes a las enzimas proteolíticas. Esta propiedad, es denominada astringencia. (p. 154).

b) Estructura y clasificación de taninos

Logistic (2015), Afirma que:

Los compuestos polifenólicos comprenden una amplia gama de sustancias que poseen al menos un grupo hidroxilo (-OH) en uno o más anillos fenólicos. Entre estos se encuentran los taninos, que resultan ser el subgrupo de polifenólicos posiblemente de mayor tamaño. El término tanino fue originalmente utilizado para describir ciertas sustancias orgánicas que servían para curtir pieles de animales, proceso conocido en inglés como tanning. (p. 189).

Chávez (2008), Indica que actualmente:

El término tanino ha sido ampliamente aceptado para nombrar un grupo bastante heterogéneo de compuestos polifenólicos de masa molecular relativamente alta (500-20000 Da) y de complejidad elevada (12-16 hidroxilos en 5-7 anillos aromáticos por cada 1000 Da. Químicamente se definen como: "Metabolitos secundarios derivados de plantas que pueden ser ésteres de ácido gálico o sus derivados unidos a una amplia variedad de polifenoles, catequina o núcleos triterpenoides, o bien oligómeros o polímeros de proantocianidinas que pueden poseer diferente acoplamiento interflavonil u otros patrones de sustitución. Por convención, diversos autores clasifican a los taninos en cuatro grupos: los condensados (TC, origen flavonoide), los hidrolizables (TH, origen no flavonoide), los florotanninos (FT, derivados de algas café) y los taninos complejos. (p. 192).

Artigas (1987), indica que:

Los taninos son conocidos por su capacidad para unirse a otras macromoléculas como los hidratos de carbono y las proteínas mediante fuerzas covalentes y no covalentes y por su astringencia y sabor amargo, pero estas propiedades son dependientes del tipo de tanino. (p. 87).

c) Presencia de taninos en la tara

Entre de la tabla 4, se exponen los resultados de la valoración de los taninos, entre otros componentes, del análisis de varias muestras de tara, reportado por Enciso (2011).

Tabla 4: Composición porcentual de taninos de la harina de tara
(*Caesalpinia spinosa*).

PARÁMETRO	MUESTRA						
	1	2	3	4	5	6	0
Sólidos solubles (%)	66.0	67.1	72.1	72.3	87.3	57.4	57.5
Sólidos totales (%)	92.0	90.7	92.6	89.0	85.1	73.9	87.7
No taninos (%)	15.9	14.2	31.7	26.7	43.0	21.3	13.6
Taninos (%)	50.1	53.0	40.4	45.7	44.3	36.1	43.9
Materia insoluble (%)	25.9	23.5	20.4	16.6	0.0	16.4	30.2
Agua (%)	8.0	9.3	7.4	11.0	12.7	26.2	12.3
pH	3.7	3.8	3.8	3.7	3.7	3.9	3.7

Fuente: Enciso (2011).

2.4.14. Oxazolidina

Mendez (2007) afirma que:

Las Oxazolidina son compuestos heterocíclicos saturados preparados mediante reacción primaria de amino-alcoholes con formaldehído. La formación de las estructuras de Oxazolidina monocíclicas o bicíclicas depende de la elección de los productos químicos iniciales, de manera que, es posible sintetizar una gran variedad de Oxazolidina a partir de diferente amino-alcohol. Las Oxazolidina son productos químicos muy empleados que

tienen una gran variedad de aplicaciones: inhibidores de corrosión, emulsionantes, diluyentes o agentes de curtición. Las Oxazolidina comercializadas para su uso como agente curtiente son compuestos solubles en agua y compatibles con la mayoría de los productos químicos comúnmente utilizados en las operaciones de curtición por lo que pueden introducirse en diferentes etapas del proceso. (p. 164).

2.4.14.1. Acción curtiente de la Oxazolidina

OXATAN (2011), experimenta una reacción irreversible con la piel en un amplio rango de pH. Obteniéndose los mejores resultados exponiendo que:

A pH es 4.0 o superior, y a una velocidad controlada mediante las condiciones de operación (dosificación, tiempo, etc.). La capacidad de la Oxazolidina E como agente curtiente se basa en la formación de un intermedio de reacción debido a dos posibles mecanismos: la protonación del oxígeno de cada anillo en medio ácido, que debilita el enlace C-O o; la apertura de los anillos de oxazolidina, por hidrólisis en medio ácido, para proporcionar un intermedio con dos grupos N-(hidroximetilo) y el consiguiente ataque nucleofílico de esta especie intermedia a los grupos ánimo del colágeno. Entre de la figura 5 se describe el proceso de reticulación del colágeno por medio de la acción de la Oxazolidina. (p.167).

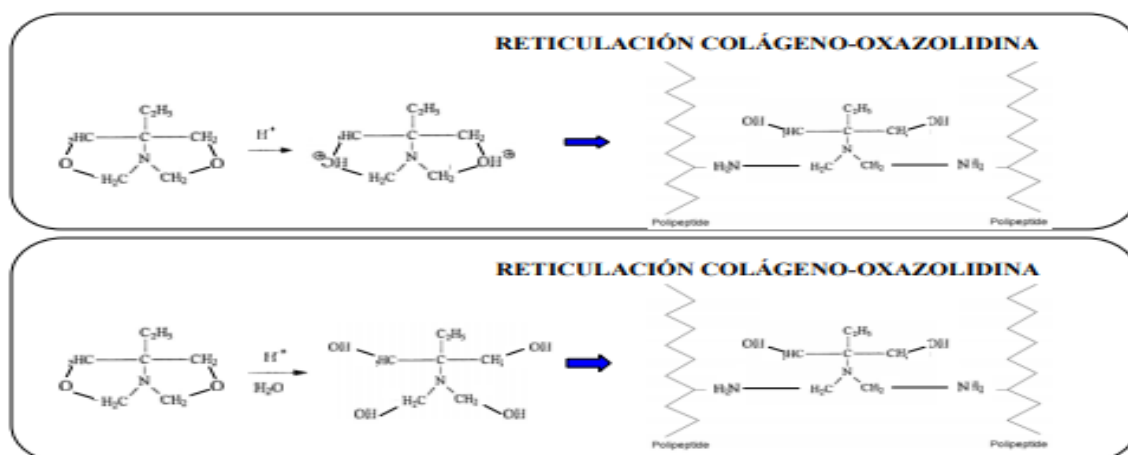


Figura 6. Reticulación del colágeno por la acción de la Oxazolidina.

Fuente: OXATAN (2011).

2.4.15. Tratamiento con aldehídos entre del curtido

Soler (2004), Manifiesta que con el tratamiento con aldehídos de las pieles al cromo se persiguen en general los siguientes objetivos:

- Obtener un cuero más blando.
- Obtener un cuero con buenas resistencias al mojado, lavado, y secado sin acartonamientos excesivos.
- Obtener cueros con la posibilidad de resistir durante algo más tiempo, temperaturas cercanas a la temperatura de contracción sin encogimientos y que, en el caso de producirse, sean éstos, algo más reversibles.
- Obtener un aumento ligero de plenitud, en parte por esponjamiento. (p. 154).

El mismo autor Soler (2004), indica que:

Todo ello dando por supuesto que otras características del cuero al cromo se verán respetadas como son la reactividad de la piel al cromo frente a sintéticos, grasas, poca hidrofilia. Esta suposición se basa en el hecho de que la reacción de los aldehídos con la piel se produce con los grupos amino libres, que son los que no actúan en la fijación del cromo sobre el colágeno. Los cuatro objetivos citados se consiguen precisamente al complementarse mutuamente las sales de cromo y los aldehídos. Esta complementación puede explicar la menor posibilidad de unión de fibras entre sí en el secado, con lo que se obtiene un cuero más blando, así como las mejores resistencias al mojado y a la temperatura, Estos compuestos tienen en común la presencia del grupo carbonilo, podemos diferenciar a un aldehído de una cetona, porque el primero, el grupo carbonilo está unido por un átomo de hidrogeno; mientras que el segundo contiene dos grupos R unido al grupo carbonilo.

Hidalgo (2004), Manifiesta que:

Resulta más difícil explicar el motivo del aumento de estas características con exceso de aldehídos, que concuerda a su vez con una disminución de la resistencia al desgarre. Es posible que ambos efectos se deban de alguna forma a una polimerización excesiva y a la fijación sobre el colágeno de muchas moléculas de aldehído en el mismo punto o en puntos muy cercanos en lugar de una fijación más lineal y más ampliamente distribuida. Parece apoyar este enfoque, el hecho de que

al emplear aldehídos es necesario eliminar el aldehído no fijado mediante lavados o anular su reactividad residual con bisulfito o con amoníaco, si no se quieren correr riesgos de pérdidas elevadas de resistencia y posibles manchas por polimerización del aldehído. (p. 167).

Artigas (1987), manifiesta que:

La reactividad general de los aldehídos es mayor en medio básico, es lógico que la fijación del aldehído sobre el colágeno aumente al aumentar el pH, esto significa que la aplicación de los aldehídos en la fabricación del cuero al cromo se realice fundamentalmente en el piquel, curtición cromo, y antes del neutralizado, si se desea una buena distribución en todo el corte a fin de aprovechar sus ventajas y evitar posibles sobrecurticiones. No obstante, algunos aldehídos medianamente reactivos, tienen fijación bastante parecida en un intervalo de pH entre 3.5 y 6.0 existiendo con ellos poco riesgo de sobrecurticiones. (p.78).

2.4.15.1. Aplicación de aldehídos en la curtición

Casa Química Bayer (2007), manifiesta que:

En el mercado existen varios aldehídos con poder curtiente, siendo el más conocido de antiguo el formaldehído, más reciente es el glutaraldehído o pentanodial 1,5 que es uno de los más reactivos y es posible encontrar acetaldehído y derivados del mismo que son más reactivos que el formaldehído y menos reactivos que el aldehído glutárico. Las oxazolidinas son compuestos cíclicos de 5 eslabones con cierta tensión en el anillo y se comportan como aldehídos, pero por tener un átomo de nitrógeno en el anillo, además del átomo de oxígeno pueden actuar modificando algo el carácter catiónico de la piel al cromo. (p. 97).

Cordero (2016). Manifiesta además que:

Las oxazolidinas se emplean principalmente como basificantes suaves en la curtición o recurtición al cromo comunicando, además de las características típicas de los aldehídos, un aumento de la firmeza y finura de la flor del cuero. El empleo del aldehído glutárico queda restringido en el caso de pieles lanares para ante lana, debido al amarilleamiento que produce en la lana. (p. 82).

2.5. Calidad del cuero

Fonti (2004). Reporta que:

El control de la calidad en la fabricación de curtidos precisa disponer de métodos de análisis y ensayo adecuados para examinar las primeras materias, verificar los procesos de producción, vigilar las emisiones y sus tratamientos, y, en definitiva, para controlar la calidad del producto final. El ensayo del cuero terminado sirve para comprobar que posee la calidad suficiente que su consumidor demanda. (p. 52).

Fonti (2004), manifiesta que:

En los apartados siguientes se estudiarán los parámetros físicos y químicos que sirven para examinar la calidad de materias primas y cuero terminado. También se estudiarán los análisis más importantes en el control de efluentes líquidos. Por el contrario, los procedimientos para el control de los procesos de fabricación no se tratan en este libro puesto que resulta mucho más didáctico considerarlos en los libros dedicados al estudio de los procesos. Para que los resultados del ensayo del cuero sean reproducibles en diferentes laboratorios es necesario unificar y normalizar estrictamente los ensayos de forma que en todos ellos se midan los mismos parámetros por los mismos procedimientos e instrumentos. (p. 122).

Morera (2007), reporta además que:

La necesidad de la normalización es especialmente acusada para los ensayos físicos y solidez, en primer lugar, por la irregular distribución de las propiedades físicas a lo largo del cuero, y en segundo lugar por la considerable dependencia de los resultados respecto de las características del método utilizado. Es prácticamente imposible comparar resultados de ensayos físicos y solidez sino se ha seguido el mismo procedimiento. La calidad de los muebles, los bolsos y la ropa de cuero varía dependiendo del animal del que proviene, del tipo de tintura utilizada y del procesamiento al que se somete al cuero antes de transformarse en un producto acabado. Los términos en la industria del cuero son "grano completo" y "grano superior". (p.101).

2.5.1. Requisitos de calidad de las pieles crudas de bovino

Font (2005), manifiesta que, «de acuerdo con el número y clase de defectos, las pieles pueden agruparse en el tipo I o II» (p. 57). Y se clasifican en los grados de calidad especificados en la tabla 5.

Tabla 5: Criterios para la clasificación de las pieles según la calidad.

GRADOS DE CALIDAD	TIPO I					TIPO II			
	Mayores		Menores		Críticos	Mayores		Menores	
	D	F	D	F		D	F	D	F
1	0	2	1	4	0	1	3	2	6
2	1	3	2	6	0	2	4	4	8
3	2	4	4	8	0	3	5	6	10

Fuente: Artigas (1987).

2.5.1.1. Defectos críticos

Fonti (2004), Señala que «se consideran defectos críticos los que a continuación se indican:

- Endurecimiento
- Descomposición generalizada
- Calificación.» (p. 144).

2.5.1.2. Defectos mayores

Fonti (2004), reporta que se consideran defectos mayores los que a continuación se indican:

- Cicatrices
- Daños por hierro caliente
- Heridas o arañazos
- Perforaciones
- Sin trasquilar
- Afectación por ácaros y escoriaciones (arrastre)
- Marcas de sal

- Corrosiones químicas
- Piquetes
- Rayones
- Descomposiciones parciales
- Afectación por garrapatas
- Afectación por tumores o inflamaciones
- Manchas por falta de sal
- Caída parcial del pelo
- Cortes de cuchillo que por el lado de la carne penetren hasta una cuarta parte o más del corte transversal de la piel. (p. 69).

2.5.1.3. Defectos menores

Dellmann (2009), Reporta que

«Se consideran defectos menores los que a continuación se indican:

- Afectaciones por enfermedades
- Afectación por piojos
- Afectación por insectos
- Desprendimientos
- Daños por orina o estiércol
- Mal desangre
- Partes secas: Manchas de sal; Manchas de herrumbre y manchas de sangre.» (p.126).

2.5.1.4. Aseguramiento de la calidad de la piel

Dellmann (2009), señala que:

Para el aseguramiento de la calidad de las pieles de bovinos se debe cumplir con las siguientes directrices:

- Las pieles se deben lavar y escurrir para eliminar manchas frescas de sangre y suciedades no encostradas, antes de someterse a cualquier sistema de conservación.

- Las pieles de animales enfermos deben recibir un baño de solución desinfectante, aprobada por el Instituto de Medicina Veterinaria y el Ministerio de Salud Pública del Ecuador. Las pieles conservadas deben pasar un proceso de recubrimiento con sal o salmuera.
- Las pieles no deben estar en estado de descomposición inicial ni avanzada y deben someterse también a inspección veterinaria que garantice que la piel obtenida no constituirá fuente de contaminación.
- Cada lote debe ser entregado piel a piel para su rápida inspección y clasificación e ir acompañado del certificado correspondiente.
- Todas las pieles deben manipularse tomándolas por los extremos y llevándolas al transporte dobladas con la flor hacia aentre, principalmente las medianas y grandes.
- Las pieles ligeras y pequeñas pueden manipularse abiertas con la flor hacia arriba. La altura máxima de la estiba para la trasportación debe ser de 1,0 m.
- El vehículo utilizado para la transportación de las pieles debe garantizar que el agua que drenan éstas no se derrame fuera del mismo, ni contamine el ambiente.
- Las pieles que se almacenan por más de 6 horas deben someterse a un proceso que evite su descomposición. Las pieles almacenadas deben someterse, una por una, al tratamiento con sal virgen, de forma tal que garanticen su correcta conservación.
- Los lotes apilados se formarán sobre una capa de sal de 10 cm mínimo o sobre paletas cubiertas con sal. La altura máxima de los lotes apilados será de 1,5 m
- Las pieles cuyo almacenamiento se prolongue más de 3 meses deben ser resaladas formando un nuevo lote apilado.
- El almacén debe ofrecer protección adecuada contra la lluvia, un sistema de drenaje adecuado, espacio suficiente de pasillos, el diseño correcto para mantener la temperatura ambiente y una correcta ventilación. (p. 93).

2.5.1.5. Muestreo de cueros terminados para el control de la calidad

2.5.1.6. Normalización de la toma de muestras

Schorlemmer (2002), manifiesta que:

La operación de recogida de muestras se efectúa a menudo por personal ajeno al laboratorio de análisis. Esto es así particularmente en empresas que no disponen de un laboratorio suficientemente equipado, y que en consecuencia utilizan con cierta regularidad los servicios de un laboratorio de análisis especializado. En ocasiones no se otorga a la toma de muestras la importancia que realmente tiene, y con cierta periodicidad se reciben en los laboratorios solicitudes de análisis para muestras cuya falta de representatividad es manifiesta. Además, que en aquellos casos en que el muestreo ha sido inapropiado, los resultados son incorrectos y probablemente entrarán en contradicción con los obtenidos por otros laboratorios si se realizan contraanálisis. (p. 67).

2.5.1.7. Tamaño de la muestra

Schorlemmer (2002). Señala que «cada muestra debe formarse seleccionando al azar y extrayendo una de cada cuero» (p. 97). No menos a lo indicado en la tabla 6.

Tabla 6: Criterios para la determinación de las unidades de muestreo

TAMAÑO DEL LOTE	UNIDADES PARA MUESTREO
Hasta 10	2
11 - 20	3
21 - 50	4
51 - 100	5
101 - 200	8
201 - 500	12
501 -1000	18
1001 -5000	22
más de -5000	25

Fuente: Schorlemmer (2002).

2.5.1.8. Localización de la zona de toma de la muestra

a) Consideraciones generales

Fonti (2004), Reporta que:

Al seleccionar la zona para la toma de la muestra entre del cuero se debe tomar en cuenta las siguientes consideraciones generales:

- Existe una fuerte dependencia de los resultados de los ensayos físicos con relación a la localización de la toma de muestras.
- A efectos de muestreo, un cuero puede considerarse constituido por dos piezas simétricas, dos hojas, cuyas propiedades en los puntos situados simétricamente respecto del espinazo son aproximadamente las mismas.
- La distribución topográfica de las propiedades físicas es distinta para las diferentes propiedades, y depende incluso de las características técnicas del método utilizado para su medición.
- La distribución topográfica de las propiedades físicas es esencialmente la misma de una piel a otra. (p. 165).

b) Zona para la toma de la muestra

Fonti (2004), manifiesta que «las muestras deben ser extraídas del cuprón o, en caso de que se solicite, de la cabeza y de las faldas. Cuando se extraigan muestras del cuprón, debe elegirse la zona a muestrear» (p. 68). De acuerdo con lo indicado en la figura 7, tomando en cuenta lo siguiente:

- A debe estar en un punto tal del espinazo, que $AC = 2 AB$.
- B es la raíz de la cola.
- AD es un segmento perpendicular a BC (línea del espinazo).
- F es el punto medio de AD.
- AE mide 50 mm.
- GH y JH, cuyos puntos medios son, respectivamente, E y F, paralelos a BC, y cada uno de ellos de igual longitud que E F (figura 7).

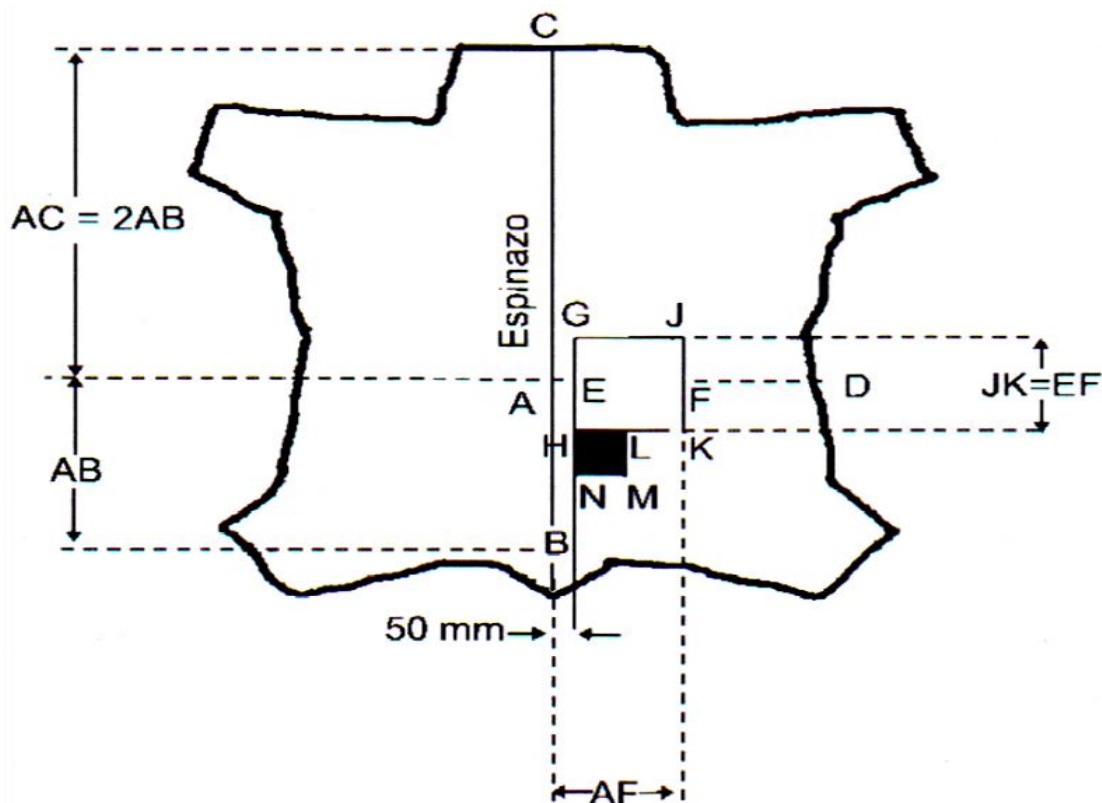


Figura 7. Esquema referencial para la determinación de la zona de la toma de muestra en un cuero completo.

Fuente: Schorlemmer (2002).

2.5.2. Ensayos físicos del cuero

2.5.2.1. Generalidades

Fonti (2004), indica que:

Los resultados de la medición de los parámetros físicos dependen mucho de factores como la localización y las dimensiones de las probetas, las características técnicas de los instrumentos, las condiciones ambientales, y en general de las particularidades de los procedimientos empleados. Por todo ello el ensayo físico, al igual que las solidez, debe determinarse bajo estrictas condiciones de normalización en las cuales todas las variables prácticas queden fijadas sin ambigüedades. (p. 79).

2.5.2.2. Clasificación de los ensayos físicos

Fonti: (2004), reporta que los ensayos físicos se pueden clasificar en grandes grupos, como se enlista a continuación:

- «Evaluación de la resistencia a las acciones mecánicas.
- Evaluación del comportamiento frente al agua y el vapor de agua.
- Evaluación del comportamiento frente al frío y el calor.» (p. 187).

a) Procedimiento para la extracción de las probetas

Bacardit (2004), Afirma que:

El sacabocados tendrá la forma y características particulares para cada método de ensayo en particular. Las superficies internas de cada pieza del sacabocados deben ser normal al plano que contiene la figura en corte. El ángulo formado entre la superficie interna y externa de la pieza, en el lugar del filo, debe ser de aproximadamente 20° . La altura del filo (d) debe ser mayor que el espesor del cuero. (p.58).

En la figura 8, se describe el esquema del sacabocados para la toma de la probeta.

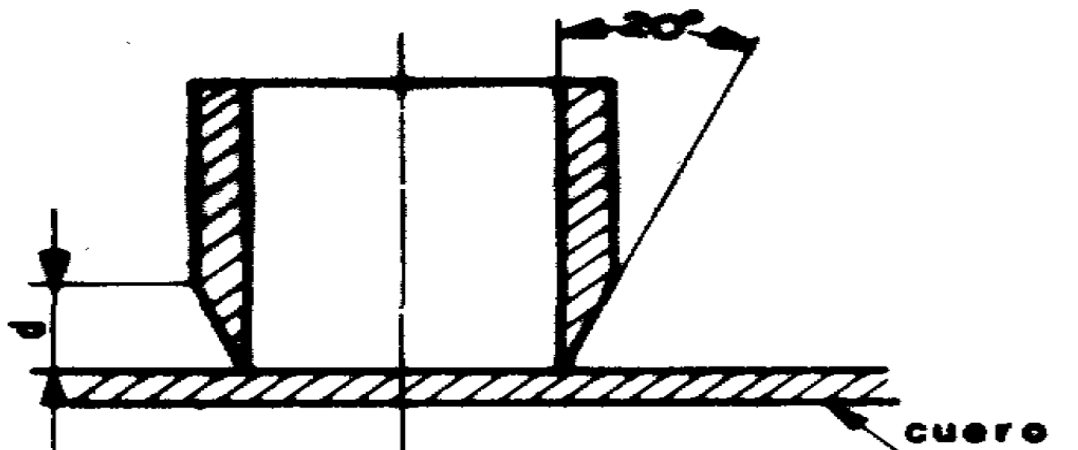


Figura 8. Esquema del sacabocados para la toma de la probeta.

Fuente: *Bacardit (2004)*.

b) Medición de la resistencia a la tracción y porcentaje de elongación

Casa Química Bayer (2007), señala que:

Para determinar la resistencia a la tracción se fija una probeta de cuero de forma alargada entre las pinzas de un dinamómetro y se procede seguidamente a separar las pinzas a una velocidad constante mientras la fuerza ejercida sobre la probeta se mide con la célula de carga del instrumento. La tensión aplicada tiene como consecuencia inmediata la deformación de la probeta, la cual se alarga continuamente en la dirección en la que se ejerce la fuerza hasta que se produce su rotura. Existe la costumbre de expresar la resistencia a la tracción como el cociente entre la fuerza de rotura y la sección transversal de la probeta. El resultado se expresa en Newtons por milímetro cuadrado. El alargamiento o elongación se calcula como la diferencia entre la separación final y la separación inicial de la probeta. Esta diferencia se expresa como porcentaje de la separación inicial. La elongación puede determinarse a una fuerza dada o a la rotura. (p.147).

Fundamento

Bacardit (2004), Reporta que:

El método consiste en someter una probeta a una fuerza de tracción en un dinamómetro, y medir la distancia entre mordazas al alcanzar una carga preestablecida, la carga y la distancia entre mordazas en el momento en que se produce la rotura de la probeta. Con estos datos y con la medida del espesor y ancho originales de la probeta y la distancia original entre mordazas, calcular la resistencia a la tracción, el alargamiento bajo una carga especificada y el alargamiento del cuero. (p.98).

c) Medición de la resistencia a la rotura de la capa de flor (distensión)

Fonti (2004), menciona que:

Las características diferentes de los cueros pesados (suela) con respecto del resto de curtidos hacen que el estudio de la resistencia a la rotura de la capa de flor deba efectuarse de forma distinta para las pieles ligeras y las muy gruesas. (p.87).

Fundamento del método

Schorlemmer (2002), Reporta que:

El método consiste en ejercer una fuerza por medio de un vástago cilíndrico con punta esférica sobre la parte carne de una probeta o muestra de cuero, determinar la carga y la distensión en el momento de romperse la flor y luego en el momento en que la probeta estalla o termina de romperse. (p. 93).

d) Resistencia a la rotura de la capa de flor para pieles ligeras

Morera. (2015), Reporta que:

En el montado del calzado la piel destinada a la puntera experimenta una brusca deformación que le lleva de la forma plana a la forma espacial. Esta transformación produce una fuerte tensión en la capa de flor puesto que la superficie debe alargarse más que el resto de la piel para adaptarse a la forma espacial. Si la flor no es lo suficientemente elástica para acomodarse a la nueva situación se quiebra y se agrieta. Lógicamente, las exigencias de resistencia de la capa de flor serán mayores cuanto más aguda sea la forma de la puntera del calzado. (p.46).

Font (2005), reporta que:

Para ensayar la aptitud al montado de las pieles que deben soportar una deformación de su superficie se utiliza el lastómetro. Este instrumento, contiene una abrazadera para sujetar firmemente una probeta de cuero de forma circular con el lado flor hacia afuera, y un mecanismo para impulsar a velocidad constante la abrazadera hacia una bola de acero inmóvil situada en el centro del lado carne de la probeta. (p.89).

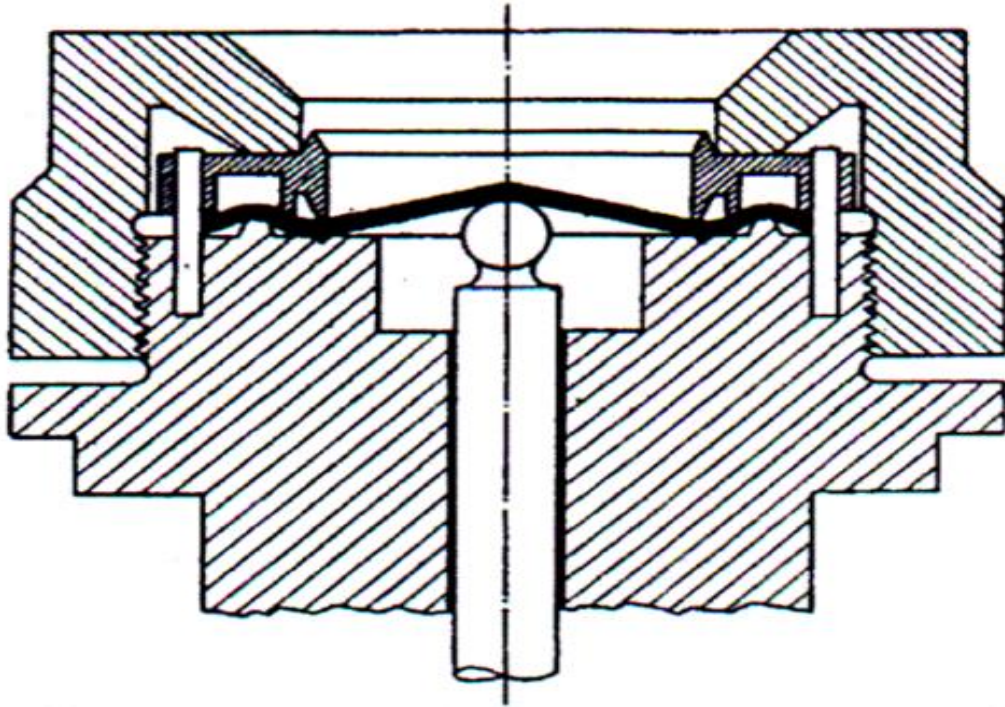


Figura 9. Esquema de lastómetro en la valoración de la resistencia a la distensión.

Fuente: Font (2005)

Bañon (2016), Reporta que:

La acción descendente de la abrazadera, entre de la aplicación del lastómetro en la valoración de la resistencia a la distensión, deforma progresivamente el cuero, que adquiere una forma parecida a un cono, con la flor en creciente tensión hasta que se produce la primera fisura. (p.36).

CAPITULO III. METODOLOGÍA

3.1. Hipótesis

Las hipótesis establecidas en base a la realidad descrita en el planteamiento del problema de investigación y los conocimientos científicos analizados en el marco teórico. Para la estructuración de las hipótesis se busca cumplir con las características mínimas descritas por (Patudo, 2013) que deben contener las hipótesis muy bien formuladas, las cuales se detallan a continuación:

- **Las hipótesis deben referirse a una situación real:** como contexto, entre de la presente investigación, se ha establecido las condiciones industriales referentes al curtido vegetal en el Ecuador, específicamente en la provincia de Chimborazo.
- **Las variables y términos con que se estructuran las hipótesis deben ser precisos y concretos:** como construcciones hipotéticas (como se explica posteriormente) se definen la calidad del cuero terminado (física y sensorial), el comportamiento del producto en la elaboración de artículos de cuero, el impacto ambiental en función a la calidad del agua residual y el cumplimiento con las normativas de calidad nacional e internacional sobre calidad del cuero terminado, variables que están claramente definidas y su medición es real y concisa.
- **La relación entre variables propuesta por una hipótesis debe ser clara y verosímil:** en base a lo especificado en el planteamiento del problema se busca valorar principalmente la relación entre la aplicación de la Tara

más Oxazolidina en reemplazo del cromo y la calidad del producto terminado (factibilidad del proceso). Paralelamente, se busca valorar la minimización de los impactos ambientales producto de la sustitución del cromo, como agente curtiente, con un insumo ecológico, como lo es la Tara en combinación con la Oxazolidina.

- **Los términos o variables de la hipótesis deben ser observables y medibles:** Para la valoración de la calidad del cuero, en base a los conocimientos técnicos y tecnológicos recabados entre del marco teórico referentes a la calidad del cuero, se cuenta con instrumentos (tanto normativas de referencia como equipos de medición) validados por los organismos de caracterización de la calidad nacional, que permite conocer de manera estandarizada las condiciones del cuero, con un nivel de precisión y exactitud muy elevados. Conjuntamente, se disponen entre la legislación ambiental, estándares de calidad, protocolos, procedimientos e instrumentos de valoración e interpretación de la calidad del agua para la valoración ambiental.

En base al planteamiento del problema y la formulación de los objetivos se determina el tipo de investigación a ejecutarse en la verificación de la validez de las hipótesis, para ello se elige, entre de las alternativas teóricas existentes entre de la bibliografía referente a los tipos de investigación, la clasificación referente a investigaciones de tipo correlación, en vista a que dicha alternativa investigativa se ajusta en mayor medida a lo requerido entre el cumplimiento de los objetivos, el contenido de los mismos se busca principalmente valorar la relación existente entre la aplicación de la Tara más Oxazolidina en reemplazo del Cromo III como agente curtiente con la calidad del cuero terminado (factibilidad técnica e industrial del insumo propuesto). En base al tipo de investigación seleccionado se especifica el tipo de hipótesis a ser aplicadas. En base a lo mencionado, las hipótesis son estructuradas bajo una tipología "Correlacional".

3.1.1. Hipótesis general:

Existe relación significativa entre la calidad del cuero (pruebas físico mecánico, sensorial y comportamiento funcional), con el proceso de curtido de pieles bovinas sin cromo utilizando Oxazolidina en combinación con *Caelsalpinia spinosa* (Tara).

3.1.2. Hipótesis específicas:

3.1.2.1. Hipótesis específica 1:

- Existe relación significativa entre las propiedades físico-mecánicas con el proceso de curtido de pieles bovinas sin cromo utilizando Oxazolidina en combinación con *Caelsalpinia spinosa* (Tara).

3.1.2.2. Hipótesis específica 2:

- Existe relación significativa entre las pruebas sensoriales con el proceso de curtido de pieles bovinas sin cromo utilizando Oxazolidina en combinación con *Caelsalpinia spinosa* (Tara).

3.1.2.3. Hipótesis específica 3:

- Existe relación significativa entre las pruebas del comportamiento del cuero en la confección (tecnológicas) con el proceso de curtido de pieles bovinas sin cromo utilizando Oxazolidina en combinación con *Caelsalpinia spinosa* (Tara).

El cuero obtenido logra tener un comportamiento físico sensorial y mecánico adecuado en la confección de diversos artículos terminados, para mejorar la relación beneficio costo.

3.2. Identificación de variables

La variable independiente: es la concentración de la Oxazolidina más la concentración de la tara. Para esta curtición se utilizaron porcentajes al 12, 15 y 18 % de tara, en combinación con el 5 % de oxazolidina: 3 % en el curtido y el 2% en el acabado en húmedo. Estos valores se refieren al porcentaje de los curtientes mencionados en función del peso de cuero a curtir.

La variable dependiente: es la calidad del cuero curtido, va a ser el resultado de la variación de la experimentación. Las mediciones experimentales que se van a realizar en el cuero para determinar su calidad son:

Comportamiento físico mecánico del cuero

- Resistencia a la tracción, N/cm².
- Resistencia a la elongación, %.
- Resistencia al desgarro, mm.

Calificaciones Sensoriales

- Llenura, (puntos).
- Redondez, (puntos).
- Finura de flor, (puntos).

Comportamiento funcional del cuero.

- Comportamiento al pespunte, (puntos).
- Comportamiento al Corte, (puntos)

3.3. Operacionalización de las variables

La Operacionalización de las variables que se utilizaron en el presente trabajo experimental se describe a continuación en la tabla 7. Mientras tanto que en la tabla 8, se describe la matriz de consistencia.

Tabla 7. Operacionalización de Variables.

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	VALORACION
Variable dependiente: Calidad del cuero Cuero curtido que cumple con requerimientos subjetivos, físicos mecánicos y pruebas, de acuerdo al uso que se destine.	Calificaciones físico mecánicas Son realizados a través de equipos y personas capacitadas, no dejando dudas en relación a los resultados obtenidos. La finalidad que persiguen es demostrar la resistencia del cuero al agua, flexión, calor, luz, etc.	Resistencia a la traccion (N/cm ²) Resistencia a la elongacion (minutos) Resistencia al desgarro (N)	Mínimo 1500 Mínimo 40 Minimo 50
	Calificaciones sensoriales Son test subjetivos que se realizan a través del toque o isualización del cuero, obteniendo resultados rápidos e importantes en la evaluación de la calidad del cuero. Se necesita que la realicen personas con experiencia en el trabajo con el cuero	Llenura. Finura de flor Redondez	1-5 1-5 1-5
	Calificaciones sobre el comportamiento del cuero en la confección (tecnológica) Es la valoración sensorial al confeccionar los artículos con el cuero obtenido, realizado por un profesional en confección de artículos de cuero	Pespunte Cortado	1-5 1-5
Variable Independiente Oxazolidina en combinación con <i>Caelsalpinia Spinosa</i> (tara)	Concentración: Combinación de productos tara más oxazolidina que son curtientes utilizados en el proceso para obtener cuero Cantidad utilizada en función del peso del cuero a procesar Cantidad de Oxazolidina en combinación con <i>Caelsalpinia Spinosa</i> (tara)	<i>Caelsalpinia Spinosa</i> (tara) (%) Oxazolidina (%)	12 15 18 5

Elaborado por: Puente, C. 2017.

3.4. Matriz de consistencia

Tabla 8. Aplicación de un proceso de curtido de pieles bovinas sin cromo utilizando Oxazolidina en combinación con *Caelsalpinia spinosa* (tara)

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	METODOLOGIA	POBLACION
<p>Problema general</p> <p>¿En qué medida la calidad del cuero (pruebas físico mecánico, sensorial y comportamiento funcional) se relaciona con el proceso de curtido de pieles bovinas sin cromo utilizando Oxazolidina en combinación con <i>Caelsalpinia Spinosa</i> (Tara)?</p> <p>Problemas específicos</p> <p>¿En qué medida las propiedades físicas mecánicas se relacionan con el proceso de curtido de pieles bovinas sin cromo utilizando Oxazolidina en combinación con <i>Caelsalpinia Spinosa</i> (Tara)?</p> <p>¿En qué medida los resultados de las pruebas sensoriales se relacionan con el proceso de curtido de pieles bovinas sin cromo utilizando Oxazolidina en combinación con <i>Caelsalpinia Spinosa</i> (Tara)?</p> <p>¿En qué medida los resultados de las pruebas del comportamiento del cuero en la confección (tecnológicas) se relacionan con el proceso de curtido de pieles bovinas sin cromo utilizando Oxazolidina en combinación con <i>Caelsalpinia Spinosa</i> (Tara)?</p>	<p>Objetivo general</p> <p>Establecer la relación que existe entre la calidad del cuero con el proceso de curtido de pieles bovinas sin cromo utilizando Oxazolidina en combinación con <i>Caelsalpinia Spinosa</i> (Tara)</p> <p>Objetivos específicos</p> <p>Establecer la relación de las propiedades físico mecánicas con el proceso de curtido de pieles bovinas sin cromo utilizando Oxazolidina en combinación con <i>Caelsalpinia Spinosa</i> (Tara)</p> <p>Establecer la relación de las pruebas sensoriales con el proceso de curtido de pieles bovinas sin cromo utilizando Oxazolidina en combinación con <i>Caelsalpinia Spinosa</i> (Tara)</p> <p>Establecer la relación de las pruebas del comportamiento del cuero en la confección (tecnológicas) con el proceso de curtido de pieles bovinas sin cromo utilizando Oxazolidina en combinación con <i>Caelsalpinia Spinosa</i> (Tara)</p>	<p>Hipótesis general</p> <p>Existe relación significativa entre la calidad del cuero con el proceso de curtido de pieles bovinas sin cromo utilizando Oxazolidina en combinación con <i>Caelsalpinia Spinosa</i> (Tara)</p> <p>Hipótesis específicas</p> <p>Existe relación significativa entre las propiedades físico mecánicas con el proceso de curtido de pieles bovinas sin cromo utilizando Oxazolidina en combinación con <i>Caelsalpinia Spinosa</i> (Tara)</p> <p>Existe relación significativa entre las pruebas sensoriales con el proceso de curtido de pieles bovinas sin cromo utilizando Oxazolidina en combinación con <i>Caelsalpinia Spinosa</i> (Tara)</p> <p>Existe relación significativa entre las pruebas del comportamiento del cuero en la confección (tecnológicas) con el proceso de curtido de pieles bovinas sin cromo utilizando Oxazolidina en combinación con <i>Caelsalpinia Spinosa</i> (Tara)</p>	<p>Tipo</p> <p>El tipo de investigación utilizada en nuestra investigación es de tipo experimental. Dentro de este marco utilizaremos los referentes teóricos y metodológicos ya existentes en relación a nuestras variables, buscando nuevos conocimientos sobre la curtición utilizando la tara como agente curtidor.</p> <p>Método</p> <p>Para el caso que nos ocupa se trata de obtener o mantener un cuero de alta calidad (variable dependiente) después de aplicar la Oxazolidina en combinación con la tara (variable independiente) realizando diferentes experimentos en el laboratorio y manipulando las cantidades de concentración de la tara.</p> <p>Diseño</p> <p>La investigación se sujeta al diseño experimental por que controla la exposición a la variable experimental asignando los sujetos a diferentes grupos para observar y medir la respuesta o comportamiento. Para realizar el experimento que permitió evaluar la calidad física, sensorial y mecánica del cuero bovino se trabajó en tres fases la primera utilizó 15 pieles en la segunda 30 pieles, y finalmente la tercera fase se efectuó la comparación del mejor nivel de la primera fase versus el mejor nivel de la segunda fase.</p>	<p>Población</p> <p>La población que se consideró para el presente trabajo investigativo fue de 45 pieles vacunas de animales adultos escogidas con el menor número de defectos y con la mayor homogeneidad posible en sus características físicas.</p>

Elaborado por: Puente, C. 2017.

3.5. Tipo y Diseño de Investigación

La presente investigación es de tipo experimental. (Patudo, 2013), señala que “experimentar, es el modo de aprender algo cuando de forma sistemática, se varían unas condiciones y se obtienen unos efectos”. También establece que el “Un experimento consiste en someter al objeto de estudio a la influencia de ciertas variables, en condiciones controladas y conocidas por el investigador, para observar los resultados que cada variable produce en el objeto”.

Para el caso que nos ocupa se trata de obtener o mantener un cuero de alta calidad (variable dependiente) después de aplicar la Oxazolidina en combinación con la tara (variable independiente) realizando diferentes experimentos en el laboratorio y manipulando las cantidades de concentración de la tara.

3.5.1. *Diseño de la investigación*

La investigación se sujeta al diseño experimental por que controla la exposición a la variable experimental asignando los sujetos a diferentes grupos para observar y medir la respuesta o comportamiento. Para realizar el experimento que permitió evaluar la calidad física, sensorial y mecánica del cuero bovino se trabajó en tres fases la primera utilizó 15 pieles en la segunda 30 pieles, y finalmente la tercera fase se efectuó la comparación del mejor nivel de la primera fase versus el mejor nivel de la segunda fase.

3.5.1.1. Primera Fase

El número de unidades experimentales que conformaron el presente trabajo experimental fue de 15 pieles vacunas de animales adultos, se escogió pieles que presentaron el porcentaje de fallas más bajo, las mismas que fueron adquiridas en el Camal Municipal de la ciudad de Riobamba.

3.5.1.2. Tratamiento y diseño experimental primera fase

Para realizar la evaluación de una curtición con diferentes niveles de sulfato de cromo es decir 5, 6 y 7%, destinados a la confección de marroquinería, se utilizaron 15 pieles vacunas distribuidas en 3 tratamientos, con 5 repeticiones cada uno. Los resultados experimentales de las pruebas físico mecánicas fueron modelados bajo un Diseño Completamente al Azar (DCA), debido a que cumple con los principios de este tipo de diseño que se describen a continuación. Todos aquellos factores no controlados por el experimentador en el diseño experimental y que pueden influir en los resultados fueron asignados al azar a las unidades experimentales.

- Las unidades experimentales son homogéneas
- Se realizó en un ambiente controlado
- Se cumple con el principio de ortogonalidad es decir el intervalo entre los niveles es idéntico. El modelo lineal aditivo aplicado fue:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij}$$

Donde

Y_{ij} = Valor del parámetro en determinación.

μ = Efecto de la media por observación.

α_i = Efecto de los niveles de sulfato de cromo.

ϵ_{ijk} = Efecto del error experimental.

Para la determinación de la significancia de las variables sensoriales se utilizó la prueba de Kruskal – Wallis, cuyo modelo matemático fue el siguiente:

$$H = \frac{15}{nT(nT + 1)} = + \frac{\sum RT_1^2}{nRT_1} + \frac{\sum RT_2^2}{nRT_2} + \frac{\sum RT_3^2}{nRT_3} + 2(nT + 1)$$

Donde:

H = Valor de comparación calculado con la prueba K-W.

nT = Número total de observaciones en cada nivel de sulfato de cromo 5% de oxazolidina.

R = Rango identificado en cada grupo.

En la tabla 9, se describe el esquema del experimento que fue utilizado en la presente investigación:

Tabla 9: Esquema del experimento.

Niveles de Sulfato de cromo	Código	Repeticiones	T.U.E	Total U.E
5%	T1	5	1	5
6%	T2	5	1	5
7%	T3	5	1	5
Total de pieles				15

Fuente: elaboración propia

En el tabla 10, se describe el esquema del análisis de varianza que fue utilizado en la investigación:

Tabla 10: Esquema del ADEVA

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	14
Tratamiento	2
Error	12

Fuente: elaboración propia

3.5.1.3. Análisis estadísticos y pruebas de significancia

Las mediciones experimentales fueron modeladas bajo un Diseño Completamente al Azar, y los resultados sometidos a los siguientes análisis estadísticos:

- Análisis de Varianza (ADEVA), para diferencias entre medias, y se lo trabajó en el programa infostat versión 1 (2015).
- Separación de medias ($P < 0,05$) a través de la prueba de Duncan para las variables paramétricas y se lo trabajó en el programa infostat versión 1 (2015).
- Prueba de Kruskal-Wallis, para variables no paramétricas y se lo trabajó en el programa infostat versión 1 (2015).

3.5.1.4. Segunda Fase

3.5.1.5. Unidades experimentales segunda fase

Las unidades experimentales de la segunda fase es decir la curtición con diferentes niveles (12, 15 y 18%), de *Caelsalpinia spinosa* (tara); en combinación con 5% de Oxazolidina, fueron 30 pieles vacunas de animales adultos, adquiridas a introductores de ganado de la ciudad de Ambato.

3.5.1.6. Tratamiento y diseño experimental segunda fase

Para realizar la evaluación de una curtición con diferentes niveles de *Caelsalpinia spinosa* (12, 15 y 18%) en combinación con 5% de Oxazolidina, destinados a la confección de marroquinería, se utilizaron 30 pieles vacunas distribuidas en 3 tratamientos, con 10 repeticiones cada uno. Los resultados experimentales fueron modelados bajo un Diseño Completamente al Azar (DCA). El modelo lineal aditivo aplicado fue:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij}$$

Donde

Y_{ij} = Valor del parámetro en determinación.

μ = Efecto de la media por observación.

$\alpha_i =$ Efecto de los niveles de sulfato de aluminio.

$\epsilon_{ijk} =$ Efecto del error experimental.

Para la determinación de la significancia de las variables sensoriales se utilizó la prueba de Kruskal – Wallis, cuyo modelo matemático fue el siguiente:

$$H = \frac{30}{nT(nT + 1)} = + \frac{\sum RT_1^2}{nRT_1} + \frac{\sum RT_2^2}{nRT_2} + \frac{\sum RT_3^2}{nRT_3} + 2(nT + 1)$$

Donde:

H = Valor de comparación calculado con la prueba K-W.

nT = Número total de observaciones en cada nivel de sulfato de cromo MAS 5% de oxazolidina.

R = Rango identificado en cada grupo.

En la tabla 11, se describe el esquema del experimento que fue utilizado en la presente investigación:

Tabla 11: Esquema del experimento

Niveles de Caelsalpinia spinosa	Código	Repeticiones	T.U.E	Total U.E
12%	T1	10	1	10
15%	T2	10	1	10
18%	T3	10	1	10
Total de pieles				30

Fuente: elaboración propia

En la tabla 12, se describe el esquema del análisis de varianza que fue utilizado en la investigación:

Tabla 12: Esquema del ADEVA

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	29
Tratamiento	2
Error	27

Fuente: elaboración propia.

3.5.1.7. Tercera fase

La tercera fase de la investigación fue constituida por la comparación entre los resultados del tratamiento más alto de la primera fase versus los resultados más altos de la segunda fase y para su tabulación se utilizó una estadística descriptiva en la cual se utilizaron medidas de tendencia central como fueron:

- Media
- Mediana y
- Moda

Y medidas de dispersión

- Varianza
- Desviación estándar

Además se utilizó una prueba de contraste t' student para determinar si existe o no diferencias estadísticas.

3.6. Unidades de análisis

El número de unidades experimentales que conformaron el presente trabajo experimental, fue de 45 pieles bovinas adquiridas en el camal municipal de la ciudad de Riobamba – Ecuador. Las pieles seleccionadas se las escogió con características similares: raza, peso y superficie. Para trabajar en esta

investigación se tomaran pieles de cuero vacuno con peso aproximado de 20 Kg. La raza es la que se encuentra en el sector esto es raza mestiza.

3.7. Población

La población que se consideró para el presente trabajo investigativo fue de 45 pieles vacunas de animales adultos escogidas con el menor número de defectos y con la mayor homogeneidad posible en sus características físicas.

3.8. Muestra

La muestra estuvo considerada en cada una de las fases de la investigación. En la primera fase del ensayo se trabajaron con tres tratamientos y 5 cueros repeticiones, dando un total de 15 cueros. En la segunda fase se utilizó tres tratamientos (12,15 y 18 % de tara) con 10 repeticiones. Para desarrollar los experimentos que conlleve a obtener los cueros vacunos curtidos sin cromo, utilizando oxazolidina más tara se requirieron de la localización del experimento, los materiales, equipos e instalaciones, el procedimiento experimental y la forma como se van a obtener los datos de las características de los cueros curtidos, y de las pieles.

3.9. Técnicas de recolección de datos

Al tener una investigación experimental, se tiene fuentes primarias de datos, a las cuales es decir se recogió directamente, a través del objeto de análisis que son los cueros curtidos, posterior al proceso de curtición, utilizando la combinación tara con oxazolidina.

3.10. Técnicas de Análisis de datos

Los datos obtenidos después de los experimentos en laboratorio, es decir los resultados físicos mecánicos y sensoriales del cuero y producto confeccionado se tabularon utilizando el programa estadístico infostat versión

10, y la hoja de cálculo estadístico Excel 2013, para el caso de las estadísticas descriptivas., también se utilizaran gráficos para visualizar los resultados.

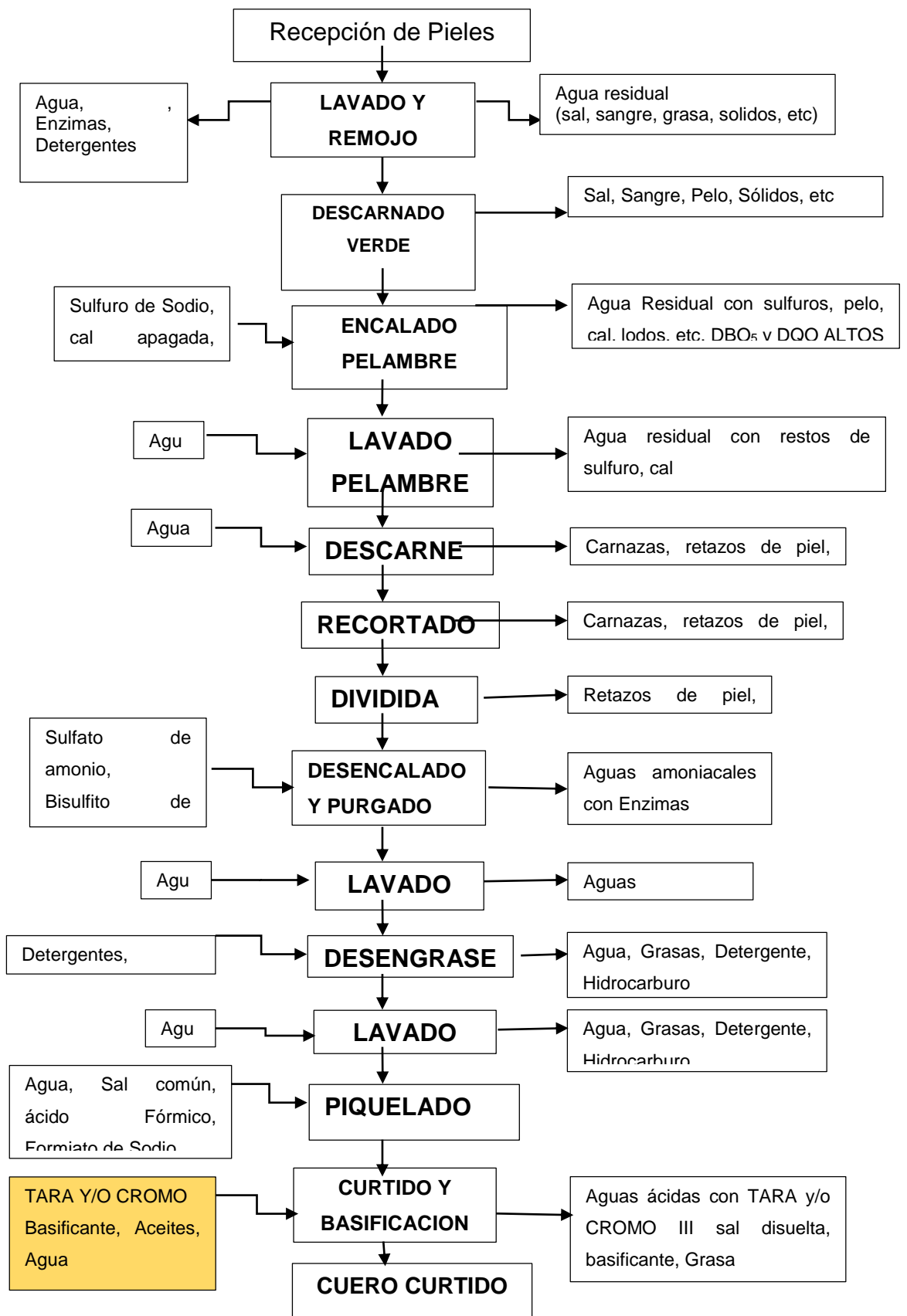
3.11. Procedimiento experimental

En la primera y segunda fase se utiliza un diseño completamente al azar porque las unidades experimentales son homogéneas, se trabaja con un solo tipo de pieles, se cumple con el principio de ortogonalidad es decir que el intervalo en los niveles de producto es el mismo. Se realizó en un ambiente controlado y el número de tratamientos es independiente al número de repeticiones. En la tercera fase se compara los mejores tratamientos de la fase uno con el mejor tratamiento de la fase dos utilizando una estadística descriptiva (media mediana y moda) e inferencial (varianza y desviación estándar).

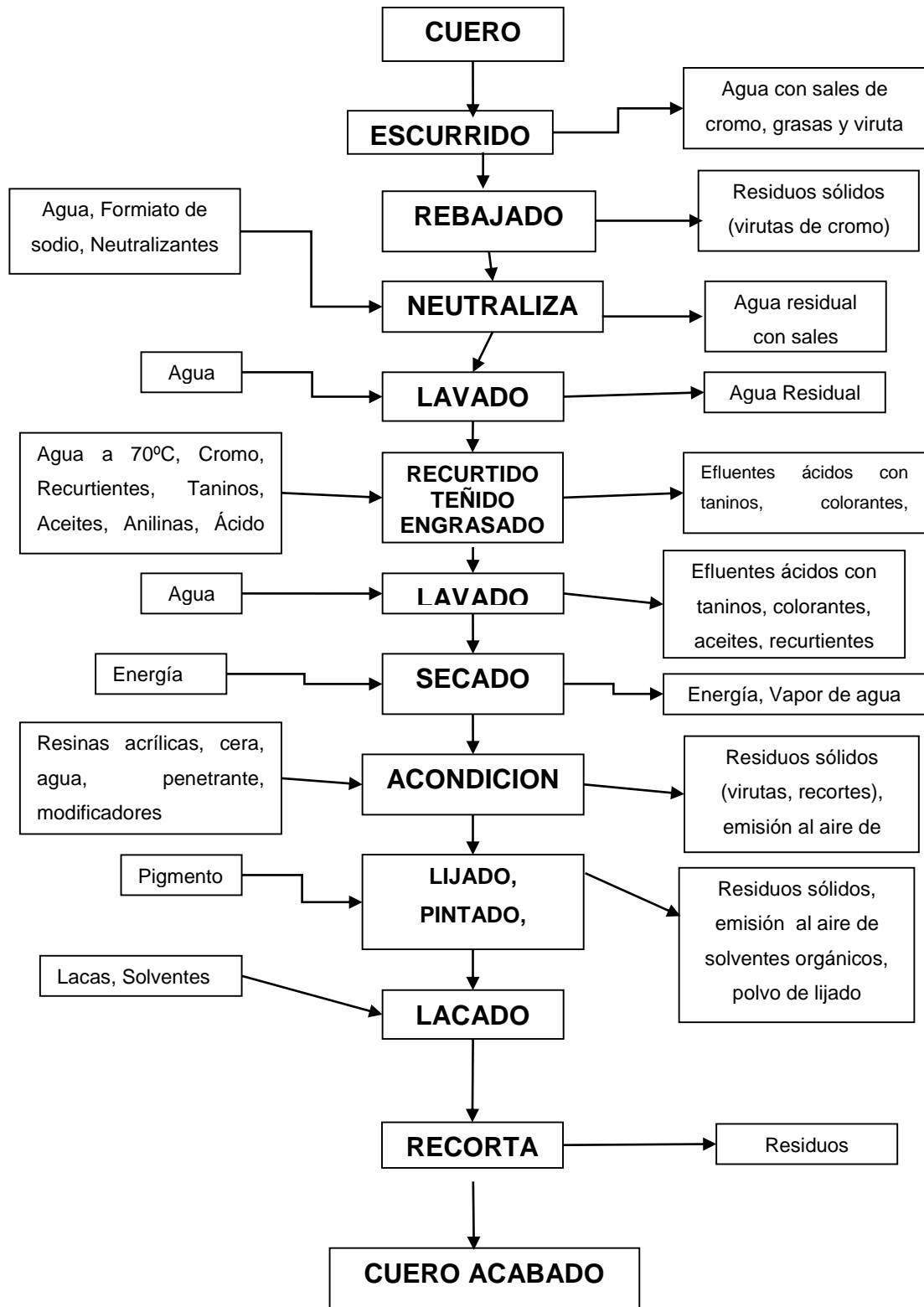
El proceso de transformación de la piel en cuero acabado, constituyeron diferentes procesos, cada uno de ellos se relacionó directamente con la calidad del producto terminado, existen dos tipos de procesos los de ribera (pre-curtición) y los procesos de acabado (post-curtición), todo el conjunto constituye los procesos de curtición, estos procedimientos detallados a continuación realizado la respectiva división de los procesos, estas técnicas empleadas en el cuero para su transformación final constituyeron alrededor de 4 procesos que desarrolla actualmente la empresa mediante hojas de producción, los cuales son: Pelambre, Curtido, Neutralizado-Teñido y Engrase y Acabado en seco (Cerato).

Todos los procedimientos con excepción del curtido fueron constantes para las tres fases de la investigación; puesto que, se utilizó el mismo peso de pieles, reactivos y las mismas condiciones experimentales en un medio controlado, en una búsqueda de no afectar los resultados obtenidos de las pruebas físicas y sensoriales objeto de estudio en la presenta investigación y determinaron la calidad que tuvo el producto final; cada uno de los cuales son detallados a continuación, en los siguientes diagramas.

3.11.1. Diagrama de flujo del proceso de curtido empleado



Elaborado: Puente, Cesar 2017.



Elaborado: Puente, Cesar 2017.

3.11.2. Remojo

El remojo constituyó el primer paso para la transformación de las pieles en cuero, donde estas se pesaron, se trasladaron a un tanque específico para el remojo, se adiciono 150% de agua de la cisterna que se encontró a una temperatura ambiente 14°C y 1,00% de tenso activos-directo (con relación al peso de las pieles) por veinticuatro horas, y así se pudo retirar las diferentes impurezas que traen consigo las pieles que fueron: estiércol, restos de sangre, polvo, que afectan directamente al proceso de transformación; así como también, provocar la hidratación de la estructura fibrilar del colágeno, pérdida en el proceso de conservación; eliminación de proteínas hidrosolubles en agua. Para preparar a los siguientes procesos, al transcurrir ese tiempo, las pieles fueron colocadas en perchas por un período de tres horas.

3.11.3. Pelambre

Cuando las pieles fueron remojadas, se procedió al pelambre que fue una etapa de hidrolisis química. Las pieles fueron nuevamente pesadas y depositadas en el bombo, al mismo, que se le agrego 100% agua, 4,00 % de cal- $\text{Ca}(\text{OH})_2$ directo y 2,50% de sulfuro de sodio Na_2S (con relación al peso de las pieles), y se rodó el bombo a 8 prm por un tiempo de cuatro horas, en esta etapa de manera agresiva se atacó a la piel con agentes químicos que lograron la ruptura de su estructura proteica primaria; así como también, generó que el colágeno de la piel sufra un hinchamiento. Después que se cumplió el tiempo estipulado, se dejó reposar el bombo con las pieles por el mismo tiempo de cuatro horas, se procedió a girar el bombo nuevamente por una hora y se procedió a descargar las pieles de equipo.

3.11.4. Calero

A continuación se pesaron las pieles y se realizó la formulación del calero, en donde se añadió al bombo 100% de agua y 0,10% Cal- $\text{Ca}(\text{OH})_2$ directo (añadido en forma cronológica durante veinticuatro horas mientras giró el bombo a 8 rpm). Para lograr una mayor hidratación de las pieles y remover

todos los restos de pelo que permanecen en la piel, para comprobar si ya estuvieron listos tomamos una piel y se verifico si está a eliminado toda el pelo. Transcurrido este tiempo se eliminó el baño, y se colocó nuevamente en percha por 2 horas.

3.11.5. Descarnado y Dividido

Posteriormente, se dio el proceso mecánico de descarnado y dividido, ya que después del calero las pieles quedaron hinchadas por el proceso de hidrolisis química, en esta etapa se ajustó el grosor de las pieles para que puedan penetrar los productos químicos que se utilizaron en las siguientes etapas, este proceso se realizó en una maquina descarnadora que constituyo de dos rodillos y una cuchilla, los rodillos son movibles para ajustar el calibre, después de ajustar el calibre deseado se hizo pasar la piel por los rodillos donde se comprimió y en la parte superior la cuchilla removi6 el exceso de piel, con lo cual el calibre quedo ajustado y la piel restante fue sometida a un proceso de control en donde si fue la piel de tamaño considerable continu6 con las etapas de transformación y si no fue lo suficiente grande se coloc6 en un contenedor para darle otra disposici6n final.

Después que se termin6 esta etapa se obtuvo una piel hidratada, eliminada impureza sin pelo y con el grosor deseado, en la tabla 9, se puede observar las partes que conformaron el proceso de pelambre, que se utiliz6 en el tratamiento de las pieles de bovino en la empresa Cuero el ALCE, como se describe en la tabla 13.

Tabla 13: Detalle del proceso de pelambre aplicado a las pieles bovinas
pieles bovinas que serán tratadas con cromo y las tratadas con
tara + 5 % de oxazolidina.

Proceso	% Peso	Productos Observaciones	°c	Duración	pH
Partir cuero y pesar					
Remojo	150 1	Agua de cisterna Tenso activos directo	ambien -	24 horas	
Ecurrir		Colocar en percha		3 horas	
Pesar		Pasar al bombo			
Pelambre	100 4	Agua Cal - Ca(OH)_2 directo	ambien		
	2.5	Sulfuro de sodio - Na_2S - directo	-	mover 4 horas	4
Descansar				4 horas	
Mover				1 hora	
Descargar					
Calero	100 0.1	Agua Cal - Ca(OH)_2 directo	ambien -	24 horas	
Descargar, Perchar, Dividir., Continúa con la curtición					

Fuente: elaboración propia

3.11.6. Desencalado

Posterior al procesos de pelambre y dividido, las pieles quedaron con un exceso de hidróxido de calcio y sulfuro de sodio, los cuales son agentes que no permitieron la curtición de las pieles, ya que el pH es demasiado básico lo que no permite la acción del agente curtiente, con el desencalado se eliminó estas sustancias, a las pieles que se encontraron en el bombo se le agregó nuevamente 150% y se adicionó 2,0% de Sulfato de amonio - $(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4$ - directo, se dejó rodar el bombo a 8 rpm por 1 hora, luego se adicionó 0,50% Bisulfito de sodio - $(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5)$ – directo y se giró el bombo por 30 minutos.

3.11.7. Rendido y piquelido

Al terminar el desencalado y proceder a la etapa de rendido, en esta etapa, lo que se hizo fue una eliminación de otros productos que no permitieron la curtición como son grasas y proteínas no solubles, además de que se redujo el hinchamiento de las fibras de colágeno, ya que la adición de enzimas en el proceso permitió que se dé una hidrólisis topográfica, que consistió en la degradación del colágeno en su interior. Para ello se agregó 1,00% de Rendido-directo y se hizo girar el bombo por un tiempo de 90 minutos, después se escurrieron las pieles y se le realizó 2 lavados, en donde cada lavado se le adiciono 150% de agua en el bombo por un periodo de 20 minutos, al realizar el lavado se procedió a realizar la prueba de feloftaleina la cual fue transparente, siendo el resultado esperado.

La operación del piquelado constituyó el interrumpir el efecto enzimático que comenzó en la etapa de rendido para evitar deficiencia en el curtido, además de que se preparó a la piel de manera definitiva para proceder a la etapa de curtido ya que depende del tipo de curtición que se realizó y la cantidad de agente curtiente utilizado. Para ello se colocaron las pieles en el bombo y se adicionó 40 % de agua y 7,00% de Sal común – NaCl de una manera directa (con respecto al peso de las pieles), se procedió a girar el bombo por un periodo de 15 minutos, al pasar este tiempo se añadió 1,00% de Ácido fórmico (H-COOH) , la cual estuvo diluido en una relación 1/10, al transcurrir este período se volvió a añadir 1,00% de ácido fórmico (H-COOH), el cual estuvo diluido en una relación 1/10,

Las pieles piqueladas debieron volver a un estado de hidratación adecuado como para poder iniciar el proceso de curtición. Además, pieles piqueladas debieron llegar a un valor pH menos ácido, considerándose el valor pH 4-4,5 como perfectamente adaptado para la curtición con extracto vegetal y el valor de pH de 2,8-3,2 para la curtición con sulfato de cromo. Al aplicar la comprobación de pH para ambos casos se obtuvo resultados que encajaron en los parámetros permisibles.

3.11.8. Curtido inorgánico y orgánico

Constituyó la base de la transformación de la piel, una materia putrescible en una imputrescible, estos procesos afectaron a la calidad final de la materia prima. Para el curtido con sulfato de cromo se adicionó los diferentes niveles 5, 6 y 7% (con respecto al peso de las pieles), se giró el bombo a una velocidad de 8 r.p.m. durante un tiempo de 60 minutos, para finalizar el proceso se elevó el valor de pH a 3,5-3,8; para lo cual se agregó un producto que es el basificante en una cantidad de 0,36 %, diluido en una relación de 1/9, para finalizar con un rodaje del bombo por un lapso de tiempo de cinco horas. Para la curtición orgánica, las pieles piqueladas con un valor de pH de 4-4,5 se adiciono el 5% de Oxazolidina de tipo E en polvo de una manera directa al bombo, se rodó el bombo a una velocidad de 6 a 8 r.p.m. por tres horas, y luego se agregó los tratamientos que fueron de 12, 15 y 18% de Tara, dividido en tres porciones y añadido cada porción con un intervalo de 60 minutos.

3.11.9. Pre-engrase

La etapa de pre-engrase que se realizo al cuero, debido a que no tuvo suficientes lubricantes como para impedir que se seque. Posteriormente a los cueros que se encontraron en el bombo, se le añadió 2,00% de Ester fosfórico y grasas sintéticas de una manera directa al equipo y se lo hizo girar por treinta minutos, después de ello se descargaron los cueros y se llevó a percha para dejar escurrir por un tiempo de doce horas. Transcurrido este período de tiempo se rebajaron los cueros hasta un espesor de 1,5 mm.

Después que se terminó esta etapa se obtuvo un cuero flexible y con agradable sensación al momento de tocarlas. En la tabla 14 y 15, se puede observar las partes y el proceso de curtición de las pieles con los diferentes niveles de cromo (5, 6, 7 %), mientras que la tabla 10 muestra el proceso de curtición con tara (12, 15, 18%) más la oxazolidina al 5%, que se utilizaron en los tratamientos de las pieles de bovino en la empresa “Cueros el Alce”.

Tabla 14: Detalle del proceso de curtición aplicado a las pieles bovinas que fueron tratadas con cromo (5, 6, 7%).

Proceso	% Peso	Productos Observaciones	°C	Duración	pH
Pesar cuero dividido					
Lavado	150		ambiente	15'	
Desencalado	150	Agua de la cisterna	ambiente		
	2,0	Sulfato de amonio - $((\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4)$ - directo		60'	
	0,5	Bisulfito de sodio - $(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5)$ - directo		30'	
Rendido	1,0	Rendido - directo		90'	
Ecurrir y lavar 2 veces	150	Agua	ambiente	20' por lavado	
		Prueba de fenolftaleína - dar transparente			
Piquelado	40	Agua cisterna	ambiente		
	7.0	Sal común - NaCl - directo comprobar 8°Be^1		15'	
	1,0	Ácido fórmico - $(\text{H}-\text{COOH})$ - dilución 1/10		30'	
	1,0	Ácido fórmico - $(\text{H}-\text{COOH})$ - dilución 1/10 comprobar pH		60	<3 ²
Curtición	5/6/7	Sulfato básico de cromo: Ecotan B		1 HORAS (baño toda la noche)	
	0,36	Basificante Comparar el pH (3,8 - 4,2) y atravesado		5 horas	
Pre-engrase	2	Ester fosfórico y grasas sintéticas - directo		30'	
Ecurrir y descargar					
Raspar rebajar	o	En 1,5 mm de espesor		12 horas	

Nota: ¹ Si no se alcanza, se adiciona tomas sucesivas de 0,20% de cloruro de sodio.

² Si el pH >3, se adicionan tomas sucesivas de 0,20% de ácido fórmico.

Fuente: elaboración propia

Tabla 15: Detalle del proceso de pelambre aplicado a las pieles bovinas que fueron tratadas con tara (12, 15, 18%), más 5% de Oxazolidina.

Proceso	% Peso	Productos observaciones	°c	Duración	Ph
Pesar		cuero			
dividido					
Lavado	150		ambiente	15'	
Desencalado	150	Agua de la cisterna	ambiente		
	2,0	Sulfato de amonio $-(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ - directo		60'	
	0,5	Bisulfito de sodio $-(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5)$ - directo		30'	
Rendido	1,0	Rendido - directo		90'	
Escurrir y lavar 2 veces	150	Agua	ambiente	20'	por lavado
		Prueba de fenolftaleína - dar transparente			
Piquelado	40	Agua cisterna	ambiente		
	7,0	Sal común - NaCl - directo comprobar 8°Be^1		15'	
	1,0	Ácido fórmico - $(\text{H}-\text{COOH})$ - dilución 1/10		30'	
	1,0	Ácido fórmico - $(\text{H}-\text{COOH})$ - dilución 1/10 comprobar pH		60	$<3^2$
Curtición	5	Oxazolidina tipo E. directo Comprobar atravesado		3 HORAS (baño toda la noche)	
	4/5/6	Tara - directo		60'	
	4/5/6	Tara - directo		60'	
	4/5/6	Tara. Comparar el pH (5.0 - 5.5) y atravesado		60'	
Pre-engrase	2	Ester fosfórico y grasas sintéticas - directo		30'	
Escurrir y descargar		Perchar		12 horas	
Escurrir		Raspar o rebajar		En 1,5 mm de espesor	

Nota: ¹ Si no se alcanza, se adiciona tomas sucesivas de 0,20% de cloruro de sodio.

² Si el pH >3 , se adicionan tomas sucesivas de 0,20% de ácido fórmico.

Fuente: elaboración propia

3.11.10. Neutralización-Teñido-Engrase

En esta etapa que continúo al proceso de curtición tanto inorgánica como orgánica; se trató de trabajar de igual manera para los dos sistemas de curtición y que la influencia por proceso fue la menor posible en el cuero final de cada una de las fases experimentales, este proceso consto de 5 etapas las que fueron:

3.11.11. Remojo y neutralizado

Para el remojo o rehidratación de los cueros rebajados a un calibre de 1,5 mm; se procedió a pesar los cueros e introducirlos en el bombo y giro a una velocidad de 14 rpm., para todos los procesos del acabado en húmedo y con este peso se preparó un baño con el 200% de agua a temperatura de 14 grados centígrados más el 0,20% de ácido fórmico diluido en relación 1/10, para disminuir el valor pH a 3,2; se colocó 0,20% de tenso activo que fue agregado de una manera directa al bombo, para romper la tensión superficial del agua y facilitó la re-humectación del cuero.

Para el neutralizado se preparó un baño con el 100% de agua a temperatura ambiente al cual se le adiciono el 1,00% Formiato de sodio, en cual fue colocado de una manera directa al equipo, se rodó durante 15 minutos, se le añadió el 1% de Bicarbonato de amonio el mismo que fue diluido en relación 1/10, y se procedió a rodar durante 90 minutos, se eliminó el baño y se realizó un lavado con 40% de agua a temperatura ambiente.

3.11.12. Recurtido, Teñido Engrase y fijación

- La etapa de recurtido pretendió mejorar las características, este tratamiento agregó mayor estructura a los cueros, pero también, gracias a la fase de engrasado con aceites específicos, añadió suavidad y resistencia. Para ello se preparó un baño con el 100% de agua a temperatura ambiente, se añadió el 3% de rellenante de faldas el cual fue agregado de manera directa y se rodó el bombo durante 15 minutos.

- Para el teñido y engrase se procedió al mismo baño se le adicionó el 3% de anilina diluida en una relación 1/10, y giro el bombo durante 30 minutos y se agregó el 100% de agua a 40 grados centígrados más el 2% de grasa trioleina sulfatada (SINTOL YY707), 4% de grasa hidrofugante (SYNTOL WWP), y se giró durante 30 minutos, se adicionó 2% de dispersante de grasa con 30 minutos de rodaje.

Fijación: Para fijar las grasas se adicionó 1% de ácido fórmico diluido 1/10, se giró durante 30 minutos y nuevamente se adicionó 1% de ácido fórmico en la misma condición que el anterior y se rodó durante 30 minutos; al eliminar el baño extrayendo los cueros y se perchó por veinticuatro horas para poder secar, procediendo así a realizar el estacado y cortar. Al transcurrir este proceso se obtuvo el cuero con color y contextura agradable, en la tabla 16, se muestra el proceso de neutralización, teñido y engrase.

Tabla 16: Detalle del proceso de neutralización, teñido y engrase de las pieles bovinas que fueron tratadas con cromo y las tratadas con tara + 5 % de oxazolidina

Proceso	% Peso	Productos observaciones	° C	Duración	pH
Pesar el cuero rebajado					
Remojo	200	Agua	ambiente		
	0,2	Acido fórmico – dilución 1/10			
	0,2	Tenso activo - directo			
Neutralización	200	Agua	Ambiente		
	1,0	Formiato de sodio- directo		15´	
	1,0	Bicarbonato de amonio – dilución 1/10		90´	5.5
Ecurrido lavar	y 40	Agua	Ambiente	15´	
Recurtido	3	Rellenante de faldas - directo			
Teñido	3	Anilina o colorante dilución 1/10		30´	
Engrasado	100	Agua	40		
	2	Grasa trioleina sulfatada (SINTOL YY707) *			
	4	Grasa hidrofugante (SYNTOL WW P)*		30´	
	5	Grasa Sulfitada			

	100	Agua	40		
	2	Grasa trioleina sulfatada			
	4	Grasa hidrofugante		30'	
	2	Dispersante de grasa - agotamiento		30'	
Fijación	1	Ácido fórmico (HCOOH) - dilución 1/10		30'	
	1	Ácido fórmico (HCOOH), comprobar pH y Tc		30'	<3
Lavado final	100	Agua	Ambiente	15'	
Ecurrir y botar baño					
Sacar pieles y perchar					
24 horas					
Secado, estacado y recortado					
Operaciones de acabado en seco					

Fuente: elaboración propia

3.11.13. Acabado en seco (Cerato)

Para el acabado en seco (Cetaro) se aplicaron tres etapas.

3.11.13.1. Primera Etapa

En la primera capa se hizo un solución con 100 partes de (RD 6125), que fue cera carnauba, 50 partes de agua a temperatura ambiente que fue de 14°C y 100 partes de (Rdo /101) que fue aceite mineral para ablandar, el cual se aplicó a los cueros con ayuda de una pistola a presión se embadurno toda el cuero y se dejó reposar toda la noche, al día siguiente se plancho a una temperatura de 100° C por un tiempo de 2 segundos.

3.11.13.2. Segunda Etapa

Para la segunda capa procedió a realizar una solución con 300 % de (RDW 6037) que fue una cera natural, 500 partes de (RDW 6076) que fue una cera pulible, 100 partes de agua y 100 partes de (RDA 1092) que fue un ligante acrílico, con la utilización de tres pistolas a presión se embadurno y se dejó reposar, posteriormente se realizó el abatanar de los cueros que duro 20'

3.11.13.3. Tercera Etapa

En la tercera capa se mezcló; 10 partes de Complejo metálico pardo de acuerdo con el pigmento utilizado y 90 partes de Butil Glicol que fue el penetrante, se utilizaron 2 pistolas a presión, procediendo a embadurnar toda la piel hasta alcanzar un color homogéneo. En la tabla 17, se indica el proceso de acabado en seco (Cerato), en sus tres etapas.

Tabla 17: Detalle del proceso de acabado cerato (Cera), de las pieles bovinas que fueron tratadas con cromo y con tara + 5 % de Oxazolidina.

PRODUCTO (Nombre comercial Dyes Andina)	PRODUCTO	A	B	C	PROCESO
RD 6125	Cera carnauva	100			A: 1 pistola fuerte, Reposo la noche Planchar: Sand Blast : 100o C, 2 seg.
Agua	Agua	50			
Rdo 7101	Aceite mineral ablandar	100			
RDW 6037	Cera natural		300		B: 3 pistolas fuertes, reposo Abatanar 20 min
RDW 6076	Cera pulible		500		
Agua	Agua		100		C: 2 pistolas hasta igualar el color
RDA 1092	Ligante acrílico		100		
Complejo metálico pardo	Tipo de pigmento			10	
Butil Glicol	Penetrante			90	

Fuente: elaboración propia.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Primera Fase

4.1.1. Evaluación de las calificaciones físico mecánicas de los cueros vacunos curtidos con diferentes niveles (5, 6 y 7%), de cromo.

Los resultados de los análisis realizados en el laboratorio respecto a las pruebas físico-mecánicas de tracción, elongación y desgarró para la primera fase, se resumen la tabla 18.

Tabla 18: Resumen de los resultados del análisis físico mecánico del cuero primera fase

Niveles	Repetición	Tracción (N/cm ²)	Elongación (%)	Desgarro (N)
5 % Cromo	1	2000,00	77,50	56,22
	2	1325,00	52,50	59,82
	3	1200,00	57,00	51,91
	4	1060,94	47,50	51,71
	5	1119,64	50,00	52,10
6 % Cromo	1	1857,14	115	59,48
	2	1524,11	75,00	51,11
	3	2267,86	72,50	51,98
	4	1866,67	65,00	52,00
	5	1921,88	75,00	52,13
7 % Cromo	1	1946,38	70,00	51,20
	2	2000,00	71,92	59,23
	3	2200,00	110	57,20
	4	2183,33	115	55,40
	5	1957,14	105	56,20

Fuente: elaboración propia

4.1.1.1. Resistencia a la tracción

Al realizar el análisis de un diseño completamente al azar se tienen los siguientes resultados:

Tabla 19: ANOVA o prueba de homogeneidad y prueba de Tukey para resistencia a la tracción.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0,05	Fisher 0,01	Prob	Sign
Total	14	2323705.22	165978.94					
Tratamiento	2	1400726.57	700363.28	9.11	3.89	6.93	0.00	ns
Error	12	922978.645	76914.887					

Separación de medias por Tukey

Niveles de cromo	Media	Grupo
5%	1341.12	a
6%	1887.53	a
7%	2057.37	a

Fuente: elaboración propia

La primera fase de investigación que comprendió la curtición de cueros vacunos curtidos con diferentes niveles de cromo (5, 6 y 7%), identificó que para la resistencia a la tracción se aprecian diferencias altamente significativas ($P < 0,05$), por efecto de la curtición con diferentes niveles de cromo, estableciéndose los resultados más altos al utilizar 7% de cromo (T3), con 2057,37 N/cm²; y que descendieron en los cueros curtidos con 6% de cromo (T2), con 1887,53 N/cm²; mientras tanto que las respuestas más bajas fueron reportadas por los cueros a los que se aplicó 5% de cromo (T1), con respuestas de 1341,12 N/cm².

Es decir, que los resultados más altos se obtuvo al utilizar mayores niveles de cromo, ya que se consigue el fortalecimiento del entretejido colagénico de tal manera que las fibras de colágeno soporten fuerzas multidireccionales a las que son sometidas en el momento del armado o del uso diario que impiden su ruptura prematura y con ello la vida útil del cuero disminuya así como su calidad y precio como indica la tabla 20.

Tabla 20. Prueba de normalidad de residuos y homogeneidad de varianza, para la resistencia a la tensión

Niveles		SHAPIRO-WILK			Normalidad
		Estadístico	gl	Sig.	
Resistencia a la Tensión	1.00	0.78	5	0.055	normal
	2.00	0.93	5	0.605	normal
	3.00	0.81	5	0.089	Normal

Los datos de resistencia a la tensión de los cueros bovinos curtidos con diferentes niveles de cromo se ajustan a una distribución normal es decir se comportan normal

Prueba de homogeneidad de varianzas				
	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Resistencia a la tracción	.981	2	12	0.403

Las varianzas de los tres tratamientos son iguales o tienen homocedasticidad por lo tanto se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alternativa.

4.1.1.2. Porcentaje de elongación

Al realizar el análisis de un diseño completamente al azar se tienen los siguientes resultados:

Tabla 21: ANOVA o prueba de homogeneidad y prueba de Tukey para porcentaje de elongación.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0,05	Fisher 0,01	Prob	Sign
Total	14	7606.78	543.34					
Tratamiento	2	3591.29	1795.65	5.37	3.89	6.93	0.02	**
Error	12	4015.49	334.62					

Separación de medias por Tukey		
Niveles de cromo	Media	Grupo
5%	56.90	a
6%	80.50	a
7%	94.38	a

Fuente: elaboración propia

La evaluación del porcentaje de elongación de los cueros vacunos determinaron diferencias altamente significativas por efecto de la curtición con diferentes niveles de cromo, estableció los resultados más altos en el tratamiento T3 (7%), con respuestas de 94,38 % seguido de los valores alcanzados en el lote de cueros del tratamiento T2 (6 %), con elongaciones promedio de 80,50 %; mientras tanto que las respuestas más bajas fueron reportadas por los cueros del tratamiento T1 (5 %), 56,90%, es decir que curtir con mayores niveles de cromo se mejoró la elasticidad del cuero, se logró un alargamiento adecuado para que pase fácilmente de la forma espacial a la multidireccional al adoptar la forma del artículo que se confecciona.

Tabla 22. Prueba de normalidad de residuos y homogeneidad de varianza, para el porcentaje de elongación.

Niveles		SHAPIRO-WILK			
		Estadístico	gl	Sig.	
Porcentaje de Elongación	1.00	0.807	5	0.092	Normal
	2.00	0.736	5	0.022	Norma
	3.00	0.813	5	0.103	Norma

Prueba de homogeneidad de varianzas				
	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Elongación	1.703	2	12	0.223

Las varianzas de los tres grupos tienen homocedasticidad

4.1.1.3. Resistencia al desgarró

Al realizar el análisis de un diseño completamente al azar se tienen los siguientes resultados:

Tabla 23: ANOVA para resistencia al desgarró

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0,05	Fisher 0,01	Prob	Sign
Total	14	2935.32	209.67					
Tratamiento	2	498.45	249.22	1.23	3.89	6.93	0.33	ns
Error	12	2436.87	203.07					

Separación de medias por Tukey

Niveles de cromo	Media	Grupo
5%	54.35	a
6%	53.67	a
7%	55.85	a

Fuente: elaboración propia

La evaluación estadística de la resistencia al desgarró determinó diferencias altamente significativas por efecto de la curtición con diferentes niveles de curtiente cromo, se estableció los resultados más altos en el lote de cueros del tratamiento T3 (7%), ya que los resultados fueron de 55,85 N, seguido de los valores alcanzados por los cueros del tratamiento T1 (5%), que registraron promedios de 54,35 N; en tanto que, los valores más bajos fueron determinados en los cueros del tratamiento T2 (6%), con valores de 53,67 N. Es decir que el nivel adecuado de curtiente mineral es 7%, puesto que se alcanzó una mayor resistencia del cuero a rasguños con su propia superficie o con cuerpos extraños que debilitan el entretejido fibrilar y se provocó fisuras que terminan en un envejecimiento prematuro.

Tabla 24. Prueba de normalidad de residuos y homogeneidad de varianza, para la resistencia a la tracción.

Niveles		SHAPIRO-WILK						
		Estadístico	gl	Sig.				
Desgarro	1.00	.335	5	.069	.804	5	.088	normal
	2.00	.437	5	.002	.656	5	.003	
	3.00	.240	5	.200*	.946	5	.712	Normal

PRUEBA DE HOMOGENIDAD DE VARIANZAS				
	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Desgarro	.299	2	12	.747

Las varianzas de los tres grupos tienen homocedasticidad

Tabla 25: Evaluación de las calificaciones físicas de los cueros vacunos curtidos con diferentes niveles (5,6 y 7%), de cromo.
(Primera fase)

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	NIVELES DE CROMO,%			EE	Prob	Sign	CV
	5%	6%	7%				
	T1	T2	T3				
Resistencia a la tracción (N/cm ²)	1341,12	1887,53	2057,37	129,46	0,0142	ns	16,43
Porcentaje de elongación (%)	56,90	80,50	94,38	6,78	0,0056	**	19,62
Resistencia al desgarro (N)	54,35	53,67	55,85	1,32	0,157	ns	5,4

Fuente: elaboración propia

Tabla 26: Criterio técnico de la evaluación de las calificaciones físicas de los cueros vacunos curtidos con diferentes niveles (5,6 y 7%), de cromo. (Primera fase)

Prueba Física	Norma Técnica	Parámetros	Criterio Técnico
Resistencia a la tracción (N/cm ²)	IUP 6 (2002)	800 N/cm ² a 1500 N/cm ²	En este método de curtido es muy importante las bases para nivelar el pH o alcalinidad de la piel y su solubilidad para que el curtido penetre bien a la piel y con ello se refuerce el entretejido fibrilar para que al someter al cuero a fuerzas multidireccionales no se provoque daño o rotura desmejorando la calidad y por ende el precio en el mercado. Los diversos compuestos de cromo (Cr) representan una gran amenaza al ambiente y al hombre debido a sus efectos nocivos. (Soler, 2004).
Porcentaje de elongación (%)	IUP 8 (2002)	mínimo 40%	El curtido se realiza utilizando sales y ácidos de cromo, para lo cual a las piezas de cuero vacuno teñidas por este procedimiento se les llama también "cuero azul", por el tono gris-azulado que da al cuero antes del teñido. El cuero obtenido es suave, flexible, resistente al agua (no se mancha ni pierde ni el color o la forma al mojarse), y permite el teñido posterior con toda la gama de colores imaginables. La mayoría de las empresas curtidoras trabajan actualmente con este método, y los resultados son muy satisfactorios ya que se consigue un

	<p>cuero con mayor elasticidad y sobre todo resistente, debido a que el cromo ingresa profundamente en el entretrejido fibrilar transformando totalmente a todas las fibras para permitir el curtido adecuada y con ello la penetración de los productos químicos post-curtición, sobre todo de las diferentes capas del acabado que son las que realzan la belleza natural de la piel.(Hidalgo, L. 2004)</p>
<p>Resistencia al desgarro (N)</p> <p>IUF 450 50 ciclos al (2002)</p>	<p>El cromo es el agente curtiente con mayor astringente que existe en la naturaleza, esto se debe a su naturaleza anfótera, su estado catiónico permite enlazarse con el colágeno formando puentes peptídicos y rompiendo la estructura interna del colágeno generando un enlace estable que soporta las condiciones ambientales (fuerzas físicas externas) esto ayuda a mejorar las características físicas del cuero, dando cueros terminados con elevada calidad. (Casa Química Bayer, 2007).</p>

Fuente: Elaboración propia

4.1.2. Evaluación de las calificaciones sensoriales del cuero vacuno curtido con diferentes niveles de cromo.

Los resultados de los análisis realizados en el laboratorio respecto a las pruebas sensoriales de llenura, finura de flor y redondez, en la primera fase, se resumen la tabla 27.

Tabla 27: Resumen de los resultados de los análisis sensoriales del cuero primera fase

Tratamiento	Repetición	Llenura	Finura de flor	Redondez
5% de Cromo	1	4	2	2
	2	3	2	3
	3	3	3	3
	4	2	4	3
	5	4	3	4
6% de Cromo	1	4	3	4
	2	5	4	5
	3	5	5	5
	4	4	5	3
	5	4	4	4
7% de Cromo	1	5	5	5
	2	5	5	4
	3	4	4	5
	4	5	4	5
	5	5	5	5

Fuente: Elaboración propia

4.1.2.1. Llenura

Al realizar el análisis de un diseño completamente al azar se tienen los siguientes resultados:

Tabla 28: ANOVA para llenura

Fuente de variacion	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0,05	Fisher 0,01	Prob	Sign
Total	14	11.73	0.84					
Tratamiento	2	6.93	3.47	8.67	3.89	6.93	0.005	ns
Error	12	4.8	0.4					

Separación de medias por Tukey		
Niveles de cromo	Media	Grupo
5%	3.20	a
6%	4.40	a
7%	4.80	a

Fuente: Elaboración propia

Los valores medios obtenidos de llenura de los cueros vacunos registraron diferencias estadísticas entre medias según el criterio Kruskal Wallis, se estableció que los resultados más altos se dieron al utilizar en la curtición 7% de cromo (T3), ya que las respuestas fueron de 4,80 puntos, en la escala propuesta por (Hidalgo, 2017), y calificación excelente; mientras tanto que las respuestas más bajas fueron determinadas en los cueros curtidos con niveles bajos de cromo es decir 5% (T1), ya que las ponderaciones son de 3,20 puntos y calificación baja según la mencionada escala, las respuestas del lote de cueros del tratamiento T2 (6%), reportaron valores e 4,40 puntos, el cual entra en la calificación buena.

Tabla 29. Prueba de normalidad de residuos y homogeneidad de varianza,
para la llenura

Niveles		SHAPIRO-WILK						
		Estadístico	gl	Sig.				
Llenura	1.00	.231	5	.200*	.881	5	.314	Normal
	2.00	.367	5	.026	.684	5	.647	Normal
	3.00	.473	5	.001	.552	5	.000	

Existe una distribución normal para dos grupos

PRUEBA DE HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS				
	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Llenura	1.412	2	12	.281

Las varianzas de los tres grupos tienen homocedasticidad

4.1.2.2. Finura de flor

Al realizar el análisis de un diseño completamente al azar se tienen los siguientes resultados:

Tabla 30: Anova para finura de flor

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0,05	Fisher 0,01	Prob	Sign
Total	14	15.73	1.12					
Tratamiento	2	8.93	4.47	7.88	3.89	6.93	0.01	*
Error	12	6.80	0.57					

Separación de medias por Tukey		
Niveles de cromo	Media	Grupo
5%	2.80	a
6%	4.20	a
7%	4.60	a

Fuente: Elaboración propia

El análisis de la variable sensorial finura de flor determinó diferencias altamente significativas ($P < 0,01$), por efecto de la inclusión de diferentes niveles de cromo a la fórmula de curtido de las pieles vacunas, se estableció los resultados más altos en los cueros del tratamiento T3 (7%), con respuestas de 4,60 punto, con calificación excelente de acuerdo a la escala de Hidalgo, L. (2017), a continuación se ubicaron los registros alcanzados en los cueros del tratamiento T2 (6%), cuyos valores son de 4,20 puntos y calificación muy buena según la mencionada escala para finalmente de acuerdo a la separación de medias según Tukey, se reportó las respuestas expuestas por los cueros del tratamiento T1 (5%), con resultados de 2,80 puntos y calificación baja. Por lo tanto se aprecia que conseguir una mejor calificación de finura de flor es conveniente la aplicación del 7% de curtiente mineral cromo.

Tabla 31. Prueba de normalidad de residuos y homogeneidad de varianza, para la finura de flor.

PRUEBAS DE NORMALIDAD								
Niveles		Shapiro-Wilk						
		Estadístico	gl	Sig.				
Finura de flor	1.00	.231	5	.200*	.881	5	.314	normal
	2.00	.231	5	.200*	.881	5	.314	normal
	3.00	.367	5	.026	.684	5	.006	

PRUEBA DE HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS				
	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Finura de flor	.330	2	12	.725

4.1.2.3. Redondez

Al realizar el análisis de un diseño completamente al azar se tienen los siguientes resultados:

Tabla 32: ANOVA para redondez

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0,05	Fisher 0,01	Prob	Sign
Total	14	14.00	1.00					
Tratamiento	2	8.40	4.20	9.00	3.89	6.93	0.00	**
Error	12	5.60	0.47					

Separación de medias por Tukey		
Niveles de cromo	Media	Grupo
5%	3.00	a
6%	4.20	a
7%	4.80	a

Fuente: Elaboración propia

En la primera fase de investigación se evaluó el efecto de los diferentes niveles de cromo que es una curtición tradicional sobre la característica sensorial de redondez del cuero que presentan diferencias altamente significativas ($P < 0,01$), entre medias se estableció las mejores respuestas en los cueros del tratamiento T3 (7%), con 4,80 puntos, y calificación excelente de acuerdo a la escala propuesta por Hidalgo, L. (2017), seguido en forma descendente de las respuestas reportadas en los cueros del tratamiento T2 (6%), con valores de 4,20 puntos y ponderación de muy buena; mientras tanto que los resultados más bajos fueron registrados en los cueros del tratamiento T1 (5%), con respuestas de 3,0 puntos y calificación buena.

Tabla 33. Prueba de normalidad de residuos y homogeneidad de varianza, para la redondez.

PRUEBA DE NORMALIDAD								
Niveles		SHAPIRO-WILK						
		Estadístico	gl	Sig.				
Redondez	1.00	0.300	5	0.16	0.883	5	0.325	Normal
	2.00	0.231	5	0.20*	0.881	5	0.314	Normal
	3.00	0.473	5	0.001	0.552	5	0.000	Normal

Los datos ajustan a la curva de normalidad.

PRUEBA DE HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS				
	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Redondez	.743	2	12	.496

Las variables tienen homocedasticidad.

Tabla 34: Criterio técnico de la evaluación de las calificaciones sensoriales de los cueros vacunos curtidos con diferentes niveles (5,6 y 7%), de cromo. (Primera fase)

Evaluación Sensorial	Criterio Técnico
Llenura	<p>El colágeno es la principal proteína que conforma la piel, cuya función es primariamente estructural. Está compuesta por fibras polipeptídicas de triples hélices que se unen por medio de puentes de hidrógeno para formar una red de fibras de colágeno. Estos grupos carboxílicos, son claves para la coordinación del cromo en la estructura de la piel, para poder curtirla y darle el cambio de propiedades, sobre todo mejoran la calidad sensorial del cuero proporcionando una llenura adecuada, al reforzar la estructura fibrosa en profundidad mejorando sus propiedades físicas, dando "cuerpo" y modificando el carácter del cuero al cromo. (Schorlemmer, 2002).</p>
Finura de Flor	<p>La piel naturalmente es muy dura ya que necesita proveerle al animal en este caso a los terneros protección contra los factores externos como son la variación climática. La piel está formada por la capa reticular que se llama así por su aspecto de red. Está compuesta por fibras gruesas y fuertes que se entrecruzan formando un ángulo aproximado de 45° con relación a la superficie de la piel; según nos vamos introduciendo las capas más profundas las fibras van tomando una orientación más horizontal siendo, al final, totalmente paralelas a la superficie de la piel. Siendo al final totalmente paralelas a la superficie de la piel, dando como resultado una finura de flor muy agradable de manera que se mejore la aceptación por parte del artesano y consumidor de artículos de cuero. (LUDWIGSHAFE, 2009)</p>

Redondez El proceso de curtido constituye la etapa básica en la fabricación de pieles. Se utilizan las sales de cromo III mucho más que las de los otros metales, porque hasta el momento presente no se conoce (o si se conoce, no se ha hecho público) otro metal o producto asequible que tenga un poder similar de formar enlaces estables con el colágeno (poder curtiente) y proporcione, una vez fijado en el colágeno, una base en la piel lo suficientemente apta para poder conseguir las cualidades que el mercado exige a los artículos de consumo fabricados en piel o cuero. (Hidalgo, L, 2004).

Fuente: elaboración propia

4.1.3. Comportamiento funcional del cuero

Tabla 35: Resumen de los resultados de los análisis del comportamiento funcional del cuero primera fase

Tratamiento	Repetición (puntos)	Pespunte (puntos)	Corte (puntos)
5% Cromo	1	4	3
	2	4	4
	3	4	3
	4	3	4
	5	4	4
6% Cromo	1	4	3
	2	5	4
	3	4	5
	4	4	4
	5	4	5
7% Cromo	1	5	4
	2	5	5
	3	4	4
	4	5	4
	5	4	5

Fuente: elaboración propia

4.1.3.1. Resistencia al Pespunte

La valoración del comportamiento funcional del cuero curtido con diferentes niveles de cromo, no identifico diferencias estadísticas entre tratamientos, observándose los resultados más altos al utilizar mayores niveles de cromo es decir el 9% ya que los resultados fueron de 4,60 puntos, de acuerdo a la escala propuesta por (OPPERMANN, <http://www.casaquimica.com>, 2017), y que descendió a 4,20 puntos y condición muy buena según la mencionada escala mientras tanto que los resultados más bajos fueron reportados en los portafolios que se confeccionaron cueros vacunos curtidos con niveles más bajos de cromo, ya que las puntuaciones medias fueron de 3,80 puntos y condición buena. Es decir que la curtición con cromo fortalece el entretejido fibrilar para que el cuero soporte el efecto del pespunte o puntada de vuelta, y sus variantes derivadas de punto hierba, punto contorno y punto divido, son una clase de puntadas de costura y bordados en el que los puntos individuales se hacen retroceder respecto a la dirección general de costura, por lo tanto requieren de un cuero muy resistente para no romperse especialmente en las partes más blandas.

Tabla 36. ANOVA de la calificación de pespunte.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0,05	Fisher 0,01	Prob	Sign
Total	14	4.40	0.31					
Tratamiento	2	1.60	0.80	3.43	3.89	6.93	0.07	**
Error	12	2.80	0.23					

Separación de medias por Tukey		
Niveles de cromo	Media	Grupo
5%	3.20	a
6%	4.20	a
7%	4.60	a

Fuente: elaboración propia

Tabla 37. Prueba de normalidad de residuos y homogeneidad de varianza, para la resistencia al pespunte del artículo confeccionado

PRUEBA DE HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS				
	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
PESPUNTE	.821	2	12	.463

Las variables tienen homocedasticidad.

Pruebas de normalidad

NIVELES		Shapiro-Wilk			
		Estadístico	gl	Sig.	
PESPUNTE	5	.552	5	.000	--
	6	.630	4	.001	--
	7	.684	5	.006	--

La distribución es no normal debido a que dentro de la distribución de todos los números, existen muchos valores que son bajos o altos y por ello, el promedio no está justo al medio de toda la distribución, por lo tanto se considera que las pruebas son no paramétricas o de distribución libre

4.1.3.2. Corte

El análisis de varianza del comportamiento funcional del cuero determino que para la variable corte no se identificaron diferencias estadísticas estableciéndose las respuestas más altas al utilizar 6% de sulfato de cromo con medias de 4,40 puntos y calificación excelente, de acuerdo a la escala propuesta por (OPPERMANN, <http://www.casaquimica.com>, 2017) a continuación se aprecian las respuestas reportadas en el lote de cueros del tratamiento T2 (5%), con valores de 4,20 puntos y condición muy buena, mientras tanto que las respuestas más bajas fueron registradas por lo cueros del tratamiento T1 (7%), con valore medos de 3,60 puntos y condición muy buena, es decir que al adicionar mayores niveles de cromo en el curtido de

pieles vacunas se consigue una mayor resistencia al corte de cada una de las piezas que conformaran los portafolios.

Tabla 38. ANOVA de la calificación de pespunte

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0,05	Fisher 0,01	Prob	Sign
Total	14	6.93	0.50					
Tratamiento	2	1.73	0.87	2.00	3.89	6.93	0.18	**
Error	12	5.20	0.43					

Separación de medias por Tukey		
Niveles de cromo	Media	Grupo
5%	3.60	a
6%	4.20	a
7%	4.40	a

Fuente: elaboración propia.

Tabla 39. Prueba de normalidad de residuos y homogeneidad de varianza, para la resistencia al corte del artículo confeccionado.

PRUEBA DE NORMALIDAD					
NIVELES		Shapiro-Wilk			
		Estadístico	gl	Sig.	
CORTE	5	.684	5	.006	
	6	.863	4	.272	Normal
	7	.684	5	.006	

La distribución es no normal debido a que dentro de la distribución de todos los números, existen muchos valores que son bajos o altos y por ello, el promedio no está justo al medio de toda la distribución, por lo tanto se considera que las pruebas son no paramétricas o de distribución libre.

PRUEBA DE HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS				
	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
CORTE	.604	2	12	.563

Las variables tienen homocedasticidad.

4.1.4. Evaluación Económica

Tabla 40: Evaluación económica primera fase

CONCEPTO	NIVELES DE SULFATO DE CROMO,%		
	5 % T1	6 % T2	7 % T3
Compra pieles vacunas, unidades	5	5	5
Costo por piel vacuna, \$	15,00	15,00	15,00
EGRESOS			
Valor de pieles vacunas, \$	75	75	75
Productos para el remojo, \$	22,95	22,95	22,95
Productos para el curtido, \$	45,5	55,5	65,5
Productos para engrase, \$	23,66	23,66	23,66
Productos para acabado, \$	21,8	21,8	21,8
Confección de artículos, \$	75	95	105
Total de egresos, \$	263,91	293,91	313,91
INGRESOS			
Total de cuero producido, ft ²	170	174	197
Costo cuero producido, ft ²	1,55	1,69	1,59
Cuero utilizado en confección, ft ²	97	89	99
Excedente de cuero, ft ²	73	85	98
Venta de excedente de cuero, \$	146	170	196
Venta de artículos confeccionados, \$	170,00	185,00	190,00
total de ingresos, \$	316,00	355,00	386,00
Relación Beneficio costo	1,20	1,21	1,23

Fuente: Elaboración propia

4.1.5. Resumen Primera Fase

- La curtición con cromo en la actualidad es la técnica de transformación de piel en cuero más conocida entre los curtidores sin embargo de acuerdo a la legislación ambiental, no es la adecuada puesto que genera problemas al ambiente y a la salud tanto de los trabajadores como de los consumidores inclusive después de terminar su vida útil.
- En la calidad física del cuero vacuno se aprecia que al utilizar mayores niveles de cromo los resultados son los más satisfactorios específicamente de tracción (2057,37 N/cm²), porcentaje de elongación (94,38%), y desgarró (55,85 mm), superando ampliamente las exigencias de calidad de los organismos reguladores tanto a nivel nacional como internacional asegurando la competitividad en mercados sin embargo existe la premisa de que al comercializarlo se encuentra con el problema de que en algunas partes del mundo ya se conoce los efectos nocivos de este metal.
- La calidad sensorial del cuero vacuno es mayor al utilizar niveles más altos de cromo es decir 7%, ya que la llenura (4,70 puntos), firmeza de flor (4,60 puntos), y redondez (4,80 puntos), alcanzan calificaciones excelente es decir cueros con una flor muy fina suave y sobre todo que no se presente el temido efecto acartonado por estar demasiado llenos, convirtiéndose en el material adecuado para la confección de las prendas de vestir.
- El comportamiento funcional de los cueros vacunos determinó la mayor resistencia al pespunte (4,60 puntos), y al corte (4,40 puntos), al utilizar mayores niveles de cromo en el curtido de las pieles bovinas, puesto que al confeccionar los portafolios el cuero soportará mayor presión tanto el momento de cortar cada una de las piezas que conforman los portafolios como al realizar la puntada especialmente en las entalladuras o cocidos más gruesos.

4.2. Segunda Fase

4.2.1. Evaluación de las resistencias físico – mecánicas de los cueros vacunos curtidos con 5% de oxazolidina más diferentes niveles (12, 15 y 18%), de tara.

Los resultados de los análisis realizados en el laboratorio respecto a las pruebas físico mecánicas de tracción, elongación y desgarró para la segunda fase, se resumen la tabla 41.

Tabla 41: Resumen de los análisis físicos mecánicos del cuero segunda fase.

Tratamiento	Repetición	Tracción (N/cm ²)	Elongación (%)	Desgarro (N)
12 % de tara	1	2752.4	54.2	107.87
	2	2592.63	68.2	145.4
	3	1882	45.86	98.06
	4	2709.9	60	88.26
	5	1990.75	56.8	77.47
	6	2709.08	51.2	104.93
	7	2815.9	66.8	79.43
	8	1765.19	63.4	120.62
	9	2829.91	66.2	75.51
	10	2967.6	62.8	114.73
15 % de tara	1	2384	60.8	64.72
	2	2267.06	58.2	105.91
	3	2052.93	44.5	103.95
	4	2444.11	59	108.85
	5	2014.82	42	83.35
	6	4065.98	64.4	111.79
	7	3311.63	55.4	116.3
	8	4265.89	70.4	143.18
	9	3244.36	52.5	101.01
	10	2500.69	62.11	74.53

18% de tara	1	2684.57	63.2	119.64
	2	2177.07	63.2	109.83
	3	2641	51.2	97.08
	4	1639.11	56.4	101.99
	5	1930.68	64.2	116.7
	6	3887.63	72	126.5
	7	2801.9	63.6	108.85
	8	3620	54.4	108.85
	9	3447.41	65.8	140.23
	10	2347.05	61.4	148.08

Fuente: elaboración propia

4.2.1.1. Resistencia a la tracción

Al realizar el análisis de un diseño completamente al azar se tienen los siguientes resultados:

Tabla 42: Anova para resistencia a la tracción.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0,05	Fisher 0,01	Prob.	Sign
Total	29	13374165.77	461178.13					
Tratamiento	2	635500.56	317750.28	0.67	5.49	3.35	0.52	ns
Error	27	12738665.21	471802.42					

Separación de medias por Tukey		
12%	2501.54	a
15%	2855.15	a
18%	2717.64	a

Fuente: elaboración propia

Los valores de la resistencia a la tracción de los cueros vacunos, no determinaron diferencias estadísticas ($P < 0,05$), por efecto de la inclusión de diferentes niveles de *Caelsalpinia Spinoza* (tara), en combinación con 5 % de oxazolidina, se estableció los resultados más altos en los cueros del tratamiento T2 (15%), con 2717,64 N/cm², seguido de los reportes del tratamiento T3 (18%), con respuestas de 2855,15 N/cm²; mientras tanto que, las respuestas más bajas son reportadas en los cueros del tratamiento T1 (12 %), con medias de tracción de 2501,54 N/cm², como indica en la tabla 43.

Tabla 43. Prueba de normalidad de residuos y homogeneidad de varianzas, para la resistencia a la tracción.

Prueba de homogeneidad de varianzas				
	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Resistencia a la Tracción	2.213	2	27	.129

Las variables tienen homocedasticidad.

PRUEBAS DE NORMALIDAD					
Niveles	Shapiro-Wilk				
	Estadístico		gl	Sig.	
Resistencia a la Tracción	12.00	.812	10	.020	Normal
	15.00	.867	10	.091	Normal
	18.00	.958	10	.761	Normal

4.2.1.2. Porcentaje de elongación

Al realizar el análisis de un diseño completamente al azar se tienen los siguientes resultados:

Tabla 44: Anova para porcentaje de elongación

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0,05	Fisher 0,01	Prob	Sign
Total	29	1610.42	55.53					
Tratamiento	2	106.86	53.43	0.96	5.49	3.35	0.40	ns
Error	27	1503.57	55.69					

Separación de medias por Tukey		
12%		a
15%		a
18%		a

Fuente: elaboración propia

El porcentaje de elongación de los cueros vacunos no determinó diferencias estadísticas ($P > 0,05$), por efecto de la inclusión de diferentes niveles de tara en combinación con oxazolidina, se estableció los resultados más altos en el tratamiento T3 (18%), con 61,54 %, y que descendió a 59,55% en los cueros del tratamiento T1 (12%), mientras tanto que los valores más bajos de elongación son reportados por el tratamiento T2 (15%), con respuestas de 56,93%. Es decir que al combinar la oxazolidina con la tara proporciona mayor elasticidad y alargamiento a la fibra del colágeno para pasar fácilmente de la forma plana la espacial al realizarse el moldeo del artículo final en este caso portafolios, que deben presentar una elegancia insuperable al ser un artículo

Tabla 45. Prueba de normalidad de residuos y homogeneidad de varianza, para el porcentaje de elongación.

PRUEBA DE HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS				
	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Porcentaje de Elongación	.648	2	27	.531

Las variables tienen homocedasticidad.

PRUEBAS DE NORMALIDAD				
Niveles	Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl	Sig.	
Elongacion	12.00	0.937	10	0.525
	15.00	0.957	10	0.755
	18.00	0.945	10	0.610

4.2.1.3. Resistencia al desgarro

Al realizar el análisis de un diseño completamente al azar se tienen los siguientes resultados:

Tabla 46: Anova para la resistencia al desgarro

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0,05	Fisher 0,01	Prob.	Sign
Total	29	13212.07	455.59					
Tratamiento	2	1811.02	905.51	2.14	5.49	3.35	0.14	ns
Error	27	11401.05	422.26					

Separación de medias por Tukey		
12%	101.23	a
15%	101.36	a
18%	117.78	a

Fuente: elaboración propia

La evaluación de la resistencia al desgarro no determinó diferencias estadísticas ($P > 0,05$), por efecto de la aplicación de diferentes niveles de tara en combinación con Oxazolidina, se establece las respuestas más altas en el tratamiento T3 (18%), con 117,78 N, seguido de los cueros del tratamiento T2 (15 %) con 101,36 N, mientras tanto que las respuestas más bajas alcanzaron los cueros del tratamiento T1 (12 %), con 101,23 N. Es decir, que a mayores niveles de tara combinada con Oxazolidina se consiguió una mayor resistencia al desgarro de los cueros vacunos; es decir que, al frotar las superficies sea entre sí o con cuerpos extraños no se produce daños ni en la superficie de la piel ni en su estructura interna.

Tabla 47: Evaluación de las resistencias físicas de los cueros vacunos curtidos con 5% de oxazolidina mas diferentes niveles (12, 15 y 18%), de tara

RESISTENCIAS FÍSICAS	NIVELES DE TARA MAS 5% DE OXAZOLIDINA			CV	EE	Sign	Prob
	12%	15%	18%				
Resistencia a la tracción (N/cm ²)	2501,54 a	2855,15 a	2717,64 a	25,52	217,21	0,52	ns
Porcentaje de elongación (%)	59,55 a	56,93 a	61,54 a	12,58	2,36	0,40	ns
Resistencia al desgarro (N)	101,23 a	101,36 a	117,78 a	19,24	6,50	0,14	ns

Fuente: elaboración propia

Tabla 48: Descripción técnica de la evaluación de las resistencias físicas de los cueros vacunos curtidos con 5% de oxazolidina más diferentes niveles (12, 15 y 18%), de tara

Prueba Física	Norma Técnica	Parámetros	Criterio Técnico
Resistencia a la tracción (N/cm ²)	INEN 1061	mínimo 1500 N/cm ²	El uso de la oxazolidina que es un compuesto orgánico aromático heterocíclico, se trata de un azol con un oxígeno y un nitrógeno separados por un carbono, en combinación <i>Caelsalpinia Spinoza</i> (tara), tiene como principal ventaja permite obtener pieles curtidas con elevadas prestaciones, al tiempo que se consigue evitar la presencia de metales tanto en los residuos líquidos como en los residuos sólidos derivados del proceso de curtición, dado que hasta la fecha no existe constancia de problemas derivados del uso de la oxazolidina. De esta forma, se consigue reducir considerablemente el impacto ambiental generado durante el proceso de curtición de las pieles y también al final del ciclo de vida de las pieles, ya sea en forma de recortes de piel cuando se fabrican diferentes artículos o cuando se desechan los mismos después de su uso. (Hidalgo, L, 2004).

Porcentaje de elongación (%)	INEN 1061(2002)	mínimo 40%	Las oxazolidina son compuestos heterocíclicos saturados preparados por reacción de amino alcoholes primarios con formaldehído. En función del tipo de materias primas de partida, es posible la formación de compuestos monocíclicos o bicíclicos por lo que es posible sintetizar una gran variedad de oxazolidina partiendo de diferente amino alcoholes. Las oxazolidinas tienen una gran variedad de aplicaciones industriales: inhibidores de la corrosión, emulsionantes, diluyentes, agentes curtientes, etc, al combinarse con tanino vegetal, permite la transformación adecuada del entretejido fibrilar la cual no debe ser drástica pues producirá el debilitamiento de las fibras y fibrillas que forman el colágeno con la consecuente pérdida de elasticidad, produciéndose un cuero muy rígido que al mínimo estiramiento se romperá. (Soler, 2004).
Resistencia al desgarro (N)	NTE 0561 (1981)	INEN N mínimo de 50	Las oxazolidina son compuestos heterocíclicos saturados preparados por reacción de amino alcoholes primarios con formaldehído. En función del tipo de materias primas de partida, es posible la formación de compuestos monocíclicos o bicíclicos por lo que es posible sintetizar una gran variedad de oxazolidina partiendo de diferente amino alcoholes. Las oxazolidinas tienen una gran variedad de aplicaciones industriales: inhibidores de la corrosión, emulsionantes, diluyentes, agentes curtientes, etc, al combinarse con tanino vegetal, permite la transformación adecuada del entretejido fibrilar la cual no debe ser drástica pues producirá el debilitamiento de las fibras y fibrillas que forman el colágeno con la consecuente pérdida de elasticidad, produciéndose un cuero muy rígido que al mínimo estiramiento se romperá. (Casa Química Bayer, 2007).

Tabla 49. Prueba de normalidad de residuos y homogeneidad de varianza, para la resistencia al desgarro.

Prueba de homogeneidad de varianzas				
	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Resistencia al Desgarro	.422	2	27	.660

Las variables tienen homocedasticidad.

PRUEBAS DE NORMALIDAD					
		Shapiro-Wilk			
Niveles		Estadístico	gl	Sig.	
Desgarro	12.00	.937	10	.518	Normal
	15.00	.954	10	.716	Normal
	18.00	.928	10	.428	Normal

4.2.2. Evaluación de las calificaciones sensoriales de los cueros vacunos curtidos con 5% de oxazolidina más diferentes niveles (12, 15 y 18%), de tara

Los resultados de los análisis realizados en el laboratorio respecto a las pruebas sensoriales de llenura, finura de flor y redondez, en la segunda fase, se resumen la tabla 50.

Tabla 50: Resumen de los resultados de los análisis sensoriales del cuero
segunda fase

Tratamientos	Repeticiones	Llenura (puntos)	Redondez (puntos)	Finura de flor (puntos)
12 % de tara	1	3	3	5
	2	2	3	5
	3	2	4	5
	4	4	3	4
	5	3	4	5
	6	4	3	5
	7	3	4	4
	8	3	3	5
	9	3	4	4
	10	4	4	5
15 % de tara	1	4	4	3
	2	5	4	5
	3	4	3	4
	4	5	4	5
	5	3	4	3
	6	5	3	3
	7	4	4	5
	8	2	5	3
	9	3	5	4
	10	3	5	4
18% de tara	1	5	5	3
	2	5	5	3
	3	5	4	4
	4	5	5	3
	5	5	5	4
	6	5	4	3
	7	5	5	3
	8	5	5	3
	9	4	4	4
	10	4	5	4

Fuente: Elaboración propia

4.2.2.1. Llenura

Al realizar el análisis de un diseño completamente al azar se tienen los siguientes resultados:

Tabla 51: Anova de Llenura

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0,05	Fisher 0,01	Prob.	Sign
Total	29	30.70	1.06					
Tratamiento	2	14.60	7.30	12.24	5.49	3.35	0.00	**
Error	27	16.10	0.60					

Separación de medias por Tukey		
12%	3.10	c
15%	3.80	b
18%	4.80	a

Fuente: Elaboración propia

La valoración sensorial de llenura del cuero vacuno determinó diferencias altamente significativas ($P < 0,01$), entre medias según el criterio Kruskal Wallis por efecto de la inclusión a la fórmula del curtido de diferentes niveles de tara más 5% de oxazolidina, estableciéndose las respuestas más altas en los cueros del tratamiento T3 (18 %), ya que los resultados fue de 4,80 puntos y condición excelente según la escala propuesta por (Hidalgo, 2017), y que descendió a 3,80 puntos y condición muy buena según la mencionada escala, mientras tanto que los resultados más bajos se registraron por los cueros del tratamiento T1 (12%), que estableció promedios de 3,10 puntos y condición buena, como se indica en la tabla 52. Es decir que, para conseguir un mejor relleno del tejido interfibrilar se debió trabajar con niveles altos de curtiente vegetal.

Tabla 52. Prueba de normalidad de residuos y homogeneidad de varianza, para la llenura

PRUEBA DE HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS				
	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Llenura	3.604	2	27	.041

PRUEBAS DE NORMALIDAD					
		Shapiro-Wilk			
Niveles		Estadístico	gl	Sig.	
LLenura	12.00	.833	10	.036	Normal
	15.00	.895	10	.191	Normal
	18.00	.509	10	.000	

La distribución es no normal debido a que dentro de la distribución de todos los números, existen muchos valores que son bajos o altos y por ello, el promedio no está justo al medio de toda la distribución, por lo tanto se considera que las pruebas son no paramétricas o de distribución libre

4.2.2.2. Finura de flor

Al realizar el análisis de un diseño completamente al azar se tienen los siguientes resultados:

Tabla 53: ANOVA de Finura de Flor

Fuente de variacion	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0,05	Fisher 0,01	Prob.	Sign
Total	29	16.70	0.58					
Tratamiento	2	7.20	3.60	10.23	5.49	3.35	0.00	**
Error	27	9.50	0.35					

Separación de medias por Tukey		
12%	3.50	c
15%	4.10	b
18%	4.70	a

Fuente: Elaboración propia

La evaluación de la finura de flor de los cueros vacunos determino diferencias altamente significativas ($P < 0,01$), por efecto de la inclusión a la fórmula del curtido de diferentes niveles de tara más 5 % de oxazolidina, se determinó las respuestas más altas al utilizar 18% de tara (T3), con respuestas de 4,70 puntos y calificación excelente de acuerdo a la escala propuesta por (Hidalgo, 2017), a continuación se apreció los resultados alcanzados en el lote de cueros curtidos con el 15 % de tara (T2), ya que los valores fue de 4,10 puntos y condición muy buena según la mencionada escala mientras tanto que las respuestas de finura de flor más bajas fueron registradas en los cueros del tratamiento T1 (12%), ya que sus ponderaciones son de 3,50 puntos y condición buena.

Tabla 54. Prueba de normalidad de residuos y homogeneidad de varianza, para la finura de flor

Prueba de homogeneidad de varianzas				
	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Finura de flor	3.168	2	27	.058

Las variables tienen homocedasticidad.

PRUEBAS DE NORMALIDAD					
Niveles	Shapiro-Wilk			Sig.	
	Estadístico	gl			
Finura de flor	12.00	.594	10	.000	
	15.00	.805	10	.017	Normal
	18.00	.640	10	.000	

La distribución para los niveles 12 y 15 % de tara es no normal debido a que dentro de la distribución de todos los números, existen muchos valores que son bajos o altos y por ello, el promedio no está justo al medio de toda la distribución, por lo tanto se considera que las pruebas son no paramétricas o de distribución libre

4.2.2.1. Redondez

Al realizar el análisis de un diseño completamente al azar se tienen los siguientes resultados:

Tabla 40: Anova de Redondez

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0,05	Fisher 0,01	Prob	Sign
Total	29	20.00	0.69					
Tratamiento	2	8.60	4.30	10.18	5.49	3.35	0.00	**
Error	27	11.40	0.42					

separación de medias por Tukey		
12%	4.70	a
15%	3.90	b
18%	3.40	b

Fuente: elaboración propia

El análisis estadístico de los valores medios reportados de la redondez del cuero bovino reportaron diferencias altamente significativas ($P < 0,01$), según el criterio Kruskal Wallis, por efecto de la utilización de diferentes niveles de tara en combinación con 5% de oxazolidina, estableciéndose las respuestas más altas al utilizar 12% de tara (T1) ya que, los resultados fueron de 4,70 puntos, como se muestra en el gráfico 4.12, calificación excelente de acuerdo a la escala propuesta por (Hidalgo, 2017), a continuación se apreció los resultados alcanzados en el lote de cueros curtidos con 15 % de tara (T2), ya que las respuestas fue de 3,90 puntos y calificación muy buena; mientras tanto que, la calificación de redondez más baja se apreció en los cueros curtidos con 12% de tara con ponderaciones de 3,40 puntos y condición buena según la mencionada escala; es decir que, la opción adecuada para conseguir cueros que sean moldeables, con un buen arqueado o curvatura se consigue al utilizar mayores niveles de tara en combinación con 5% de oxazolidina.

Tabla 55. Prueba de normalidad de residuos y homogeneidad de varianzas, para la redondez

Prueba de homogeneidad de varianzas				
	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Redondez	.434	2	27	.652

Las variables tienen homocedasticidad.

PRUEBAS DE NORMALIDAD					
Niveles		Shapiro-Wilk			
		Estadístico	gl	Sig.	
Redondez	12.00	0.655	10	0.000	
	15.00	0.833	10	0.036	Normal
	18.00	0.594	10	0.000	

La distribución es no normal para los niveles 12 y 15 % debido a que dentro de la distribución de todos los números, existen muchos valores que son bajos o altos y por ello, el promedio no está justo al medio de toda la distribución, por lo tanto se considera que las pruebas son no paramétricas o de distribución libre.

Tabla 41: Evaluación de las calificaciones sensoriales de los cueros vacunos curtidos con 5% de Oxazolidina más diferentes niveles (12, 15 y 18%), de tara

CALIFICACIONES SENSORIALES	NIVELES DE TARA MAS 5% DE OXAZOLIDINA			CV	EE	Sign	Prob
	12% T1	15% T2	18% T3				
Llenura, puntos.	3,10 c	3,80 b	4,80 a	19,80	0,24	0,00	**
Finura de flor, puntos.	3,50 c	4,10 b	4,70 a	14,47	0,19	0,00	**
Redondez, puntos.	4,70 a	3,90 b	3,40 b	16,24	0,21	0,00	**

Fuente: elaboración propia

	imperfecciones propias de la piel no sean notorias es decir se presente una finura de flor homogénea. (Cordero, 2016).
Redondez	La calidad de las pieles curtidas con oxazolidina se ha comprobado mediante la fabricación de diferentes artículos de piel. En todos los caso, el proceso de fabricación se realiza de la manera habitual y no se observan diferencias en los procesos o en el aspecto final de los artículos producidos respecto a artículos realizados con pieles de curtición mineral, sobre todo en lo referente a la evaluación sensorial especialmente su redondez que es muy importante sobre todo el momento de jugar un cuero ya que al realizar dobleces repetidos no se romperá adoptando la forma del artículo que se confecciona y retomando su forma original sin quedar rasgos de las arrugas formadas. (Guardino., 2016)

Fuente: elaboración propia

4.2.3. Comportamiento del cuero en la confección de artículos de marroquinería.

Tabla 57: Resumen delos resultados de los análisis del comportamiento funcional del cuero segunda fase

Tratamiento	Repeticiones (Puntos)	Pespunte (Puntos)	Corte (Puntos)
12% de Tara	1	3	3
	2	3	3
	3	4	3
	4	4	4
	5	4	4
	6	3	4
	7	3	4
	8	5	4
	9	3	5
	10	4	5
15% de Tara	1	4	5

	2	5	4
	3	5	4
	4	5	4
	5	5	4
	6	4	5
	7	4	4
	8	4	5
	9	4	4
	10	3	4
	18% de Tara	1	5
2		5	5
3		5	5
4		5	5
5		4	5
6		4	4
7		5	5
8		5	5
9		5	5
10		5	4

Fuente: elaboración propia

4.2.3.1. Pespunte

Al realizar el análisis de un diseño completamente al azar se tienen los siguientes resultados:

Tabla 58: Anova de Pespunte

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0,05	Fisher 0,01	Prob	Sign
Total	29	17.37	0.60					
Tratamiento	2	7.27	3.63	9.71	5.49	3.35	0.00	**
Error	27	10.10	0.37					

Separación de medias por Tukey		
12%	3.60	a
15%	4.30	b
18%	4.80	b

Fuente: elaboración propia

La valoración sensorial de los artículos confeccionados con cuero curtido con diferentes niveles de *Caelsalpinia spinosa* (tara), determinó entre las medias diferencias altamente significativas observándose que las mayores puntuaciones se lograron al elaborar los portafolios con cuero del tratamiento T3, (18%), ya que la calificación alcanzada fue de 4,80 puntos y condición excelente de acuerdo a la escala propuesta por (OPPERMANN, <http://www.casaquimica.com>, 2017) y que desciende a 4,30 puntos en los artículos confeccionados con cueros del tratamiento T2 (15%), ya que las ponderaciones fue de 4,30 puntos y condición muy buena; mientras tanto que, las puntuaciones más bajas fueron registrados en los artículos del tratamiento T1 (12%), con puntuaciones de 3,60 puntos y puntuación de buena.

Al evaluar el cuero en el artículo confeccionado es muy importante considerar la capacidad que tiene para formar adecuadamente el pespunte en las zonas más complejas que conforman los maletines, considerándose que en la costura intervienen las puntadas. La puntada es la unidad de estructura resultante del entrelazamiento o formación del bucle y que atraviesa un material por uno o varios hilos.

La puntada comúnmente utilizada en marroquinería se llama doble pespunte, está generada por: una aguja que conduce al primer hilo o hilo superior y un gancho que genera el enlace mediante el segundo hilo o hilo inferior, el entrelazamiento se ubica en el medio entre las piezas inferior y superior, los hilos superior e inferior atraviesan las piezas de material y realiza el bucle que es atravesado por el hilo del gancho y produce finalmente la puntada, a esto se llama puntada con balance correcto, debiendo tomar en cuenta el tipo de cuero que debe ser el adecuado.

4.2.3.2. Corte

Al realizar el análisis de un diseño completamente al azar se tienen los siguientes resultados:

Tabla 59: Anova de Corte

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0,05	Fisher 0,01	Prob	Sign
Total	29	12.97	0.45					
Tratamiento	2	5.07	2.53	8.66	5.49	3.35	0.00	**
Error	27	7.90	0.29					

Separación de medias por Tukey		
12%	3.90	a
15%	4.30	b
18%	4.80	b

Fuente: elaboración propia

La variable sensorial corte del cuero determinó diferencias altamente significativas entre medias por efecto de la curtición con diferentes niveles de *Caelsalpinia spinosa*, más 5% de oxazolidina estableciéndose las calificaciones más altas al utilizar mayores niveles de tara (T3), ya que la calificación declarada por el juez, determinó puntuaciones de 4,80 puntos y condición excelente, y que descendió a 4,30 puntos y condición muy buena según la mencionada escala; mientras tanto que, las respuestas más bajas fueron registradas en los cueros del tratamiento T1 (12%), ya que la calificación fue de 3,90 puntos y condición buena.

Es necesario el momento de la elección de la materia prima (cuero), observar detenidamente y tener en consideración trabajar con un cuero que no se rompa fácilmente para permitir el moldeado adecuado, más bien que de la facilidad de formar aquellas piezas que requieren de un corte preciso para no dañar la belleza natural de la prenda. La piel de cuero de vaca tiene muchas propiedades haciéndola un material superior para la tapicería, ropa, sombreros, bolsas de mano, cinturones y calzado.

Es más gruesa y resistente y menos propensa a romperse que otro tipo de piel de animal. Las piezas de cuero curtidas con 18 % de *Caelsalpinia spinosa* (tara), tienen características más resistentes, suele ser de un material grueso y duradero. El bolso ha sido un amigo eficaz en el viaje del ser humano por la historia. El cazador prehistórico confeccionó bolsos con la piel de los animales para guardar los preciosos útiles de sílex. Era necesario un método que las hiciera manejables y suaves. A partir de entonces comenzó una búsqueda que duró milenios. El cortador de piel debe ser un profesional estricto seguidor de los principios de encajado y corte; con esa observancia, su trabajo es sencillo. Debe ser, además, capaz de visualizar siempre la prenda, el producto acabado, antes de iniciar el corte.

4.2.4. Evaluación Económica

La evaluación económica de los cueros vacunos curtidos con 5% de oxazolidina más diferentes niveles de tara, registró egresos de \$400,32 ; \$442,17 y de \$447,17; al utilizar 12, 15 y 18% de tara respectivamente , una vez confeccionados los portafolios y comercializados se obtuvo ingresos de \$652,00 \$649,60 y de \$653,20 en los cueros de los tratamientos T1, T2 y t3 en su orden.

Una vez determinados los ingresos y egresos se realizó el cálculo de la relación beneficio costo reportándose la rentabilidad más alta en los cueros del tratamiento T1 (12%), ya que la relación beneficio costo fue de 1,67 es decir que por cada dólar invertido se tiene una utilidad de 67%; y que

desciende a 1,47 es decir una ganancia de 47 centavos por cada dólar invertido mientras tanto que los resultados económicos más bajos fueron reportados en los cueros del tratamiento T2 con una relación beneficio costo de 1,46 o una rentabilidad del 46%.

Tabla 60: Costos de la investigación

CONCEPTO	NIVELES DE CURTIENTE TARA		
	12%	15%	18%
	T1	T2	T3
Compra de pieles vacunas, unidades	10	10	10
Costo por piel vacuna, \$	20	20	20
EGRESOS			
Valor de pieles vacunas, \$	200	200	200
Productos para el remojo, \$	38,85	38,85	38,85
Productos para el curtido, \$	45,66	87,51	92,51
Productos para engrase, \$	36,63	36,63	36,63
Productos para acabado, \$	45,84	45,84	45,84
Confección de artículos, \$	33,34	33,34	33,34
Total de egresos	400,32	442,17	447,17
INGRESOS			
Total de cuero producido, ft ²	250	248	251
Costo cuero producido, ft ²	1,20	1,20	1,20
Cuero utilizado en confección, ft ²	240	240	240
Excedente de cuero, ft ²	10	8	11
Venta de excedente de cuero, \$	12	9,6	13,2
Venta de artículos confeccionados, \$	640,00	640,00	640,00
Total de ingresos, \$	652,00	649,60	653,20
Beneficio costo	1,63	1,47	1,46

Fuente: elaboración propia.

4.2.5. Resumen Segunda Fase

- La curtición es un proceso que genera una alta contaminación ya que el curtiente universal es el cromo que fácilmente se transforma de la forma trivalente a la hexavalente que tiene inclusive efecto cancerígenos por lo tanto se busca alternativas viables para producir cueros ecológicos es decir libres de cromo, una ellas es la curtición con tara más oxazolidina que produce de acuerdo a los resultados alcanzados cueros de primera calidad.
- Las resistencia físico mecánicas del cuero determinaron la tracción más alta (2855,15 N/cm²), al trabajar con 15% de tara en combinación con oxazolidina, mientras que la mayor elongación (61,54 %), y resistencia al desgarró se alcanza con 15% de tara, sin embargo se aprecia que en todos los cueros superan las exigencias de calidad del Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), garantizando por lo tanto la viabilidad del proyecto.
- En la apreciación sensorial del cuero vacuno se registra la mejor llenura (4,80 puntos), y finura de flor (4,70 puntos), con mayores niveles de tara (18 %) mientras tanto que la mejor redondez (4,70 puntos), es percibida con niveles más bajos de tara (12%), que es una alternativa positiva de Piel Respetuosa con el Medio Ambiente, ya que es curtida con la adición del 4 % de Oxazolidina.
- La evaluación del comportamiento funcional determino las calificaciones más altas de pespunte (4,80 puntos) y corte (4,90 puntos), al utilizar 18% de tara en combinación con 5% de oxazolidina.

4.3. Tercera Fase

En la tabla 61 se describe el resumen de los resultados experimentales de la tercera fase es decir la comparación de la curtición del cromo versus el curtiente Caelsalpinia spinosa, (tara).

Tabla 61: Análisis físicos del cuero tercera fase

Tratamiento	Repeticiones	Tracción (N/cm ²)	Elongación (%)	Desgarro (N)
7% de cromo	1	1946.38	70	51.2
	2	2000.00	71.92	59.23
	3	2200.00	110	57.2
	4	2183.33	115	55.4
	5	1957.14	105	56.2
18% de tara	1	2684.57	63.2	119.64
	2	2177.07	63.2	109.83
	3	2641.00	51.2	97.08
	4	1639.11	56.4	101.99
	5	1930.68	64.2	116.7

Fuente: elaboración propia

4.3.1. Comparación de las resistencias físicas de los cueros vacunos curtidos con 7% de cromo versus la curtición con 18% de tara en combinación con 5% de oxazolidina

4.3.1.1. Resistencia a la tracción

La evaluación de la resistencia a la tracción de los cueros vacunos no determinó diferencias estadísticas entre tratamientos ($P > 0,05$), al comparar la curtición con cromo versus diferentes niveles de tara más oxazolidina, reportándose los valores más altos al utilizar la curtición con tara (T2), con

2214,49 N/cm², en comparación de la curtición con cromo (T1), con respuestas de 2057,37 N/cm², además el error típico es de 55,62 y 201,98 para los tratamientos T1 (cromo) y T2 (tara), respectivamente, los valores de las mediana registran tensiones de 2000,00 y 2177,07 N/cm², se aprecia que no existe ningún valor que se repite, es decir no hay moda, sin embargo la desviación estándar es alta con resultados de 124,36 N/cm² y 451,63 N/cm², respectivamente.

De las medidas de tendencia central y dispersión evaluadas en las estadísticas descriptivas se apreció que la resistencia a la tracción muestra mayores respuestas al utilizar en la curtición 18% de tara en combinación con 5% de oxazolidina, demostrándose al no existir diferencias estadísticas que no se desmejora la calidad del cuero, más bien existe una mayor firmeza del tejido interfibrilar pero la mejor ventaja es la calidad del ambiente. Lo que es corroborado según (Hidalgo, L, 2004) , quien menciona que la contaminación de las tierras y aguas subterráneas con cromo es un problema significativo en varias partes del mundo, especialmente en nuestro país.

Debido al alto coste y elevado tiempo de operación del método convencional de bombeo y tratamiento. Una alternativa de producción más limpia en la industria del procesamiento de pieles que resulta eficiente es la utilización de la curtición vegetal con tara que es potenciada con oxazolidina que permitan mejorar el comportamiento ambiental de las tenerías, y sobre todo la principal ventaja que presenta la curtición con oxazolidina es que permite obtener pieles curtidas con elevadas prestaciones, al tiempo que se consigue evitar la presencia de metales (cromo), tanto en los residuos líquidos como en los residuos sólidos derivados del proceso de curtición, dado que hasta la fecha no existe constancia de problemas derivados del uso de la oxazolidina.

De esta forma, se consigue reducir considerablemente el impacto ambiental generado durante el proceso de curtición de las pieles y también al final del ciclo de vida de este material, sea en forma de recortes en las fábricas de calzado o cuando se desechan los zapatos usados, ya que en la curtición.

Tabla 62: Evaluación de las resistencias físicas de las pieles vacunas curtidas con cromo versus la curtición con diferentes niveles de tara en combinación con 5% de oxazolidina.

Estadísticas Descriptivas	Resistencia a la tracción		Porcentaje de elongación		Resistencia al desgarro	
	Cromo	Tara	Cromo	Tara	Cromo	Tara
Media	2057,37	2214,49	94,38	59,64	55,85	109,05
Error típico	55,62	201,98	9,70	2,53	1,33	4,27
Mediana	2000,00	2177,07	105,00	63,20	56,20	109,83
Moda	-	-	-	63,20	#N/A	#N/A
Desviación estándar	124,36	451,63	21,68	5,65	2,97	9,54
Varianza de la muestra	15466,41	203974,13	470,20	31,97	8,80	91,10
Curtosis	-3,15	-2,05	-3,13	-0,74	1,70	-2,12
Coefficiente de asimetría	0,51	-0,14	-0,49	-1,04	-0,94	-0,21
Rango	253,62	1045,46	45,00	13,00	8,03	22,56
Mínimo	1946,38	1639,11	70,00	51,20	51,20	97,08
Máximo	2200,00	2684,57	115,00	64,20	59,23	119,64
Suma	10286,86	11072,43	471,92	298,20	279,23	545,24

Fuente: Elaboración propia

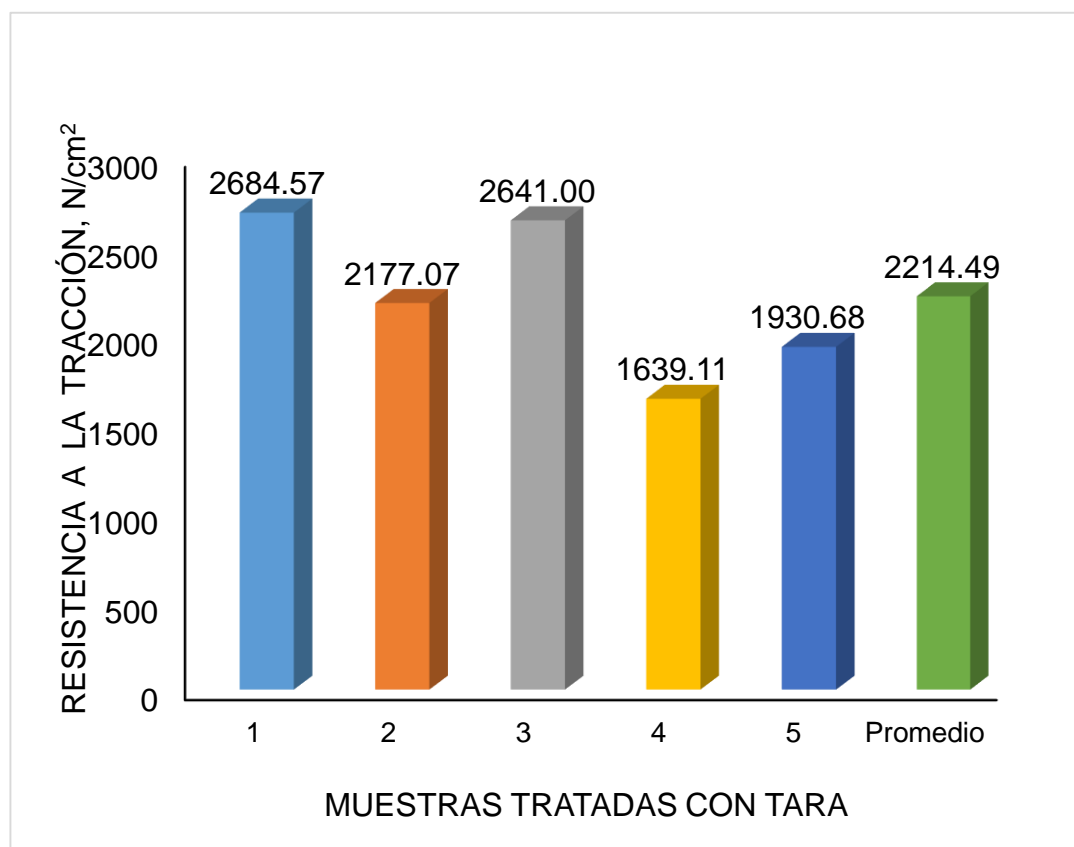
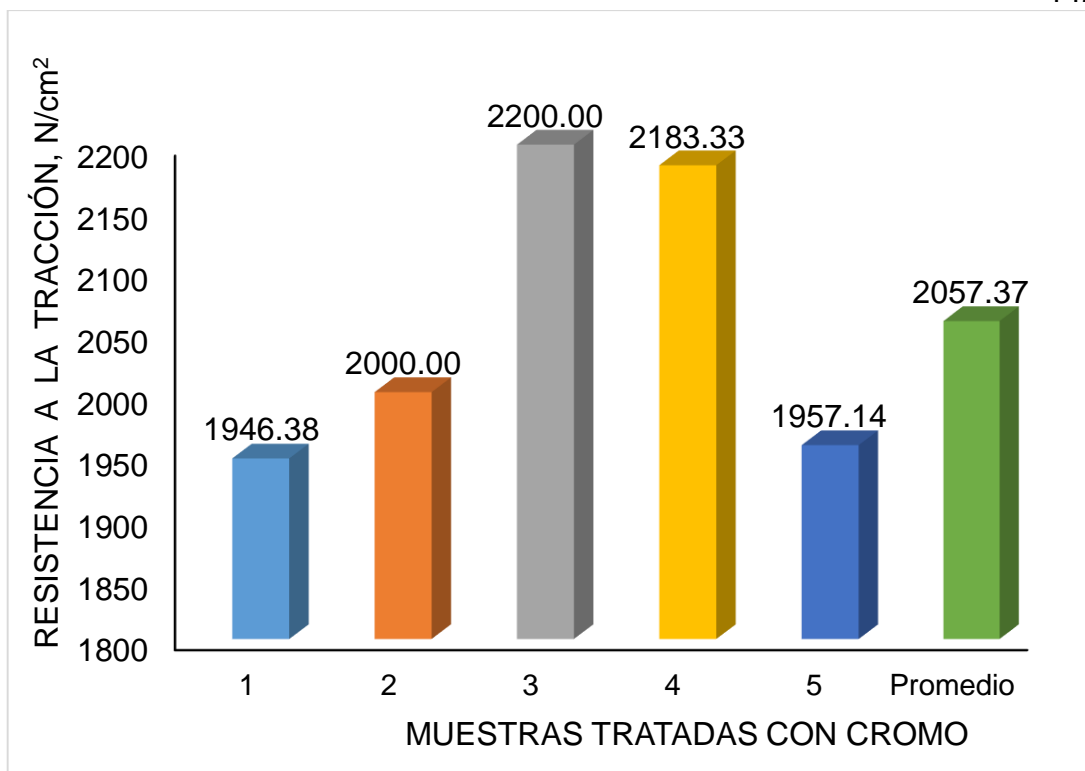


Figura 10. Resistencia a la tracción de los cueros vacunos curtidos con cromo versus la curtición con diferentes niveles de tara en combinación con 5% de oxazolidina.

Fuente: Elaboración propia

4.3.1.2. Porcentaje de elongación

El porcentaje de elongación promedio de los cueros bovinos, determinó diferencias altamente significativas ($P > 0,05$), entre medias por efecto de la comparación entre la combinación tradicional (T2), y la curtición con tara + oxazolidina (T2), estableciéndose los resultados más altos en los cueros del tratamiento T1, ya que las respuestas medias fue de 94,38% y la mediana de 105,00 %, mientras que en los cueros del tratamiento T1 las respuestas fueron de 59,64% y 63,20%, presentándose un error típico de 9,70% y 2,53%, siendo necesario resaltar que los resultados en el tratamiento T2 (tara), son más homogéneos y por ende confiables ya que la desviación estándar es menor con valores de 5,65 %, en relación a la del tratamiento T1, que es de 21,68 %.

Lo que es corroborado según (Soler, 2004), quien manifiesta que los taninos vegetales son compuestos polifenólicos solubles en agua de peso molecular entre 500 y 3000 y las tienen una habilidad muy alta de precipitar alcaloides y proteínas. La temperatura de resistencia hidrotérmica para los cortes curtidos con tanino Vegetal en una banda es de 70 - 80 ° C. Esto es explicado por el mecanismo de las reacciones que envuelven, los grupos, ácidos de los taninos, los vegetales al combinarse con los grupos Básicos de colágeno de piel a través de puentes de hidrogeno. Las curticiones con taninos vegetales también reducen una cantidad de moléculas de agua que circundan en las fibrillas de colágeno.

En procesos que se emplean combinaciones de las oxazolidinas con otros curtidores, se observa que, reaccionan con la proteína de la piel, dando características especiales al cuero cuando en combinación con taninos sintéticos, como o curtientes vegetales. La oxazolidina son derivados heterocíclicos obtenidos a partir de la reacción de compuestos. hidróxiaminados con aldehídos, empleadas como curtientes forman reacciones con la piel para , promover una temperatura de contracción (ts) que esta entre 82-86°C, ideal para proporcionar una buena transformación

de las fibras de colágeno de manera que puedan deslizarse fácilmente en el entretejido fibrilar para que se consiga el alargamiento adecuado y pase de la forma plana a la tridimensional que es necesaria para el moldeado de la prenda que será destinada. Debido a su naturaleza bifuncional, la oxazolidina puede reaccionar tanto con el tanino de la acacia como es la *Caesalpinia spinosa* cuanto con los grupos básicos del colágeno mejorando la adherencia entre las capas de la piel con el fin de conseguir un alargamiento más fuerte.

4.3.1.3. Resistencia al desgarro

La evaluación de la resistencia al desgarro de los cueros vacunos reportaron diferencias altamente significativas al comparar la curtición con 7% de cromo versus 18% de tara más 5% de oxazolidina, estableciéndose los resultados más altos en el tratamiento T2 (tara), con valores medios de 109,05 N, y mediana de 109,83 N, en tanto que al utilizar una curtición con cromo los resultados medios son de 55,85 N, y la mediana de 56,20 N. Al respecto (Cotance, 2004), indica que las pieles curtidas con sales de cromo presentan una elevada estabilidad, que viene determinada por una temperatura de contracción (T_g) superior a 100°C, mientras que las pieles curtidas sólo con oxazolidina alcanzan temperaturas de contracción por debajo de 75°C.

Por ello, es necesario combinar la curtición con oxazolidina con recurtientes vegetales o sintéticos para alcanzar mayores temperaturas de contracción y obtener pieles de calidad comparable a las pieles curtidas con cromo, especialmente en lo que tiene que ver con la resistencia al desgarro que es muy importante puesto que los artículos confeccionados con cuero sufren tensiones muy fuertes y roces con cuerpos extraños. El valor del error estadístico es de 1,33 N y 4,27 N en los tratamientos T1 y T2 respectivamente, sin existir moda en ninguno de los tratamientos que se comparan.

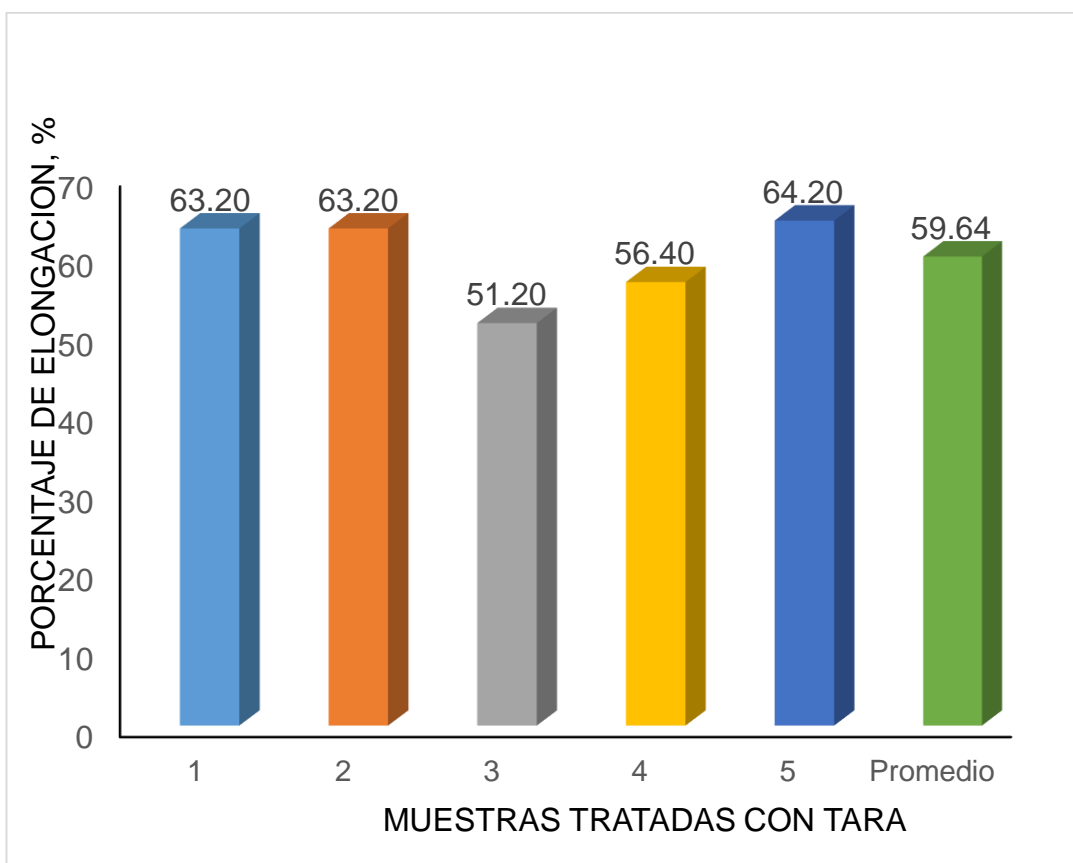
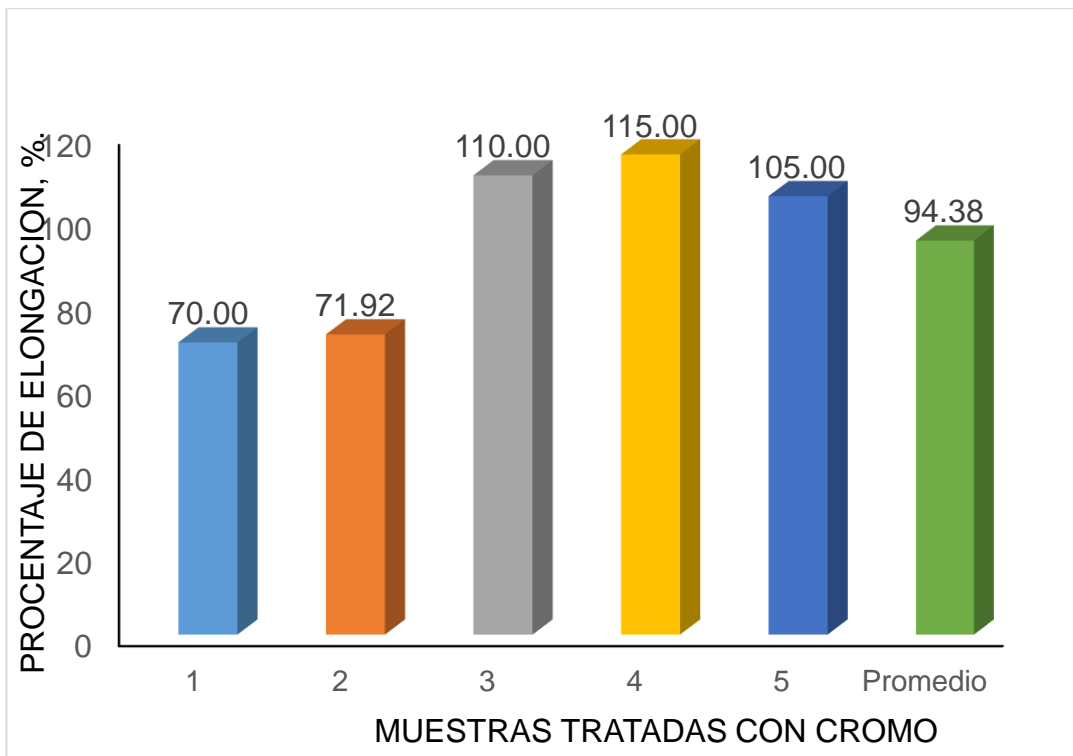


Figura 11. Porcentaje de elongación de los cueros vacunos curtidos con cromo versus la curtición con diferentes niveles de tara en combinación con 5% de oxazolidina

Fuente: Elaboración propia

Al no estar bien adheridas las capas de la piel tienden fácilmente a rasgarse, deteriorarse y romperse sin mayor esfuerzo. La utilización de artículos libre de cromo está creciendo en los últimos años, ciertas industrias se están adaptando a estos nuevos procesos, sobre todo por el conocimiento de que la transformación de cromo trivalente en hexavalente es muy nocivo para la salud de las personas que laboran en las empresas curtidoras y que se puede expandir a los consumidores, y mucho más complicado es el hecho de que una vez que los productos con cuero son desechados porque finalizaron su vida útil provocan en su descomposición contaminación ya que se emite al ambiente cromo VI, que tiene efectos sumamente cancerígenos.

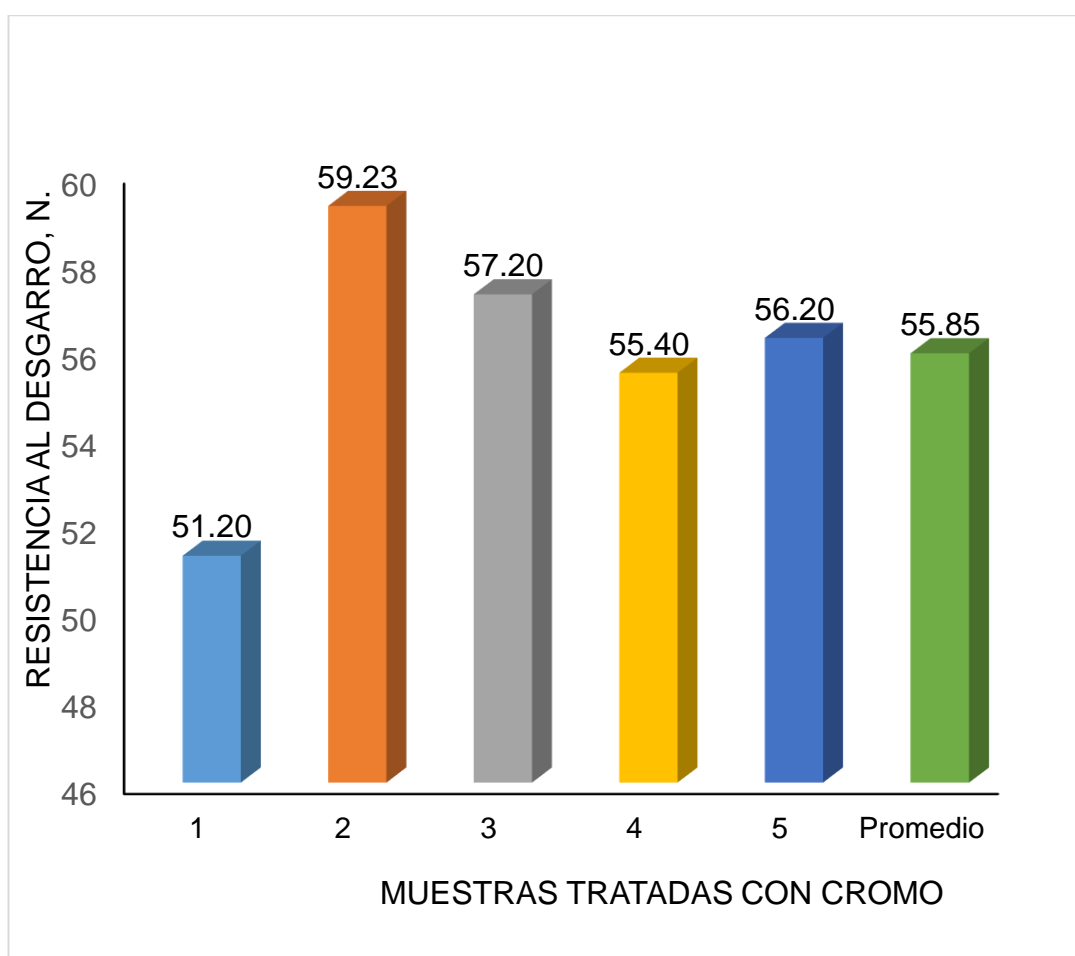


Figura 12. Resistencia al desgarro de los cueros vacunos curtidos con cromo versus la curtición con diferentes niveles de tara en combinación con 5% de oxazolidina.

Fuente: Elaboración propia

4.3.2. Evaluación de las calificaciones sensoriales de las pieles vacunas curtidas con cromo versus la curtición con diferentes niveles de tara en combinación con 5% de oxazolidina.

4.3.2.1. Llenura

Los valores reportados por la llenura de los cueros vacunos reportaron diferencias estadísticas ($P < 0,05$), al comparar una curtición al cromo versus *Caelsalpinia spinosa* mas oxazolidina, registrándose las respuestas más efectivas al utilizar la curtición con tara (T2), con calificaciones de 4,80 puntos en comparación de los cueros al vegetal que fue de 3,80 puntos, y calificación excelente y muy buena respectivamente de acuerdo a la escala propuesta por (Hidalgo, 2017). Las respuestas el error típico son de 0,37 y 0,20 puntos, en las dos curticiones en mención, además se aprecia una mediana y moda de 5 puntos, al curtir con tara y de 3 y 4 puntos en la curtición tradicional estableciéndose que el comportamiento es similar, al utilizar los curtientes de diferentes naturaleza, como indica la tabla 29 y se muestra en la figura 13.

Lo que es corroborado según (EUCERÍN, 2017), quien manifiesta que la curtición con sales de cromo tienen su efecto negativo sobre todo por la transformación de cromo trivalente a hexavalente, inclusive se ha demostrado que al desechar los artículos confeccionados con cuero al cromo sufren esta transformación que daña a todos los componentes bióticos y abióticos de los ecosistemas que forman parte de nuestro planeta que es necesario cuidar pues la casa donde desarrollamos nuestras actividades y la que heredaremos a nuestras generaciones por lo que se ha generado una serie de investigaciones referentes a la sustitución del cromo por otros materiales curtientes que resulten amigables con el ambiente como es el caso de la combinación del curtiente vegetal *Caelsalpinia spinosa* en combinación con oxazolidina que actúa sobre las moléculas de colágeno que se enrollan formando una hélice estabilizada por las conexiones de hidrógeno periódicas

Tabla 63: Evaluación de las calificaciones sensoriales de las pieles vacunas curtidas con cromo versus la curtición con diferentes niveles de tara en combinación con 5% de oxazolidina

ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS	CALIFICACIONES SENSORIALES DEL CUERO VACUNO					
	LLENURA		REDONDEZ		FINURA DE FLOR	
	Cromo	Tara	Cromo	Tara	Cromo	Tara
Media	3,80	4,80	3,60	4,80	4,80	3,40
Error típico	0,37	0,20	0,40	0,20	0,20	0,24
Mediana	4,00	5,00	3,00	5,00	5,00	3,00
Moda	3,00	5,00	3,00	5,00	5,00	3,00
Desviación estándar	0,84	0,45	0,89	0,45	0,45	0,55
Varianza de la muestra	0,70	0,20	0,80	0,20	0,20	0,30
Curtosis	-0,61	5,00	0,31	5,00	5,00	-3,33
Coefficiente de asimetría	0,51	-2,24	1,26	-2,24	-2,24	0,61
Rango	2,00	1,00	2,00	1,00	1,00	1,00
Mínimo	3,00	4,00	3,00	4,00	4,00	3,00
Máximo	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	4,00
Suma	19,00	24,00	18,00	24,00	24,00	17,00
Cuenta	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
T student	0,02	*	0,01	*	0,00	**

Fuente: elaboración propia

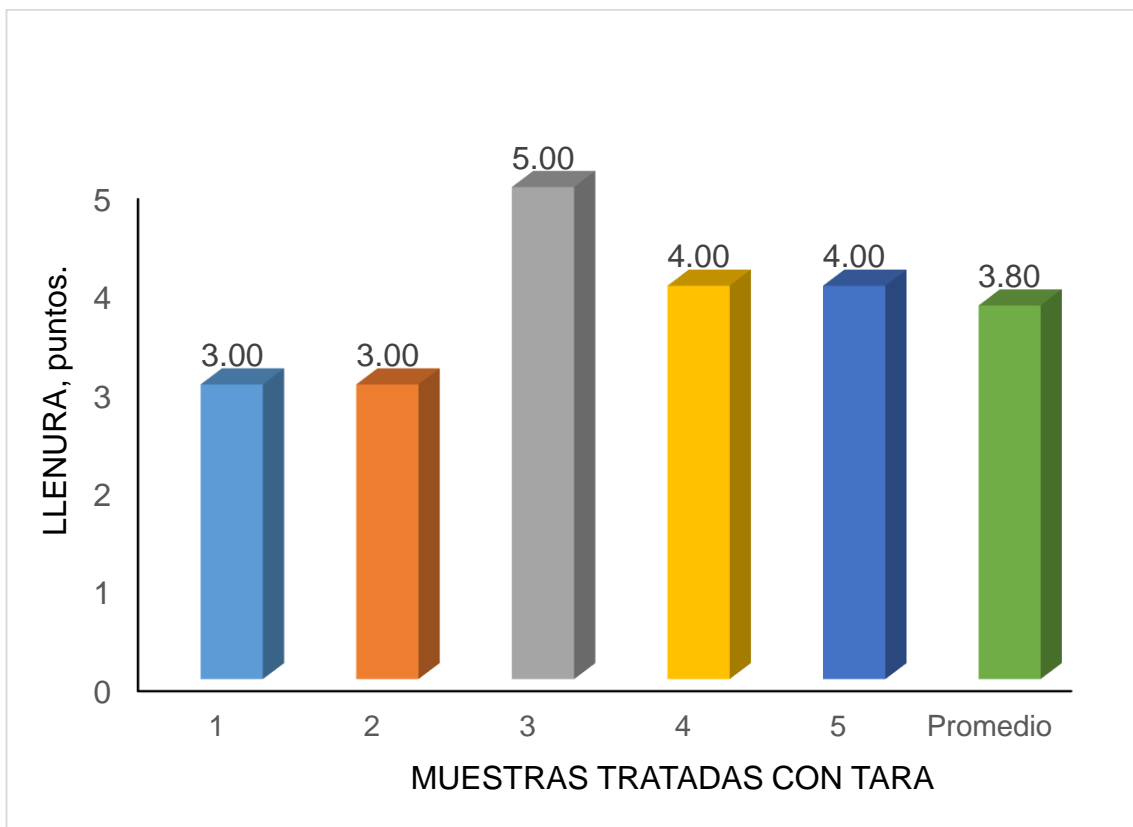
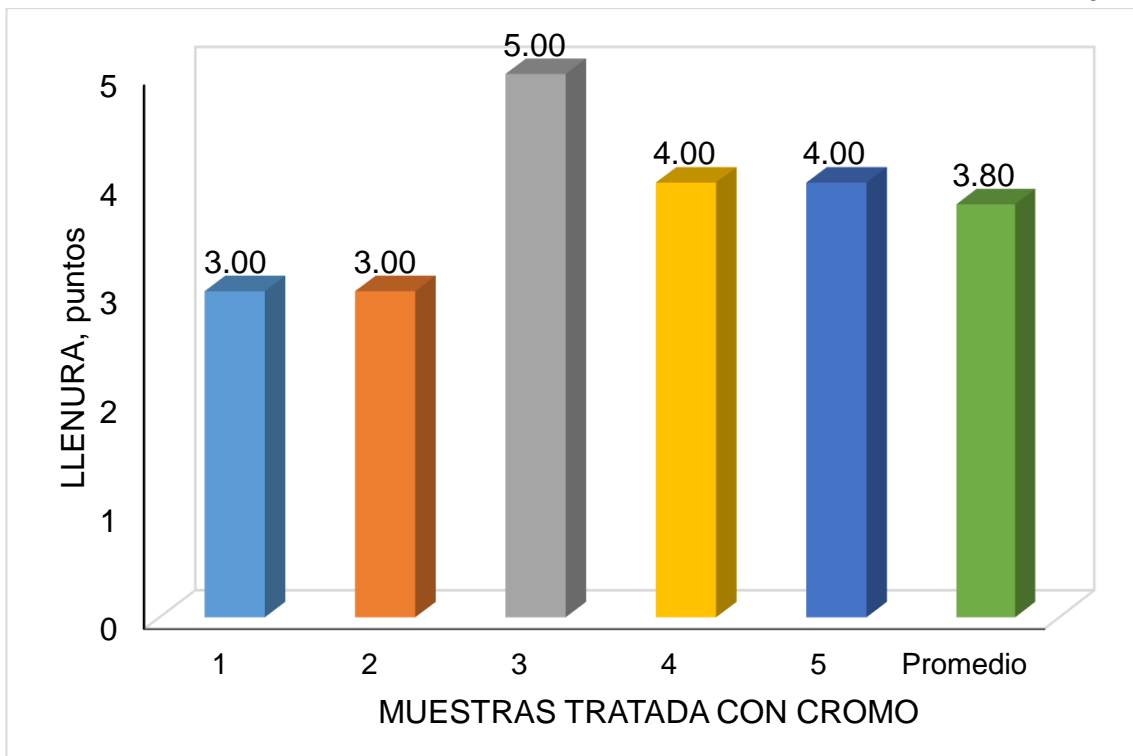


Figura 13. Llenura de los cueros vacunos curtidos con cromo versus la curtición con diferentes niveles de tara en combinación con 5% de oxazolidina.

Fuente: Elaboración propia.

4.3.2.2. Redondez

La calificación promedio de la redondez del cuero vacuno no reportó diferencias estadísticas entre medias por efecto de la comparación de la curtición tradicional (cromo), con la vegetal (tara), estableciéndose las respuestas más altas en el lote de cueros del tratamiento T2 (tara), ya que sus valores medios fue de 4,80 puntos y condición excelente de acuerdo a la escala propuesta por (Hidalgo, 2017), en comparación con la curtición con cromo que registró valores de 3,60 puntos y condición muy buena de acuerdo a la mencionada escala, , como indica la figura 14.

Lo que es corroborado según las apreciaciones de (Roig, 2012), quien manifiesta que la curtición al cromo implica serios riesgos para el medio ambiente y la salud, derivados de la posible oxidación del cromo trivalente a cromo hexavalente, inclusive al ser desechados al botadero una vez que los artículos ya no son utilizados, por lo que es necesario la búsqueda de alternativas ecológicas en el proceso de curtición, una de ellas es la curtición con *Caelsalpinia spinosa* (tara). Para evitar estos efectos que muchas veces son cancerígenos se ha probado múltiples tecnologías de curtición alternativas entre las cuales se encuentra el uso de la oxazolidina en combinación con otros agentes de curtición de origen vegetal como es la *Caelsalpinia spinosa*, que permitió obtener pieles de calidad semejante a las obtenidas mediante curtición con cromo, en este contexto surge el proyecto europeo Oxatan, “*Piel respetuosa con el medio ambiente*”.

La oxazolidina comercializadas para su uso como agente curtiente es un compuesto soluble en agua y compatible con la mayoría de los productos químicos comúnmente utilizados en las operaciones de curtición por lo que pueden introducirse profundamente en el entretejido fibrilar para reforzarlos y beneficiar la transformación de piel en cuero produciendo un material muy suave y flexible, que puede malearse fácilmente y formarse con facilidad las partes curvas o redondeadas en toda la extensión o superficie del artículo que se quiere confeccionar.

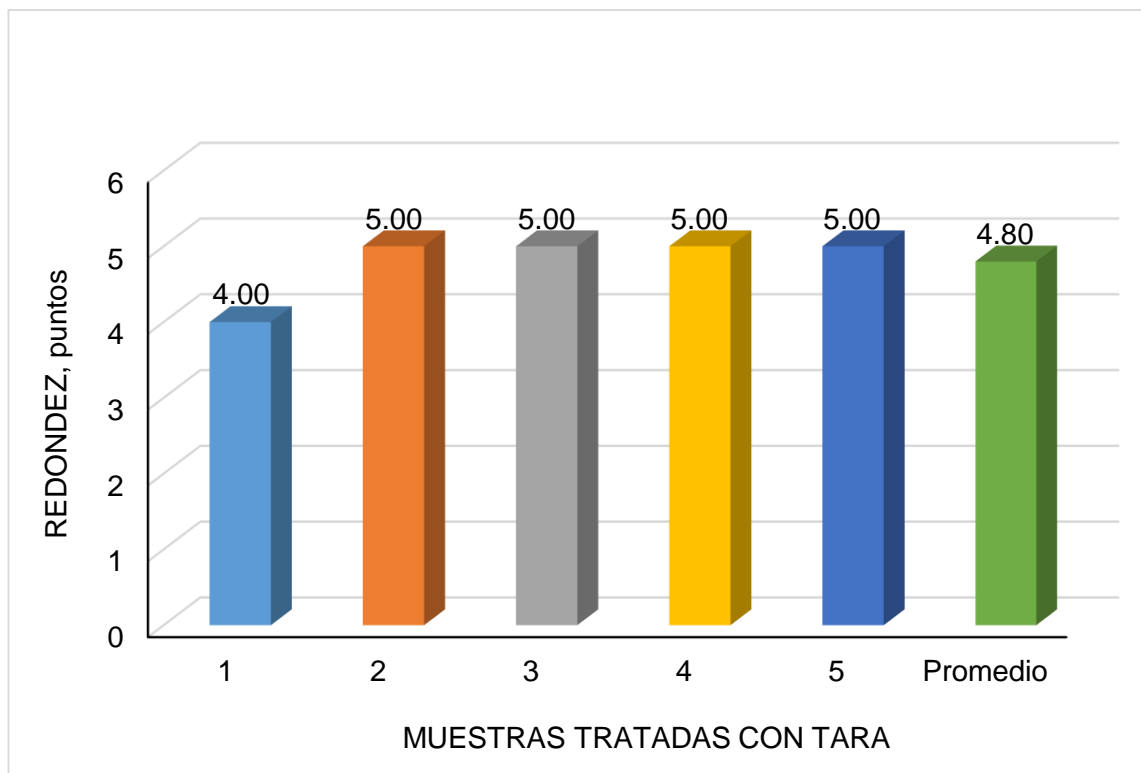
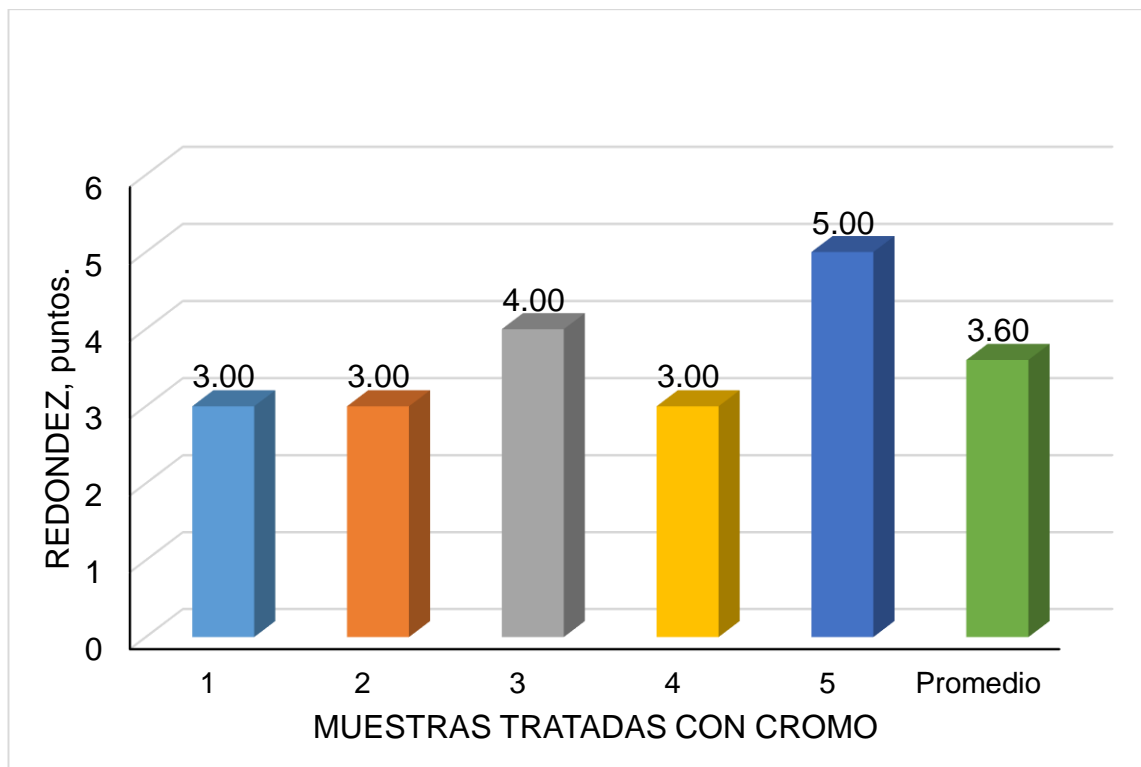


Figura 14. Redondez de los cueros vacunos curtidos con cromo versus la curtición con diferentes niveles de tara en combinación con 5% de oxazolidina.

Fuente: Elaboración propia.

4.3.2.3. Finura de flor

Los valores medios reportados por la finura flor de los cueros vacunos determinaron diferencias estadísticas ($P > 0,05$), entre medias, al comparar la curtición tradicional versus una curtición con *Caelsalpinia spinosa* más 5% de oxazolidina, un valor promedio de 4,80 y 3,40 puntos para el tratamiento T1 (cromo), y T2 (tara), respectivamente y calificaciones que fueron de excelente a buena de acuerdo a la escala propuesta por (Hidalgo, 2017), apreciándose un error típico de 0,20 y 0,24 puntos, para los casos mencionados así como una mediana y moda de 5 puntos para el primer tratamiento y de 3 puntos para el tratamiento T2 (tara), es decir que al curtir con cromo se aprecian mejores respuestas de finura de flor.

Lo que es corroborado con lo que indica (Bacardit, 2004), quien manifiesta que la finura de flor más eficiente al curtir con cromo se debe a que la combinación del grupo carboxílico del colágeno de una fibra con el cromo es muy alta formando un enlace bastante fuerte que atrae a la fibra adyacente lo que da como resultado que el folículo piloso se cierre dando lisura a la superficie de la flor, lo que se traduce en una calificación alta de finura de flor es decir entre más se cierra los folículos pilosos la flor es más lisa y la finura de flor es mayor tanto al tacto como a la vista, a curtición mantiene las propiedades más deseadas de la piel, es decir la resistencia al desgaste, a la humedad, flexibilidad y aspecto exterior agradable al tacto y a la vista por sus diferentes tipos de enlace con el colágeno retícula sin cambiar la estructura de las fibras naturales.

En esa transformación de la piel animal, utilizando sulfato de cromo que es el curtiente que en los últimos años ha sido el más utilizado pero al mismo tiempo el más condenado por el impacto que genera al medio ambiente, se libera pelos y tejido de endodermis, hace de la piel en tripa se transforme en el apreciado cuero provocando una curtición más estable, casi no se modifica la flor, el tacto continúa siendo natural y el poder de absorción del agua no

aumenta, lo que favorece a que el cuero no presente arrugas, además le proporciona relleno, firmeza de la flor y solidez a la luz.

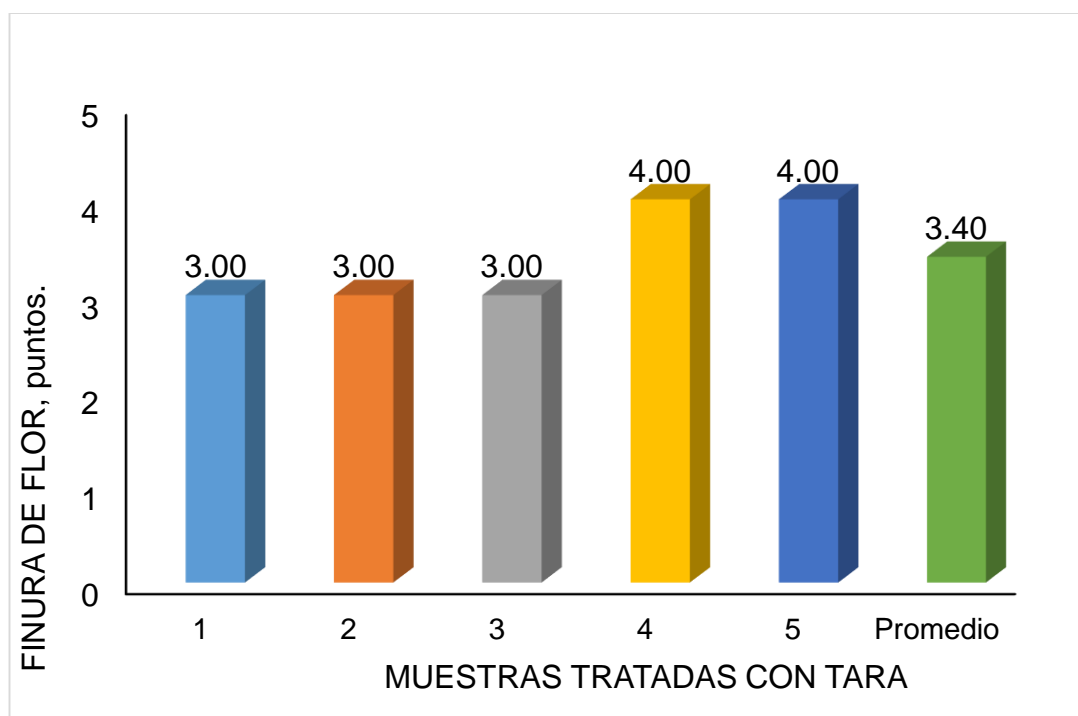
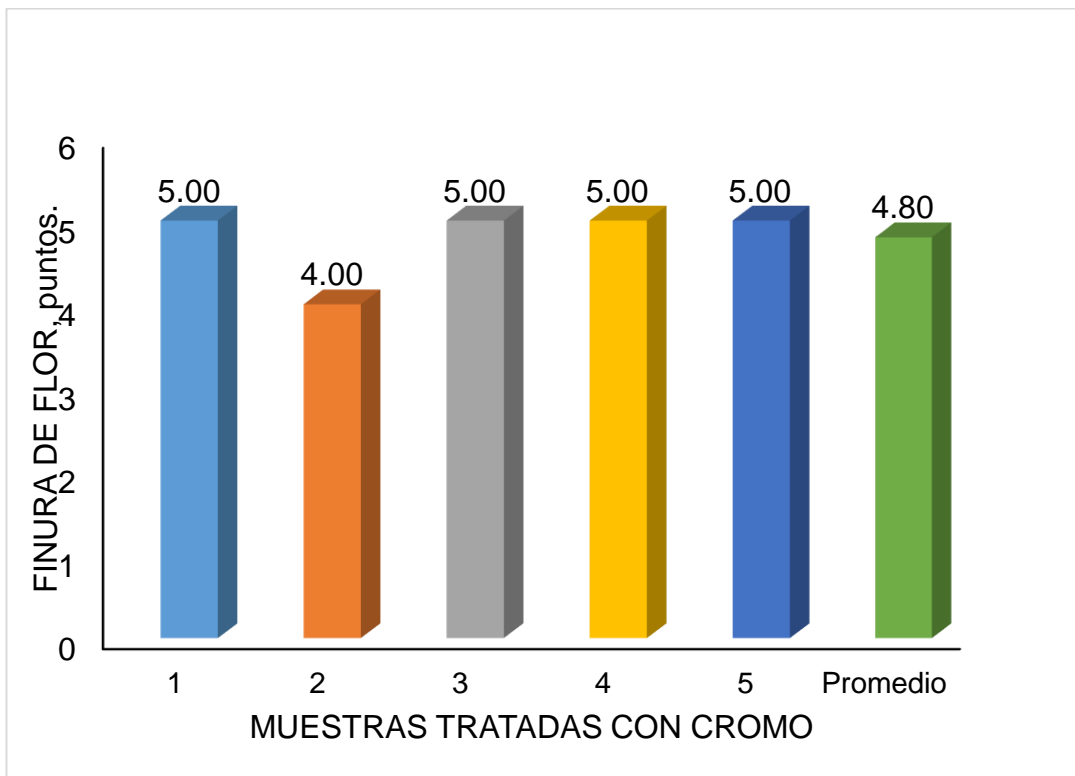


Figura 15. Finura de flor de los cueros vacunos curtidos con cromo versus la curtición con diferentes niveles de tara en combinación con 5% de oxazolidina.

Fuente: Elaboración propia

Sin embargo para cueros de calzado esta característica no es muy atractiva por eso se prefiere una curtición vegetal donde la fibra no tiene mayor afinidad con la fibra y no se produce el cierre profundo del folículo pilosos creando ondulaciones en la superficie de la flor del cuero dando un grano más grueso y grosero, que es un efecto favorable cuando el cuero va a ser lijado como es el caso de los cueros para calzado. Finalmente se indica que existen en la actualidad diversos procesos que hacen posible la aplicación de atributos sensoriales al producto durante su fabricación, procesos que como se ha visto pueden ser simples o muy sofisticados y complejos, por lo tanto el momento de elegir el mejor curtiente se deben tomar en cuenta muchos factores adicionales principalmente que tiene que ver con el efecto positivo o negativo sobre el ambiente.

4.3.3. Evaluación de las características funcionales del cuero para la confección de portafolios

4.3.3.1. Pespunte

Los valores determinados por la característica funcional del cuero al comparar la curtición con 9% de cromo versus una curtición con 18% de tara en combinación con 5% de oxazolidina, se aprecia que no existe diferencias estadísticas entre tratamientos estableciéndose las medias más altas al trabajar con 18% de tara ya que sus valores fueron de 4,80 puntos, en comparación de los resultados alcanzados por el cuero curtido con 9% de cromo que fueron de 4,60 puntos, sin embargo se aprecia que en los dos lados de cuero una vez que se confecciona los portafolios se identifica una ponderación de excelente, pese a esta semejanza se debe tomar muy en cuenta el aspecto ambiental que sería el factor predominante puesto que el cromo al ser depositado en los efluentes de la curtiembre produce daños ambientales muy agresivos además al finalizar la vida útil del cuero, y ser desechada en botaderos produce una contaminación elevada.

4.3.3.2. Corte

La valoración de la calidad funcional del cuero vacuno no determino diferencias estadísticas entre tratamientos al comparar la curtición al cromo con la combinación de tara más oxazolidina, estableciéndose las respuestas más altas al aplicar el tratamiento T2 (tara + oxazolidina), ya que los valores fueron de 4,80 puntos y calificación excelente en comparación con la curtición al cromo (T1), que estableció calificaciones medias de 4,40 puntos. Es decir que se consigue una mayor resistencia al corte al utilizar una curtición vegetal potenciada con oxazolidina, consiguiendo con ello una calidad mayor del artículo (portafolios), a los cuales se los puede dar un valor agregado al ecoetiquetarlos con sellos verde debido a que los productos que se aplican para transformar la piel en cuero no producen remanentes que al ser eliminados al ambiente ya sea en fluidos líquidos durante el proceso o ya el artículo al finalizar la vida útil, producen efectos negativos hacia la flora o fauna que circunda a la tenería.

4.3.4. Evaluación Económica tercera fase

La comparación económica entre la curtición con 7% de cromo versus la producción de cueros con 12% de tara en combinación con el 5% de oxazolidina, determinó respuestas más altas en los cueros curtidos con tara ya que la relación beneficio costo fue de 1,63; es decir que, por cada dólar invertido se espera una rentabilidad de 63% en comparación de la curtición con cromo que registra una utilidad del 23% (1,23). La diferencia básicamente se da por que el precio del cuero en el mercado se debe principalmente a la calidad, siendo más notoria en los cueros curtidos con tara en combinación con oxazolidina que le confieren las mejores prestaciones tanto físicas como sensoriales, así como también se le da un valor agregado tanto al cuero como al artículo final al eco etiquetarles como producto libre de cromo, tomando en cuenta que en la actualidad existe una tendencia muy marcada a cuidar el ambiente que es la casa que heredaremos a nuestras futuras generaciones y que por el uso indiscriminado de productos que no resultan amigables la vamos destruyendo día a día, así que es indispensable que se promulgue este

tipo de actividades industriales que se considerarían tecnologías limpias que a la larga constituyen un ahorro en medidas de remediación ante impactos que muchas veces ya no pueden mitigarse, es decir producen daños irremediables a los componentes del ecosistema.

Por lo tanto al obtener cueros con las características reportas en el presente trabajo experimental se consigue resolver muchos problemas que atraviesa la industria de curtiembre no solo de nuestro país sino a nivel internacional y que ha provocado inclusive el cierre de muchas industrias tanto directas como indirectas abriendo caminos al posicionamiento de productos sobre todo de origen asiático que dañan la salud del usuario y que tienen una duración de uso muy reducida, sin embargo por su bajo costo por el uso de materiales de baja calidad, con los cuales son confeccionados resultan una competencia nada equitativa, para la industria nacional.

Tabla 64: Costos de la investigación

CONCEPTO	NIVELES DE CURTIENTE	
	12% curtiembre tara	7% de cromo
Compra de pieles vacunas unidades	10	5
Costo por piel vacuna \$	20	15
EGRESOS		
Valor de pieles vacunas \$	200	75
Productos para el remojo \$	38,85	22,95
Productos para descarnado Y curtido \$	45,66	65,5
Productos para engrase \$	36,63	23,66
Productos para acabado \$	45,84	21,8
Confección de artículos \$	33,34	105
Total de egresos	400,32	313,91
INGRESOS		

Total de cuero producido ft ²	250	197
Costo cuero producido ft ²	1,2	1,59
Cuero utilizado en confección ft ²	240	99
Excedente de cuero ft ²	10	98
Venta de excedente de cuero \$	12	196
Venta de artículos confeccionados \$	640	190
Total de ingresos \$	652	386
Beneficio costo	1,63	1,23

Fuente: elaboración propia

4.3.5. Resumen Tercer Fase

- La curtición con tanino vegetal (tara), más Oxazolidina produce cueros de primera calidad, sin producir efectos negativos sobre el ambiente es decir que son modificaciones viables a realizar desde el punto de vista técnico-medioambiental pues se obtiene un cuero con características físicas similares al obtenido en el proceso actual de curtido que se utilizan en un porcentaje alto de curtiembres del país, como es el cromo.
- Las resistencias físicas del cuero curtido con tara más oxazolidina son superiores es decir se consigue desarrollar un cuero libre de cromo, que cumple con los requisitos establecidos por normas internacionales además de tener características que se asemejan al cuero producido en forma tradicional como es el cromo que resulta negativo para el ambiente.
- La combinación de *Caelsalpinia spinosa* mas oxazolidina, se ha demostrado ser el mejor agente de curtición con el cual se ha obtenido resultados excelentes en la valoración sensorial es decir que el efecto a los sentidos es agradable ya que la redondez es adecuada para que el cuero se presenta con un moldeo adecuado para la confección de artículos de mayor diseño como los exige la moda actual.

4.4. Comprobación de Hipótesis

4.4.1. Hipótesis general

La utilización de *Caesalpinia spinosa* (Tara) en combinación con Oxazolidina, en reemplazo del cromo como agente curtiente, es factible en el proceso de curtición de pieles bovinas, en base al análisis y evaluación de calidad físico mecánica, calificación sensorial y comportamiento funcional del cuero. Al analizar las características físicas de elongación y desgarró; así como, la calificación sensorial de finura de la flor de los cueros bovinos están influenciados estadísticamente ($P < 0,01$); mientras tanto que, la calificación de llenura y redondez de los cueros bovinos estadísticamente no son diferentes ($P < 0,05$), de esta manera se puede manifestar que existe diferencias entre el curtido con cromo y el curtido de la combinación de tara más Oxazolidina, aceptando la hipótesis alternativa, que manifiesta que al aplicar una curtición con curtiente vegetal más oxazolidina, en comparación a una curtición al cromo existirá un cambio en las diferentes características del cuero .

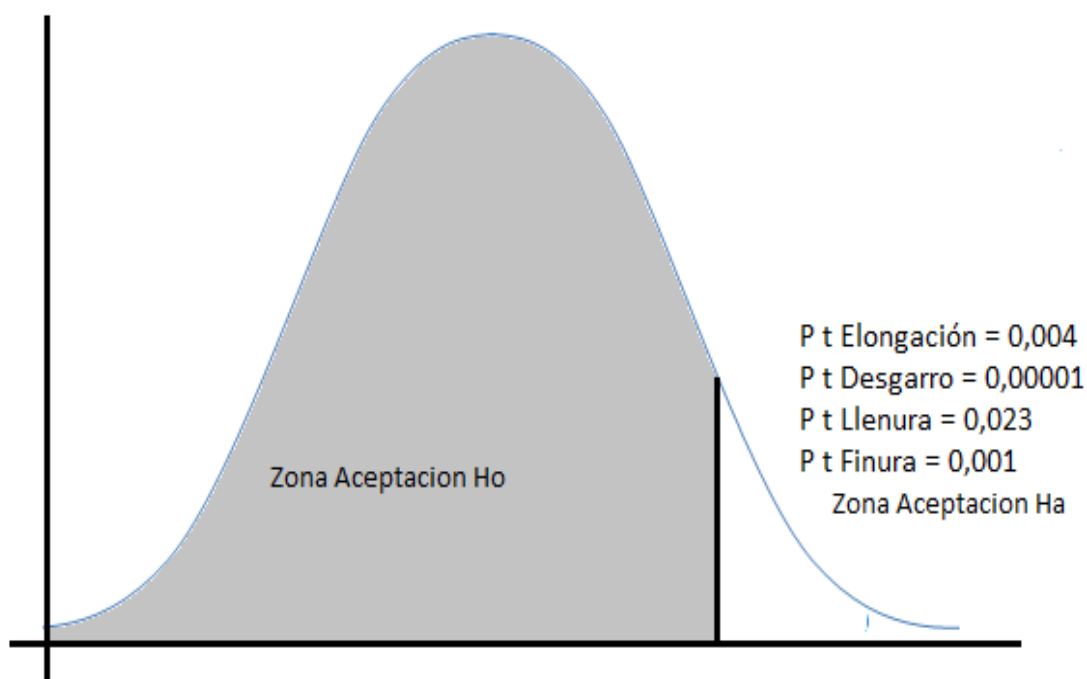


Figura 20. Análisis y evaluación de calidad física y calificación sensorial del cuero terminado.

4.4.2. Hipótesis Específicas

4.4.2.1. Hipótesis 1

La utilización de diferentes niveles de cromo influirá en la calidad física y calificación sensorial del curtido de pieles bovinas. Las características físicas como el desgarrado de los cueros bovinos no difiere significativamente al aplicar diferentes niveles de cromo; mientras tanto que, las calificaciones sensoriales como tensión, llenura, finura de la flor y redondez están relacionadas significativamente ($P < 0,01$) y únicamente la característica física de elongación difiere significativamente por los niveles de cromo ($P < 0,05$), de esta manera se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula, es decir que al aplicar curticiones de naturaleza distinta (cromo vs tara+ oxazolidina), las respuestas serán diferentes existiendo un comportamiento físico sensorial o funcional diferente a medida que se aplican distintos niveles de curtiente, pudiendo verificar la opción más adecuada o que cumpla con las expectativas del mercado .

Tabla 65: Características físicas de los cueros de bovinos

Variables	gl Error	Cuadrados medios		Prob.
		Niveles de cromo	Error	
Tensión	12	700363,29	76914,89	0,004
Elongación	12	1795,65	334,62	0,022
Desgarro	12	249,22	203,07	0,327
Llenura	12	3,47	0,40	0,005
Finura de flor	12	4,47	0,57	0,007
Redondez	12	4,20	0,47	0,004

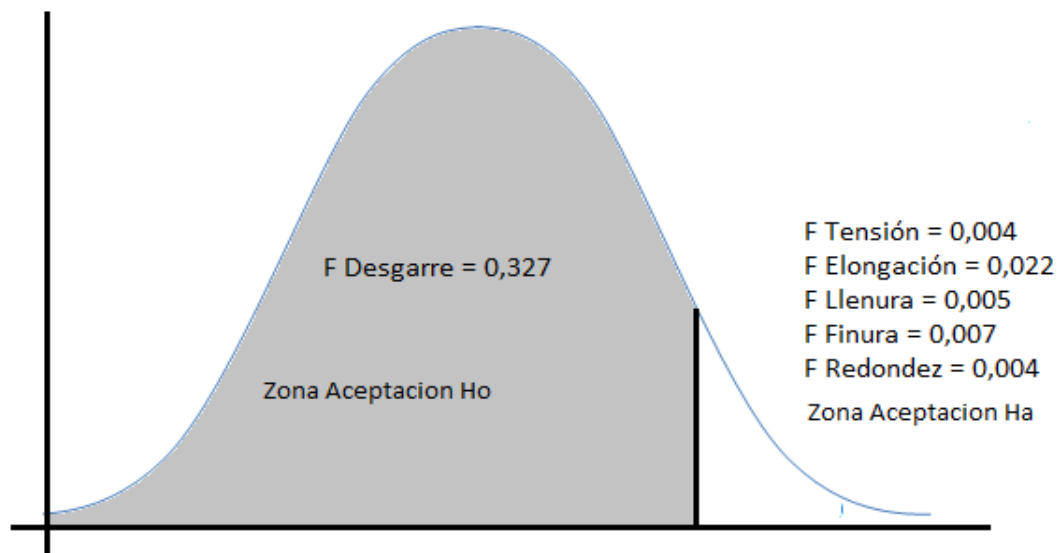


Figura 21. Análisis y evaluación de calidad física y calificación sensorial del cuero terminado

4.4.2.2. Hipótesis 2

La utilización de diferentes niveles de Tara en combinación con 5% de Oxazolidina, influye en la calidad física y calificación sensorial del curtido de pieles bovinas, la tabla 33 y se ilustra en la figura 22.

Tabla 66: Calidad física y sensorial del curtido de pieles bovinas

Variables	GL Error	Cuadrado Medio		
		Niveles de tara	Error	Probabilidad
Tracción	27	317750,28	471802,42	0,5183
Elongación	27,00	53,43	55,69	0,3958
Desgarro	27,00	905,51	422,26	0,1367
Llenura	27,00	7,30	0,60	0,0002
Redondez	27,00	4,30	0,42	0,0005
Finura de flor	27,00	3,60	0,35	0,0005

Fuente: elaboración propia

La característica física de tracción, elongación y desgarro del cuero bovino no influyó los niveles de tara (12, 15 y 18%) en combinación con el 5% de Oxazolidina; mientras tanto que, las calificaciones sensoriales de llenura,

redondez, y finura de la flor registran diferencias altamente significativas entre los cueros curtidos con los diferentes niveles de tara en combinación con 5 % de Oxazolidina, de esta manera se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula. Como se ha explicado para los ítems anteriores al aceptar la hipótesis alternativa se afirma que con el cambio del curtiente en el proceso de curtición de las pieles bovinas existirá un cambio en la presentación de las características del cuero y específicamente en el comportamiento funcional frente al artículo confeccionado que en este caso son los portafolios.

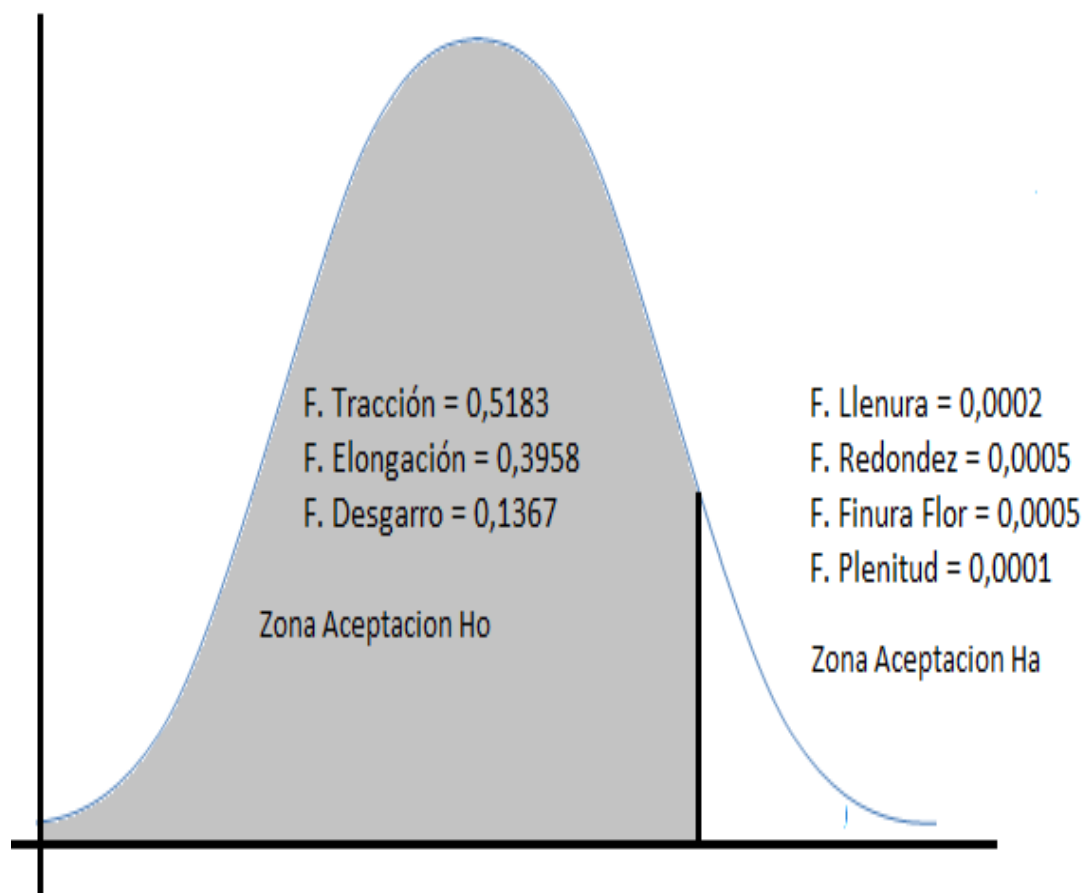


Figura 22. Característica física de tracción, elongación y desgarro del cuero bovino

4.4.2.3. Hipótesis 3

La utilización del nivel óptimo de Tara en combinación con el 5% de Oxazolidina en comparación con la utilización del nivel óptimo de cromo influye en la calidad del análisis físico y calificación sensorial del curtido de

pieles bovinas, Las características físicas como elongación, desgarró y calificación sensorial de finura de la flor de los cueros bovinos están influenciados estadísticamente ($P < 0,01$), la calificación sensorial de llenura y redondez de los cueros bovinos estadísticamente ($P < 0,05$) y únicamente la característica física de tracción no difiere significativamente, por lo que se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula.

Tabla 67: Calidad del análisis físico y calificación sensorial del curtido de pieles bovinas

Variabes	Cromo 7%	Tara 18 %	Var.	t.	Prob.
Tracción	2057,37	2214,49	109720,27	-0,750	0,237
Elongación	94,38	59,64	251,08	3,467	0,004
Desgarro	55,85	109,05	49,95	-11,902	0,000001
Llenura	3,80	4,80	0,45	-2,357	0,023
Redondez	3,60	4,80	0,50	-2,683	0,014
Finura de flor	4,80	3,40	0,25	4,427	0,001

Fuente: Elaboración propia

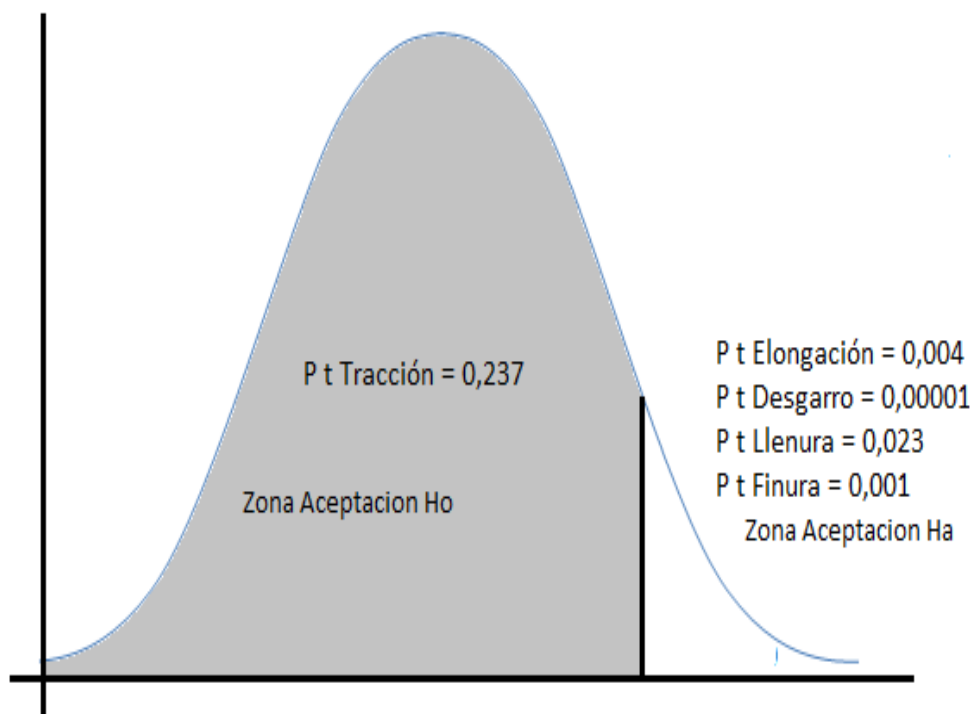


Figura 23. Características físicas como elongación, desgarro y calificación sensorial de finura de la flor de los cueros bovinos.

Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones Generales

- La curtición con Oxazolidina, combinada con *Caesalpinia spinosa* (Tara), permite obtener pieles bovinas curtidas con elevadas prestaciones, excelentes propiedades físico mecánicas, sensoriales y tecnológicas. Evita la presencia especialmente de cromo III, tanto en los residuos líquidos como sólidos, para reducir considerablemente el impacto ambiental generado durante todo el proceso de curtición y posterior a su vida útil.
- La proporción de oxazolidina empleada (5%), en combinación con 12% de *Caesalpinia spinosa* (Tara) (T1), mejora las propiedades físicas mecánicas del cuero vacuno alcanzándose una temperatura de contracción de 80 °C lo que, además, economiza el proceso, por lo tanto los réditos económicos son mayores superando ampliamente la ganancia generadas al curtir con cromo.
- La combinación de 12% de *Caesalpinia spinosa* (tara) más el 5% de oxazolidina, dan mejores resultados de estándares de calidad sensoriales, recomendados para la fabricación de diferentes artículos de piel; así como, los criterios establecidos en la obtención de la Ecoetiqueta Europea del Cuero.
- La evaluación del comportamiento tecnológico del cuero frente a las condiciones de confección de marroquinería, más representativas determinó que los mejores resultados de pespunte y corte del cuero, se aprecian al utilizar 18% de tara en combinación con 5% de oxazolidina (T3), ya que las calificaciones fueron de 4,80 puntos y 4,90 puntos respectivamente, y condición excelente, es decir que la combinación de curtientes utilizados mejora significativamente la resistencia del cuero, tanto a la aguja como al cortador sin romperse fácilmente ni sufrir deformaciones, consiguiendo la mayor aceptación del producto final como son los bolsos.

- Al curtir con oxazolidina en combinación con *Caelsalpinia spinosa*, se encuentra un pequeño incremento de DQO y DBO el cual no cumple con las normativas del Texto Unificado de Legislación Ambiental del Ministerio del Ambiente del Ecuador (TULSMA) , al realizar el respectivo tratamiento se consiguió que este valor fuera menor al límite permisible.

5.2. Recomendaciones Generales

Las conclusiones derivadas de los resultados alcanzados en la presente investigación permiten emitir las siguientes recomendaciones:

- Aplicar la combinación de *Caelsalpinia spinosa* (tara) con oxazolidina, como un sustituto ecológico del cromo en el proceso de curtición de pieles bovinas; que de acuerdo, a la legislación ambiental está prohibido su uso por los efectos negativos que ocasiona al ambiente al transformarse en cromo hexavalente, incluso después de ser desechado el artículo final.
- Utilizar la combinación de 12% de *Caelsalpinia spinosa* (tara) más el 5% de oxazolidina, para fabricar cueros que cumplen los estándares de calidad en las pruebas físicas y sensoriales, recomendados para la fabricación de diferentes artículos de cuero; así como, los criterios establecidos en la obtención de la Ecoetiqueta Europea del Cuero.
- Investigar la utilización de la combinación de *Caelsalpinia spinosa* más oxazolidina en otro tipo de pieles como ovinas, caprinas o especies menores como aves, pescado, conejos, entre otras para validar la tecnología creada y de esa manera suplir la necesidad de materia prima que tiene un costo más bajo.
- Concientizar a los productores de cuero de la necesidad de cuidar el ambiente al utilizar productos más amigables como es la oxazolidina que nos proporciona resultados favorables Respecto al impacto medioambiental de esta tecnología, tanto los vertidos como los residuos

derivados de la curtición con oxazolidina están exentos de metales y presentan una mayor biodegradabilidad respecto a los derivados de la curtición con cromo, que mejoran las ganancias y sobre todo evitan en la incursión de medidas de remediación que muchas veces son demasiado costosas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguila, A. (2012). *Implementación de un sistema de fluido continuo para el adobe de pieles de especies menores en el laboratorio de curtición*. DSPACE, 15-20.
- Aguirre, A. (25 de Septiembre de 2002). *Obtenido de Los Sistemas de Indicadores Ambientales y su papel en la Información e integración del Medio Ambiente*:
http://www.ciccp.es/webantigua/icitema/Comunicaciones/Tomo_II/T201231.pdf
- Aqeic, A. Q. (2012). *Piel libre de cromo curtida con oxazolidina*. Barcelona : AQEIC.
- Aqeic., A. Q. (1988). *Ponencias de curtiembre y acabado del cuero- Curso-Taller*. Barcelona: CORSEGA.
- Artigas, M. (1987). Avances en la Curtición de pieles. En M. ARTIGAS, *Manual de Curtiembre*. Barcelona: Latinoamericana.
- Bacardit, A. (2004). *Diseño de un proceso combinado de curtición*. En A. BACARDIT, *Química Técnica del Cuero*. (págs. 12-52-69.). Cataluña.: COUSO.
- Bañon, E. (2016). *Estudio de la pirólisis de piel curtida*. Alicante: Universidad de Alicante.
- Camerum, M. (5 de Enero de 2017). *Procesos de curtición de las pieles caprina*. *Obtenido de Procesos de curtición de las pieles caprina*:
<http://www.es.silvateam.com/Productos>
- Casa química bayer. (2007). *Resistencia al frote del acabado del cuero*. IMANAL, pp. 19 – 52.
- Castel, J. (2012). *TARA (Caesalpinia spinosa): la fuente sostenible de taninos para procesos de curtido innovadores*. Catalunya: Universitat Politècnica de Catalunya. Departament de Projectes d'Enginyeria.
- Chasiquiza, A. (2014). *Comparación de la curtición con extracto de polifenoles vegetales De Caesalpinia Spinosa, con una curtición mineral con sulfato de cromo para pieles caprinas*. DSPACE.
- Chávez, A. (2008). La curtición de las pieles. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*,, 12 - 24.

- Cordero, B. (2016). *Utilización de curtientes vegetales*. En B. Cordero, *Tecnología de la curtición* (págs. 28-29). Cuenca: NA.
- Cotance, A. (2004). *Curticiones Combinadas*. En A. COTANCE, *Ciencia y Tecnología en la Industria del Cuero* (págs. 23 - 32). Igualada.: Curtidores Europeos.
- Dellmann, H. (2009). *Histología Veterinaria*. Zaragoza, España: Acribia.
- Enciso. (Diciembre de 2011). *Mercado de Comercializadora de la Tara*.
Obtenido de <https://www.coursehero.com/file/6362719/Investigaci%C3%B3n-La-Tara/>
- Eucerín, E. (15 de Octubre de 2017). <http://www.cueronet.com>. Obtenido de <http://www.cueronet.com>
- Font, J. (2005). *Industria de la Curtiembre*. En *Análisis y ensayos en la industria del cuero*. Igualada, España: CETI.
- Fonti, J. (2004). *Análisis y ensayos en la industria del cuero*. Igualada, España: Consorci Escola Técnica d'Igualada.
- Frankel, A. (2009). *Manual de Tecnología del Cuero*. Buenos Aires: Limusa.
- Gansser, A. (2006). *Manual del Curtidor*. Barcelona: TRIMUL.
- Gratacos, E. 2002. *Tecnología Química del Cuero*. Portobello, España:: BoledaLluch.
- Grozza, G. (2007). *Curtición de Cueros y Pieles Manual práctico del curtidor*. Barcelona, Sintes. S.A. .
- Guaminga, L. (2013). *Curtición de pieles de cabra, con el 15% de diferentes curtientes vegetales*. Obtenido de DSPACE-ESPOCH: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/44>
- Guardino. (2016). *Sistema de registro reach*. Instituto Nacional de cuidado del medio ambiente, 145-148.
- Hidalgo, L.(2013). *Curticion de pieles bovinas con la aplicacion de extractos tánicos* . Riobamba : ESPOCH. Facultad de Ciencias Quimicas .
- Hidalgo, L. (2017). texto Básico de curtiembre. En L. Hidalgo, *Escala de calificaciones de las pieles caprinas* (págs. 22-27). Riobamba, Ecuador: ESPOCH.
- Hoinacki, E. (2009). *peles e couros – origens defeitos e industrialização*. Porto Alegre, Brasil: SENAI/RS.

- Inescop, O. (2011). *Piel Respetuosa con el Medio Ambiente Curtida con Oxazolidina*. Alicante: Centro de tecnología e innovación -INESCOP INESCOP.
- Jones, C. (2002). *Manual de Curtición Vegetal*. Buenos Aires, Argentina: LEMIN.
- Lacerca, M. (2003). *Curtición de Cueros y Pieles*. Buenos Aires, Argentina:: Albatros.
- Logistic, P. (2015). *Operaciones Logísticas; A cerca de la Tara*. Obtenido de <http://www.perulinelogistics.com/Tara%20Export.htm>
- Ludwigshafe, P. (2009). Curtido al cromo. En P. LUDWIGSHAFE, *ABC de la curtiembre* (págs. pp. 414 – 432.). Buenos Aires Argentina.: BASF.
- Mendez. 2007. *Produccion limpia en la industria de curtiembre* . Santiago de Compostela :: Universidad de Santiago de Compostela .
- Mendez, R. (2007). *Produccion limpia en la industria de curtiembre* . Santiago de Compostela: Universidad de Santiago de Compostela .
- Morera. (2015). *Quimica Tecnica de la Curticion*. IGUALADA: CETI.
- Morera, J. (2007). *Química Técnica de Curtición*. Igualada, España:: CETI.
- Oppermann, W. (Julio de 2015). *La curticion de las pieles* . Obtenido de <http://www.casaquimica.com>. Obtenido de
- Oppermann, W. (10 de Octubre de 2017). <http://www.casaquimica.com>. Obtenido de <http://www.casaquimica.com>
- Oxatan. Centro de tecnología e innovación. (2011). *Piel Respetuosa con el Medio Ambiente Curtida con Oxazolidina*. Alicante :: OXATAN.
- Pilamunga, E. (2015). *Curtición de pieles caprinas con la utilización de una combinación de diferentes niveles de Caesalpinia spinosa (TARA) Y ÁCIDO OXÁLICO*. Riobamba: ESPOCH.
- Porcel, K. (Diciembre de 2016). *CURTIDO DE PIELES INTRODUCCIÓN*. Obtenido de https://www.academia.edu/10115866/CURTIDO_DE_PIELES_INTRODUCCI%C3%93N
- Roig, M. (2012). *Recirculación de baños de curtación en las industrias de curtidos*. *InnovaCueros*, 10-15.
- Schorlemmer, P. (2002). *Resistencia al frote del acabado del cuero*. En P. SCHORLEMMER. Asunción, Paraguay.

- Shoebat, K. (23 de Enero de 2016). *Curtición con oxazolidina libre de cromo*.
Obtenido de <http://www.life-shoebat.eu/es/search-tools/tannery-bats/item/tannery>
- Soler, J. (2004). *Procesos de Curtido*. Barcelona, España.: Edit CETI.
- Tapia, X. (15 de Abril de 2006). <http://dspace.esPOCH.edu.ec>. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1758/1/17T0793.pdf>
- Valdera, B. K. (2013). *Estudio de pre-factibilidad para la instalación de una planta agroindustrial de tara en polvo, en Lambayeque, para su exportación al mercado chino*. Chiclayo: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo.
- Viracocha, C. (2014). *Evaluación de una curtición mixta con sulfato de aluminio en pieles de tilapia roja*. *DSPACE*, 15-17.
- Viterl, P. (25 de Octubre de 2015). <https://repositorio.espe.edu.ec>. Obtenido de <https://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/10221>
- Ricardo Rozzi. (2010). *Introducción*. En *Filosofía Ambiental Sudamericana: Raíces Amerindias Ancestrales y Ramas Académicas Emergentes*, (15-20). Madrid: Nordan.
- Alicia Irene Bugallo. (2016). Presentación. En *La filosofía ambiental en sus dimensiones crítica, teórica y pragmática; principales tendencias vigentes*, (1). Buenos Aires : Facultad DE Filosofía y Letras.

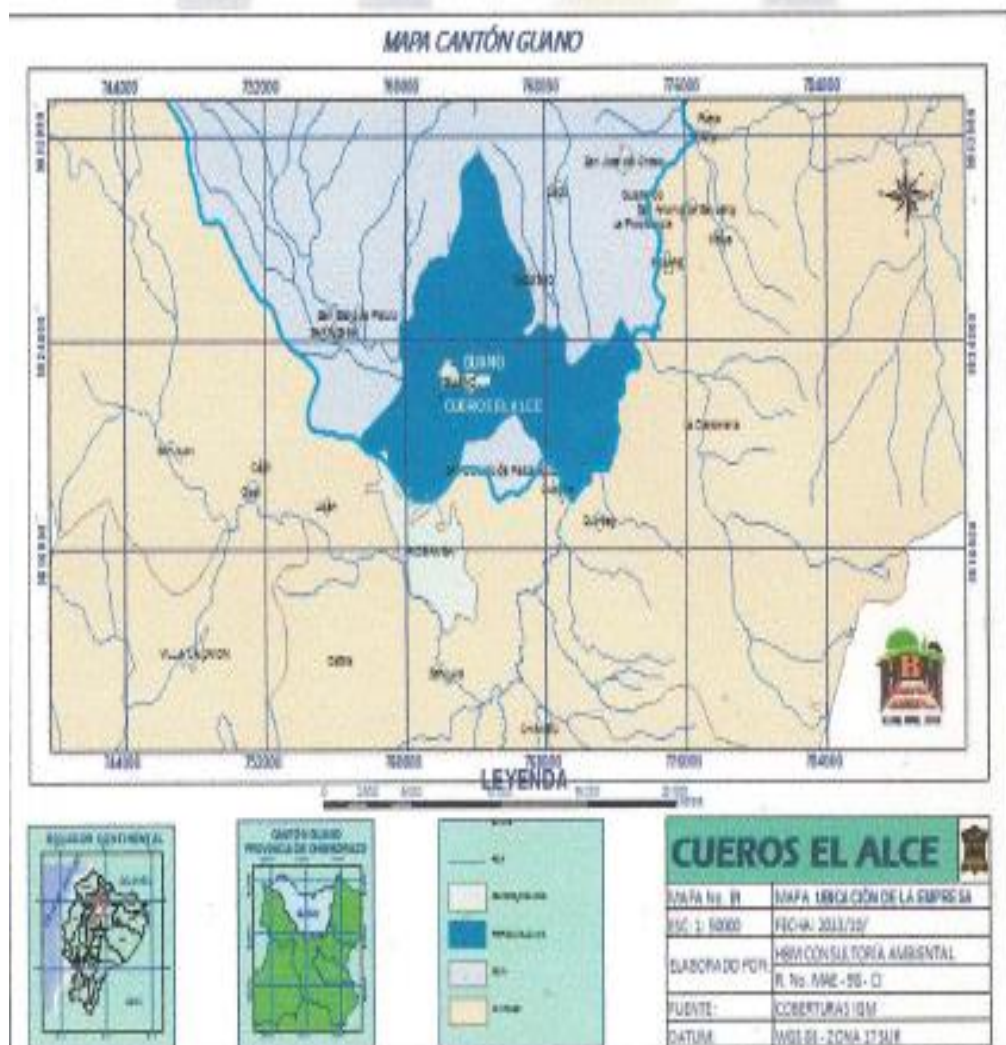
ANEXOS

Anexo 1 Ubicación satelital de la Tenería "El Alce".

TABLA 1 Coordenadas UTM Datum WGS - 84 Zona 17 Sur

PUNTO	COORDENADAS UTM		
	X	Y	Altura
1	762057	9821861	2727
2	762075	9821861	2726
3	762085	9821861	2725
4	762084	9821822	2729
5	762045	9821828	2724

FUENTE: HBM CONSULTORIA AMBIENTAL, R. No. MAE - 098 - CI



FUENTE: Cartografía Base, Instituto Geográfico Militar, Ecuador, HBM Consultoría Ambiental, 2013.

Anexo 2 Análisis sensoriales primera fase



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS LABORATORIO DE CURTIEMBRE DE PIELES

NOMBRE DEL SOLICITANTE: Ing: Cesar Puente Guijarro

TIPO DE CUERO: Cuero vacuno

FECHA DE ANÁLISIS: 27 de septiembre del 2017

ESPECIFICACIÓN: Análisis sensoriales

TRATAMIENTO: 5% de cromo

DESTINO: Planta de curtiembre de pieles

ANÁLISIS SENSORIAL DEL CUERO

PRUEBAS SENSORIALES			
REPETICIONES	PRUEBAS SENSORIALES		
	LLENURA	FINURA DE FLOR	REDONDEZ
1	4	2	2
2	3	2	3
3	3	3	3
4	2	4	3
5	4	3	4
CALIFICACIÓN (PUNTOS)			

OBSERVACIONES:.....

.....

.....

Ing. Luis Eduardo Hidalgo Almeida. PhD
RESPONSABLE





**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
LABORATORIO DE CURTIEMBRE DE PIELES**

NOMBRE DEL SOLICITANTE: Ing: Cesar Puente Guijarro

TIPO DE CUERO: Cuero vacuno

FECHA DE ANÁLISIS: 27 de septiembre del 2017

ESPECIFICACIÓN: Análisis sensoriales

TRATAMIENTO: 6% de cromo

DESTINO: Planta de curtiembre de pieles

ANÁLISIS SENSORIAL DEL CUERO

PRUEBAS SENSORIALES			
REPETICIONES	PRUEBAS SENSORIALES		
	LLENURA	FINURA DE FLOR	REDONDEZ
1	4	3	4
2	5	4	5
3	5	5	5
4	4	5	3
5	4	4	4
CALIFICACIÓN (PUNTOS)			

OBSERVACIONES:.....

.....

.....

.....

Ing. Luis Eduardo Hidalgo Almeida. PhD
RESPONSABLE





**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
LABORATORIO DE CURTIEMBRE DE PIELS**

NOMBRE DEL SOLICITANTE: Ing: Cesar Punte Guijarro

TIPO DE CUERO: Cuero vacuno

FECHA DE ANÁLISIS: 27 de septiembre del 2017

ESPECIFICACIÓN: Análisis sensoriales

TRATAMIENTO: 7% de cromo

DESTINO: Planta de curtiembre de pieles

ANÁLISIS SENSORIAL DEL CUERO

PRUEBAS SENSORIALES			
REPETICIONES	PRUEBAS SENSORIALES		
	LLENURA	FINURA DE FLOR	REDONDEZ
1	5	5	5
2	5	5	4
3	4	4	5
4	5	4	5
5	5	5	5
CALIFICACIÓN (PUNTOS)			

OBSERVACIONES:.....

Ing. Luis Eduardo Hidalgo Almeida. PhD
RESPONSABLE



Anexo 3 Análisis sensorial segunda fase



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
LABORATORIO DE CURTIEMBRE DE PIELS**

NOMBRE DEL SOLICITANTE: Ing: Cesar Puente Guijarro

TIPO DE CUERO: Cuero vacuno

FECHA DE ANÁLISIS: 27 de septiembre del 2017

ESPECIFICACIÓN: Análisis sensoriales

TRATAMIENTO: 12% de Caelsalpinia spinosa (tara) + 5% de oxazolidina

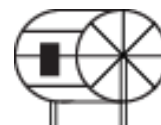
DESTINO: Planta de curtiembre de pieles

ANÁLISIS SENSORIAL DEL CUERO

PRUEBAS SENSORIALES			
REPETICIONES	PRUEBAS SENSORIALES		
	LLENURA	REDONDEZ	FINURA DE FLOR
1	3	3	5
2	2	3	5
3	2	4	5
4	4	3	4
5	3	4	5
6	4	3	5
7	3	4	4
8	3	3	5
9	3	4	4
10	4	4	5
	CALIFICACIÓN (PUNTOS)		

OBSERVACIONES:.....

Ing. Luis Eduardo Hidalgo Almeida. PhD
RESPONSABLE





**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
LABORATORIO DE CURTIEMBRE DE PIELS**

NOMBRE DEL SOLICITANTE: Ing: Cesar Punte Guijarro

TIPO DE CUERO: Cuero vacuno

FECHA DE ANÁLISIS: 27 de septiembre del 2017

ESPECIFICACIÓN: Análisis sensoriales

TRATAMIENTO: 15% de Caelsalpinia spinosa (tara) + 5% de oxazolidina

DESTINO: Planta de curtiembre de pieles

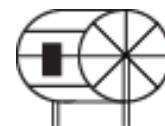
ANÁLISIS SENSORIAL DEL CUERO

PRUEBAS SENSORIALES			
REPETICIONES	PRUEBAS SENSORIALES		
	LLENURA	REDONDEZ	FINURA DE FLOR
1	4	4	3
2	5	4	5
3	4	3	4
4	5	4	5
5	3	4	3
6	5	3	3
7	4	4	5
8	2	5	3
9	3	5	4
10	3	5	4
	CALIFICACIÓN (PUNTOS)		

OBSERVACIONES:.....

.....

Ing. Luis Eduardo Hidalgo Almeida. PhD
RESPONSABLE





**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
LABORATORIO DE CURTIEMBRE DE PIELS**

NOMBRE DEL SOLICITANTE: Ing: Cesar Puento Guijarro

TIPO DE CUERO: Cuero vacuno

FECHA DE ANÁLISIS: 27 de septiembre del 2017

ESPECIFICACIÓN: Análisis sensoriales

TRATAMIENTO: 18% de Caelsalpinia spinosa (tara) + 5% de oxazolidina

DESTINO: Planta de curtiembre de pieles

ANÁLISIS SENSORIAL DEL CUERO

PRUEBAS SENSORIALES			
REPETICIONES	PRUEBAS SENSORIALES		
	LLENURA	REDONDEZ	FINURA DE FLOR
1	5	5	3
2	5	5	3
3	5	4	4
4	5	5	3
5	5	5	4
6	5	4	3
7	5	5	3
8	5	5	3
9	4	4	4
10	4	5	4
	CALIFICACIÓN (PUNTOS)		

OBSERVACIONES:.....

.....
.....
.....

Ing. Luis Eduardo Hidalgo Almeida. PhD
RESPONSABLE



Anexo 4 Resultados de los análisis físicos del cuero vacuno curtido con diferentes niveles de *Caelsalpinia spinosa* más 5% de oxazolidina.

DATOS CLIENTE
Código: 064 L-ANCE
Nombre: CÉSAR ARTURO PUENTE GUIJARRO
RUC: 0601863129001
Dirección: Guano - Chimborazo
Teléfono: 0985532772
Fax:
E-mail: cesarpuenteguijarro@yahoo.com
Responsable de Entrega: César Puente

Datos generales

DATOS GENERALES.
Registro: 0348
Fecha de Recepción: 22 de Marzo de 2017
Servicio: Pruebas de Laboratorio
Fecha de Emisión del informe: 30 de Marzo de 2017
Muestras: 31
Identificación: C1 – C31
Condiciones Ambientales: Temperatura Ambiente

Anexo 5. Hoja Técnica: Resistencia a la tracción - tratamiento 1.

Muestras	Unidad	Método de Ensayo	Resultado Obtenido	*Nivel sugerido
T1R1 (C1)	N/cm ²	INEN 1061	2752.40	1500 mín.
T1R2 (C2)	N/cm ²	INEN 1061	2592.63	1500 mín.
T1R3 (C3)	N/cm ²	INEN 1061	1882.00	1500 mín.
T1R4 (C4)	N/cm ²	INEN 1061	2709.90	1500 mín.
T1R5 (C5)	N/cm ²	INEN 1061	1990.75	1500 mín.
T1R6 (C6)	N/cm ²	INEN 1061	2709.08	1500 mín.
T1R7 (C7)	N/cm ²	INEN 1061	2815.90	1500 mín.
T1R8 (C8)	N/cm ²	INEN 1061	1765.19	1500 mín.
T1R9 (C9)	N/cm ²	INEN 1061	2829.91	1500 mín.
T1R10 (C10)	N/cm ²	INEN 1061	2967.60	1500 mín.

Anexo 6. Hoja técnica: Resistencia a la tracción -tratamiento 2.

Muestras	Unidad	Método de Ensayo	Resultado Obtenido	*Nivel sugerido
T2R1 (C11)	N/cm ²	INEN 1061	2384.00	1500 mín.
T2R2 (C12)	N/cm ²	INEN 1061	2267.06	1500 mín.
T2R3 (C13)	N/cm ²	INEN 1061	2052.93	1500 mín.
T2R4 (C14)	N/cm ²	INEN 1061	2444.11	1500 mín.
T2R5 (C15)	N/cm ²	INEN 1061	2014.82	1500 mín.
T2R6 (C16)	N/cm ²	INEN 1061	4065.98	1500 mín.
T2R7 (C17)	N/cm ²	INEN 1061	3311.63	1500 mín.
T2R8 (C18)	N/cm ²	INEN 1061	4265.89	1500 mín.
T2R9 (C19)	N/cm ²	INEN 1061	3244.36	1500 mín.
T2R10 (C20)	N/cm ²	INEN 1061	2500.69	1500 mín.

Anexo 7 Hoja técnica: Resistencia a la tracción - tratamiento 3

Muestras	Unidad	Método de Ensayo	Resultado Obtenido	*Nivel sugerido
T3R1 (C21)	N/cm ²	INEN 1061	2684.57	1500 mín.
T3R2 (C22)	N/cm ²	INEN 1061	2177.07	1500 mín.
T3R3 (C23)	N/cm ²	INEN 1061	2641.00	1500 mín.
T3R4 (C24)	N/cm ²	INEN 1061	1639.11	1500 mín.
T3R5 (C25)	N/cm ²	INEN 1061	1930.68	1500 mín.

T3R6 (C26)	N/cm ²	INEN 1061	3887.63	1500 mín.
T3R7 (C27)	N/cm ²	INEN 1061	2801.90	1500 mín.
T3R8 (C28)	N/cm ²	INEN 1061	3620.00	1500 mín.
T3R9 (C29)	N/cm ²	INEN 1061	3447.41	1500 mín.
T3R10 (C30)	N/cm ²	INEN 1061	2347.05	1500 mín.

Anexo 8 Hoja técnica: Resistencia a la elongación - tratamiento 1.

Muestras	Unidad	Método de Ensayo	Resultado Obtenido	*Nivel sugerido
T1R1 (C1)	%	INEN 1061	54.20	40 mín.
T1R2 (C2)	%	INEN 1061	68.20	40 mín.
T1R3 (C3)	%	INEN 1061	45.86	40 mín.
T1R4 (C4)	%	INEN 1061	60.00	40 mín.
T1R5 (C5)	%	INEN 1061	56.80	40 mín.
T1R6 (C6)	%	INEN 1061	51.20	40 mín.
T1R7 (C7)	%	INEN 1061	66.80	40 mín.
T1R8 (C8)	%	INEN 1061	63.40	40 mín.
T1R9 (C9)	%	INEN 1061	66.20	40 mín.
T1R10 (C10)	%	INEN 1061	62.80	40 mín.

Anexo 9 Hoja técnica: Resistencia a la elongación - tratamiento 2.

Muestras	Unidad	Método de Ensayo	Resultado Obtenido	*Nivel sugerido
T2R1 (C11)	%	INEN 1061	60.80	40 mín.
T2R2 (C12)	%	INEN 1061	58.20	40 mín.
T2R3 (C13)	%	INEN 1061	44.50	40 mín.
T2R4 (C14)	%	INEN 1061	59.00	40 mín.
T2R5 (C15)	%	INEN 1061	42.00	40 mín.
T2R6 (C16)	%	INEN 1061	64.40	40 mín.
T2R7 (C17)	%	INEN 1061	55.40	40 mín.
T2R8 (C18)	%	INEN 1061	70.40	40 mín.
T2R9 (C19)	%	INEN 1061	52.50	40 mín.
T2R10 (C20)	%	INEN 1061	62.11	40 mín.

Anexo 10 Hoja técnica: Resistencia a la elongación - tratamiento 3.

Muestras	Unidad	Método de Ensayo	Resultado Obtenido	*Nivel sugerido
T3R1 (C21)	%	INEN 1061	63.20	40 mín.
T3R2 (C22)	%	INEN 1061	63.20	40 mín.
T3R3 (C23)	%	INEN 1061	51.20	40 mín.
T3R4 (C24)	%	INEN 1061	56.40	40 mín.
T3R5 (C25)	%	INEN 1061	64.20	40 mín.
T3R6 (C26)	%	INEN 1061	72.00	40 mín.
T3R7 (C27)	%	INEN 1061	63.60	40 mín.
T3R8 (C28)	%	INEN 1061	54.40	40 mín.
T3R9 (C29)	%	INEN 1061	65.80	40 mín.
T3R10 (C30)	%	INEN 1061	61.40	40 mín.

Anexo 11 Hoja técnica: Resistencia al desgarro - tratamiento 1.

Muestras	Unidad	Método de Ensayo	Resultado Obtenido	* Nivel sugerido
T1R1 (C1)	N	INEN 561	107.87	50 mín.
T1R2 (C2)	N	INEN 561	145.40	50 mín.
T1R3 (C3)	N	INEN 561	98.06	50 mín.
T1R4 (C4)	N	INEN 561	88.26	50 mín.
T1R5 (C5)	N	INEN 561	77.47	50 mín.
T1R6 (C6)	N	INEN 561	104.93	50 mín.
T1R7 (C7)	N	INEN 561	79.43	50 mín.
T1R8 (C8)	N	INEN 561	120.62	50 mín.
T1R9 (C9)	N	INEN 561	75.51	50 mín.
T1R10 (C10)	N	INEN 561	114.73	50 mín.

Anexo 12 Hoja técnica: Resistencia al desgarro - tratamiento 2.

Muestras	Unidad	Método de Ensayo	Resultado Obtenido	* Nivel sugerido
T2R1 (C11)	N	INEN 561	64.72	50 mín.
T2R2 (C12)	N	INEN 561	105.91	50 mín.
T2R3 (C13)	N	INEN 561	103.95	50 mín.
T2R4 (C14)	N	INEN 561	108.85	50 mín.
T2R5 (C15)	N	INEN 561	83.35	50 mín.
T2R6 (C16)	N	INEN 561	111.79	50 mín.
T2R7 (C17)	N	INEN 561	116.30	50 mín.
T2R8 (C18)	N	INEN 561	143.18	50 mín.
T2R9 (C19)	N	INEN 561	101.01	50 mín.

Anexo 13. Hoja técnica. Resistencia al desgarro - tratamiento 3.

Muestras	Unidad	Método de Ensayo	Resultado Obtenido	* Nivel sugerido
T3R1 (C21)	N	INEN 561	119.64	50 mín.
T3R2 (C22)	N	INEN 561	109.83	50 mín.
T3R3 (C23)	N	INEN 561	97.08	50 mín.
T3R4 (C24)	N	INEN 561	101.99	50 mín.
T3R5 (C25)	N	INEN 561	116.70	50 mín.
T3R6 (C26)	N	INEN 561	126.50	50 mín.
T3R7 (C27)	N	INEN 561	108.85	50 mín.
T3R8 (C28)	N	INEN 561	108.85	50 mín.
T3R9 (C29)	N	INEN 561	140.23	50 mín.
T3R10 (C30)	N	INEN 561	148.08	50 mín.

Anexo 14 Hoja técnica. Temperatura de encogimiento.

Muestras	Unidad	Método de Ensayo	Resultado Obtenido	Nivel sugerido
T1R1 (C1)	°C	INEN 562	70.5	-
T2R1 (C11)	°C	INEN 562	70.0	-
T3R1 (C21)	°C	INEN 562	70.0	-

Anexo 15. Hoja técnica: Cuero curtido al cromo.

Prueba	Unidad	Método de Ensayo	Resultado Obtenido	Nivel sugerido
Resistencia a la tracción	N/cm ²	INEN 1061	1524.11	1500 mín.
Elongación	%	INEN 1061	71.92	40 mín.
Resistencia al desgarro	N	INEN 561	59.82	50 mín.
Temperatura de Encogimiento	°C	INEN 562	91.0	-

OBSERVACIONES:

- Equipos utilizados para los ensayos:
 - Dinamómetro GIULIANI. velocidad de ensayo 100 ± 1 mm/min.
 - Probador de encogimiento GIULIANI
- Los resultados de las pruebas físicas realizadas en el laboratorio de ANCE. son obtenidos de las muestras proporcionadas por nuestro cliente.

*Nivel Sugerido para cuero curtido al cromo

FECHA DE ENTREGA: 31 de Marzo del 2017

ENTREGO CONFORME

AUTORIZA

LAB. GEORGINA GREFA

ING. MYRIAM FONSECA

RECIBE CONFORME

CÉSAR ARTURO PUENTE GUIJARRO

Anexo 16 Formulaciones del proceso para la obtención cuero vacuno.**Cueros EL ALCE CURTIEMBRE – ARTÍCULOS DE CUERO****PELAMBRE**

Enero del 2016

FECHA

Kg

60 hojas

Marroquinería - cartera

página

1.5 mm.

PESO**UNIDADES****TIPO DE CUERO****ESPESOR**

PROCESO	% Peso	PRODUCTOS OBSERVACIONES	°C	DURACIÓN	pH
Partir cuero y pesar					
Remojo	150	Agua de cisterna	ambiente		
	1	Tenso activos - directo		24 horas	
Ecurrir		Colocar en percha		3 horas	
Pesar		Pasar al bombo			
Pelambre	100	Agua	ambiente		
	4	Cal - Ca(OH) ₂ directo			
	2.5	Sulfuro de sodio - Na ₂ S - directo		mover 4 horas	
Descansar				4 horas	
Mover				1 hora	
Descargar					
Calero	100	Agua	ambiente		
	0.1	Cal - Ca(OH) ₂ - directo		24 horas	
Descargar					
Perchar					
Dividir.					
Continúa con la curtición					

Cueros EL ALCE CURTIEMBRE – ARTICULOS DE CUERO

CURTICIÓN

Abril del 2016

FECHA		página			
Kg	30	Marroquinería - cartera	1.5mm.		
PESO	UNIDADES	TIPO DE CUERO	ESPESOR		
PROCESO	% Peso	PRODUCTOS OBSERVACIONES	°C	DURA- CIÓN	pH
Pesar cuero dividido					
Lavado	150		ambiente	15´	
Desencalado	150	Agua de la cisterna	ambiente		
	2.0	Sulfato de amonio -((NH ₄) ₂ SO ₄) - directo		60´	
	0.5	Bisulfito de sodio - (Na ₂ S ₂ O ₅) - directo		30´	
Rendido	1.0	Rendido - directo		90´	
Ecurrir y lavar 2 veces	150	Agua	ambiente	20´ por lavado	
		Prueba de fenolftaleína - dar transparente			
Piquelado	40	Agua cisterna	ambiente		
	7.0	Sal común - NaCl - directo comprobar 8°Be ¹		15´	
	1.0	Ácido fórmico - (H-COOH) - dilución 1/10		30´	
	1.0	Ácido fórmico – (H-COOH)- dilución 1/10 comprobar pH		60	<3 ²
Curtición	5	Oxazolidina tipo E. directo Comprobar atravesado		3 HORAS (baño toda la noche)	
	4/5/6	Tara - directo		60´	
	4/5/6	Tara - directo		60´	
	4/5/6	Tara. Comparar el pH (5.0 - 5.5) y atravesado		60´	
Pre-engrase	2	Ester fosfórico y grasas sintéticas - directo		30´	
Ecurrir y descargar					
Perchar				12 horas	
escurrir					
Raspar o rebajar		En 1.5 mm de espesor			

¹ Si no se alcanza, se adiciona tomas sucesivas de 0.20% de cloruro de sodio.

² Si el pH >3, se adicionan tomas sucesivas de 0.20% de ácido fórmico.

Cueros EL ALCE CURTIEMBRE – ARTÍCULOS DE CUERO

CURTICIÓN

Abril del 2016

FECHA		Marroquinería		página	
Kg	30			1.5mm.	
PESO	UNIDADES	TIPO DE CUERO	ESPESOR		
PROCESO	% Peso	PRODUCTOS OBSERVACIONES	°C	DURACION	pH
Pesar dividido	cuero				
Lavado	150		ambiente	15'	
Desencalado	150	Agua de la cisterna	ambiente		
	2.0	Sulfato de amonio $-(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4$ - directo		60'	
	0.5	Bisulfito de sodio $-(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5)$ - directo		30'	
Rendido	1.0	Rendido - directo		90'	
Ecurrir y lavar 2 veces	150	Agua	ambiente	20' por lavado	
		Prueba de fenolftaleína - dar transparente			
Piquelado	40	Agua cisterna	ambiente		
	7.0	Sal común - NaCl - directo comprobar 8°Be ¹		15'	
	1.0	Ácido fórmico - (H-COOH) - dilución 1/10		30'	
	1.0	Ácido fórmico - (H-COOH) - dilución 1/10 comprobar pH		60	<3 ²
Curtición	5/6/7	Sulfato básico de cromo: Ecotan B		1 HORAS (baño toda la noche)	
	0.36	Basificante		5 horas	
		Comparar el pH (3.8 – 4.2) y atravesado			
Pre-engrase	2	Ester fosfórico y grasas sintéticas - directo		30'	
Ecurrir y descargar					
Perchar				12 horas	
escurrir					
Raspar o rebajar		En 1.5 mm de espesor			

¹ Si no se alcanza, se adiciona tomas sucesivas de 0.20% de cloruro de sodio.
² Si el pH >3, se adicionan tomas sucesivas de 0.20% de ácido fórmico.

Cueros EL ALCE CURTIEMBRE – ARTICULOS DE CUERO**NEUTRALIZACION – TEÑIDO – ENGRASE**

Octubre del 2016

FECHA			página
Kg	30 hojas	Marroquinería	1.5 mm.
PESO	UNIDADES	TIPO DE CUERO	ESPESOR

PROCESO	% Peso	PRODUCTOS OBSERVACIONES	°C	DURACION	pH
Pesar el cuero rebajado					
Remojo	200	Agua	ambiente		
	0.2	Acido fórmico (HCOOH) – dilución 1/10			
	0.2	Tenso activo - directo			
Neutralización	200	Agua	Ambiente		
	1.0	Formiato de sodio (HCOONa) - directo		15´	
	1.0	Bicarbonato de amonio – dilución 1/10		90´	5.5
Escurrido y lavar	40	Agua	Ambiente	15´	
Recurtido	3	Rellenante de faldas - directo			
Teñido	3	Anilina o colorante dilución 1/10		30´	
Engrasado	100	Agua	40		
	2	Grasa trioleina sulfatada (SINTOL YY707) *			
	4	Grasa hidrofugante (SYNTOL WW P)*		30´	
	5	Grasa Sulfitada			
	100	Agua	40		
	2	Grasa trioleina sulfatada			
	4	Grasa hidrofugante		30´	
	2	Dispersante de grasa - agotamiento		30´	
Fijación	1	Ácido fórmico (HCOOH) – dilución 1/10		30´	
	1	Ácido fórmico (HCOOH), comprobar pH y Tc		30´	<3
Lavado final	100	Agua	Ambiente	15´	
Escurrir y botar baño					
Sacar pieles y perchar				24 horas	
Secado, estacado y recortado					
Operaciones de acabado en seco					

Cueros EL ALCE CURTIEMBRE – ARTICULOS DE CUERO

ACABADO CERATO (Cera)

20/ 01/2017

FECHA 100	Marroquinería	página 1.5 mm.
UNIDADES	TIPO DE CUERO	ESPESOR

PRODUCTO (Nombre comercial Dyes Andina)	PRODUCTO	A	B	C	PROCESO
RD 6125	Cera carnauva	100			A: 1 pistola fuerte, Reposo la noche
Agua	Agua	50			Planchar: Sand Blast : 100° C, 2 seg.
Rdo 7101	Aceite mineral ablandar	100			
					B: 3 pistolas fuertes, reposo
RDW 6037	Cera natural		300		Abatanar 20 min
RDW 6076	Cera pulible		500		C: 2 pistolas hasta igualar el color
Agua	Agua		100		
RDA 1092	Ligante acrílico		100		
Complejo metálico pardo	Tipo de pigmento			10	
Butil Glicol	Penetrante			90	

OBSERVACIONES:

Anexo 17 Calificación artesanal del juez que califica los artículos confeccionados.


JUNTA NACIONAL DE DEFENSA DEL ARTESANO

RECALIFICACIÓN TALLER ARTESANAL
Nro. 90630

155156
PERSONAL E
INTRANSFERIBLE

La Junta Nacional de Defensa del Artesano, veía la solicitud de Calificación Nro. 31 presentada el 1/JUN/2015 previo el estudio e informe de la Unidad de Inspección y Calificación de Talleres Artesanales de la Dirección Técnica, y de conformidad al Art. 5 del Reglamento de Calificaciones y Ramas de Trabajo vigente.

RESUELVE

Conceder el CERTIFICADO DE RECALIFICACIÓN ARTESANAL, con derecho a los beneficios contemplados en el inciso final del Art. 2, Arts. 16, 17, 18 y 19 de la Ley de Defensa del Artesano, en concordancia con el Art. 302 del Código de Trabajo, Art. 550 de la COOTAD, Arts. 19 y 36, numeral 19 de la Ley de Régimen Tributario Interno y Art. 188 de su Reglamento, a:

SANTILLAN BRAVO ALICIA DEL CARMEN
CC# 0601873201

RAMA ARTESANAL:	CONFECCIONES EN CUERO
RAZÓN SOCIAL:	GUEROS EL ALCE
DIRECCIÓN TALLER:	CALLE JOSE RODRIGUEZ 103 Y LEON HIDALGO (GUANO)
DIRECCIÓN LOCAL COMERCIAL:	
CAPITAL INVERTIDO \$:	\$43.000.00
FECHA DE TITULACIÓN:	6/ABRIL/2002 (GUANO)
FECHA DE EXPEDICIÓN:	1/JUNIO/2015
FECHA DE CADUCIDAD:	1/JUNIO/2018

DIOS, PATRIA Y LIBERTAD
POR LA JUNTA NACIONAL DE DEFENSA DEL ARTESANO
REGISTRADO:


LIC. LUIS QUINCE VIALI
PRESIDENTE DE LA JNDA


Dr. Elly Izquierdo
SECRETARIO GENERAL (S)


Dr. LUIS BARRA GONZALEZ
DIRECCION TECNICA NACIONAL (T)





Anexo 18 Caracterización de la tara.**TARA EN POLVO****ESPECIFICACIONES**

Descripción : El producto Tara en Polvo, es un polvo muy fino, de color crema, producido a partir de las vainas del árbol de Tara (Caesalpinia Spinosa). Mezclado con agua, la Tara en Polvo produce una solución turbia, de color beige claro.

Composición:

(Método A.L.C.A.)	Taninos	47 – 53%
	No Taninos	15 – 23 %
	Insolubles	18 – 26 %
	Agua	Max. 12 %

Tamaño de Partícula :

A través de:	250 Micrones, US 60 mesh	min. 99.8%
	150 Micrones, US 100 mesh	min. 99%
	100 Micrones, US 150 mesh	min. 98%
	77 Micrones, US 200 mesh	min. 90%
	44 Micrones, US 325 mesh	min. 80%

Anexo 19 Hoja técnica de la oxazolidina.



Dyes Lorca

DYES LORCA CHEMICALS S.A.
c/ San Pablo 4 2º E - 30830 LORCA (Murcia)

TENSOTAN OXB

Naturaleza:	Mezcla de aldehidos modificados.
Apariencia:	Líquido de color claro.
Materia Activa:	Aprox. 67 %
pH (1:10):	Aprox. 10
Solidez a la luz	Excelente
Solidez al amarillento	Excelente

PROPIEDADES:

TENSOTAN OXB es un curtiente aldehido, que se puede aplicar en la precurtición, curtición o en la recurtición.

TENSOTAN OXB es un producto ideal para pieles pequeñas.

TENSOTAN OXB incrementa la temperatura de contracción en las pieles pickeladas.

TENSOTAN OXB aplicado en la precurtición, consigue una homogénea distribución de las grasas naturales.

TENSOTAN OXB mejora las propiedades tintóreas, especialmente la igualación. Las pieles precurtidas con **TENSOTAN OXB** presentan plenitud y tacto redondo.

APLICACION:

Usando entre 1 y 3 % de **TENSOTAN OXB** en la precurtición, se mejora la penetración de los sucesivos agentes curtientes.

Se recomienda poner entre un 2 - 4 % del **TENSOTAN OXB** en el despickelado y en el desengrasa de las pieles de cordero.

En la recurtición, usando entre 1 - 3 % del **TENSOTAN OXB** se mejora el agotamiento de las sales de cromo y se mejoran las solidesces al sudor y al lavado.

En las pieles de curtición vegetal, usando el **TENSOTAN OXB** en la recurtición, se mejora la estabilidad a la penetración del agua.

VIDA DE ALMACENAJE:

El producto se puede almacenar en sus recipientes cerrados de origen como mínimo 12 meses a temperaturas comprendidas entre 0 ° y 40 °C. Una vez abiertos los recipientes se deberá consumir rápidamente su contenido; tras cada toma de producto se deberán cerrar de nuevo los recipientes herméticamente.

Anexo 20 Resultado de los análisis de aguas residuales del curtido.

	<p align="center">CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL</p> <p align="center">DEPARTAMENTO : SERVICIOS DE LABORATORIO</p> <p align="center">Panamericana Sur Km. 1 1/2, ESPDCEI (Facultad de Ciencias) RIOBAMBA - ECUADOR Teléfono: (03) 3613183</p>	 <p>Servicio de Acreditación Ecuatoriano</p> <p>Acreditación N° OAE LE 20 66-008 LABORATORIO DE ENSAYOS</p>
---	---	--

INFORME DE ENSAYO No: 1227
ST: 611-16 ANÁLISIS DE AGUAS
Nombre Peticionario: N.A.
Ata: César Arturo Paez
Dirección: Zona de referencia curtiembre EL ALCE
 Guano - Chimborazo

FECHA: 07 de Noviembre del 2016
NUMERO DE MUESTRAS: 1
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB: 2016/10/25- 16:34
FECHA DE MUESTREO: 2016/10/14- 09:00
FECHA DE ANÁLISIS: 2016/10/25- 2016/11/01
TIPO DE MUESTRA: Agua residual
CÓDIGO CESTTA: LAB-A 1103-16
CÓDIGO DE LA EMPRESA: CURTICION CROM60
PUNTO DE MUESTREO: A Boca De Bomba O Pulos - Proceso Curtición
ANÁLISIS SOLICITADO: Químico
PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA: César Paez
CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS: T máx.: 25,0 °C. T mín.: 15,0 °C

RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	INCERTIDUMBRE (k=2)	VALOR LÍMITE PERMISIBLE (■)
Derrama Química de Oxígeno	PEE/CESTTA/09 Standard Methods No. 5220 D	mg/L	9200	±6%	-
Derrama Bioquímica de Oxígeno (5 días)	PEE/CESTTA/46 Standard Methods No. 5210 B	mg/L	200	±15%	-
*Cromo Total	PEE/CESTTA/ 28 Standard Methods No. 3030 B, 3111 B	mg/L	3591,4	-	-
Cromo Hexavalente	PEE/CESTTA 32 Standard Methods No. 3500 -Cr B	mg/L	0,02	±22%	-

OBSERVACIONES:

- Muestra recibida en el laboratorio.

RESPONSABLE DEL INFORME:


RICARDO ALVAREZ
RESPONSABLE TÉCNICO



	CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL DEPARTAMENTO : SERVICIOS DE LABORATORIO Panamericana Sur Km. 1 1/2, ESPOCH (Facultad de Ciencias) BOBAMBA - ECUADOR Telefon: (03) 343183	 Servicio de Acreditación Ecuatoriano Acreditación N° QAE LE 20 06-008 LABORATORIO DE ENSAYOS
---	---	--

INFORME DE ENSAYO No:	1227
ST:	611-16 ANÁLISIS DE AGUAS
Nombre Peticionario:	N.A.
Ata:	César Arturo Puente
Dirección:	Entrada de referencia cartieros EL ALCE Guano - Chimborazo
FECHA:	07 de Noviembre del 2016
NUMERO DE MUESTRAS:	1
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB:	2016/10/25- 16:34
FECHA DE MUESTREO:	2016/10/18- 09:00
FECHA DE ANÁLISIS:	2016/10/25- 2016/11/01
TIPO DE MUESTRA:	Agua residual
CÓDIGO CESTTA:	LAB-A 1104-16
CÓDIGO DE LA EMPRESA:	TRATAMIENTO 1
PUNTO DE MUESTREO:	A Boca De Bambo O Falso - Proceso Cartieros
ANÁLISIS SOLICITADO:	Químico
PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA:	César Puente
CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS:	T máx.: 25,0 °C. T mín.: 15,0 °C

RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	INCERTIDUMBRE (s=2)	VALOR LÍMITE PERMISIBLE (M)
Demanda Química de Oxígeno	PEE/CESTTA/09 Standard Methods No. 5220 D	mg/L	>10300	+6%	-
Demanda Biológica de Oxígeno (5 días)	PEE/CESTTA/46 Standard Methods No. 5210 B	mg/L	250	+15%	-
Cromo Total	PEE/CESTTA/ 28 Standard Methods No. 3030 B, 3111 B	mg/L	0,40	+18%	-

OBSERVACIONES:

- Muestra aceptada en el laboratorio.

RESPONSABLE DEL INFORME:


 Dr. Mauricio Alvarez
 RESPONSABLE TÉCNICO



 <p>CESTTA SGC</p>	<p align="center">CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL</p> <p align="center">DEPARTAMENTO : SERVICIOS DE LABORATORIO</p> <p align="center">Panamerizans Sur Km. 1 1/2, ESPOCH (Facultad de Ciencias) BIORAMBA - ECUADOR Teléfono: (03) 3013181</p>	 <p>Servicio de Acreditación Ecuatoriano</p> <p>Acreditación N° OAE LE 20 06-008 LABORATORIO DE ENSAYOS</p>
--	--	--

INFORME DE ENSAYO No: 1227
ST: 611- 16 ANÁLISIS DE AGUAS
Nombre Peticionario: N.A.
Ata: César Arturo Puente
Dirección: Entrada de referencia cortiembro EL ALCE
 Guano - Chimborazo

FECHA: 07 de Noviembre del 2016
NUMERO DE MUESTRAS: 1
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB: 2016/10/25- 16:34
FECHA DE MUESTREO: 2016/10/20- 09:00
FECHA DE ANÁLISIS: 2016/10/25- 2016/11/01
TIPO DE MUESTRA: Agua residual
CÓDIGO CESTTA: LAB-A 1105 -16
CÓDIGO DE LA EMPRESA: TRATAMIENTO 2
PUNTO DE MUESTREO: A Boca De Bombo O Falso - Proceso Curtición
ANÁLISIS SOLICITADO: Químico
PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA: Cesar Puente
CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS: T máx.: 25,0 °C. T mín.: 15,0 °C


RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	INCERTIDUMBRE (k=2)	VALOR LÍMITE PERMISIBLE (■)
Demanda Química de Oxígeno	PEE/CESTTA/09 Standard Methods No. 5220 D	mg/L	>10300	±6%	-
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	PEE/CESTTA/46 Standard Methods No. 5210 B	mg/L	280	±15%	-
Cromo Total	PEE/CESTTA/ 28 Standard Methods No. 3030 B, 3111 B	mg/L	0,79	±18%	-

OBSERVACIONES:

- Muestra recolectada en el laboratorio.

RESPONSABLE DEL INFORME:


 Dr. Spentico Alvarez
 RESPONSABLE TÉCNICO



	<p align="center">CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL</p> <p align="center">DEPARTAMENTO : SERVICIOS DE LABORATORIO</p> <p align="center">Panamericana Sur Km. 1 1/2, ESPOCH (Facultad de Ciencias) RIOBAMBA - ECUADOR Teléfono: (03) 3613103</p>	 <p>Servicio de Acreditación Ecuatoriano</p> <p>Acreditación N° OAE LE 20-08-088 LABORATORIO DE ENSAYOS</p>
---	--	--

INFORME DE ENSAYO No: 1227
ST: 611- 16- ANÁLISIS DE AGUAS
Nombre Peticionario: N.A.
Atm: César Arturo Puente
Dirección: Entrada de referencia cuatrimbo EL ALCE
 Guano - Chimborazo

FECHA: 07 de Noviembre del 2016
NUMERO DE MUESTRAS: 1
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB: 2016/10/25- 16:34
FECHA DE MUESTREO: 2016/10/24- 09:00
FECHA DE ANÁLISIS: 2016/10/25- 2016/11/01
TIPO DE MUESTRA: Agua residual
CÓDIGO CESTTA: LAB-A 1106 -16
CÓDIGO DE LA EMPRESA: TRATAMIENTO 3
PUNTO DE MUESTREO: A Boca De Bombeo O Filtro - Proceso Cartición
ANÁLISIS SOLICITADO: Químico
PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA: Cesar Puente
CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS: T máx.:25,0 °C. T mín.: 15,0 °C

RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	INCERTIDUMBRE (k=2)	VALOR LÍMITE PERMISIBLE (■)
Demanda Química de Oxígeno	PEE/CESTTA/09 Standard Methods No. 5220 D	mg/L	>10300	±6%	-
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	PEE/CESTTA/46 Standard Methods No. 5210 B	mg/L	220	±15%	-
Cromo Total	PEE/CESTTA/ 28 Standard Methods No. 3030 B, 3111 B	mg/L	0,61	±18%	-

OBSERVACIONES:

- Muestra recepcionada en el laboratorio.

RESPONSABLE DEL INFORME:


 Dr. Mauricio Alvarez
RESPONSABLE TÉCNICO



Anexo 21. Extracción de la Tara

Antes de realizar el desarrollo del procedimiento experimental, se debe tener un material expositivo para comprender los diferentes procesos que se realizaron para la obtención de los cueros; así como también, lograr comprender procesos que se llevó a cabo en cada uno de las fases de experimentación y que son constantes y en ambientes controlados para todos los procesos con cambios poco notorios entre las tres fases. Estos conocimientos engloban la forma industrial de obtención de la harina de tara, la cantidad de taninos y no taninos presentes en la Tara para poder realizar la curtición, también la especificación de la oxazolidina a través del estudio de la ficha técnica que se utilizó en la investigación, para comprender los fenómenos que ocurrieron en el proceso de transformación de piel a cuero con procesos químicos, explicar los diferentes etapas del proceso de ribera y post-curtición que se utilizó, este prologo también lo constituirán la metodología utilizada para las pruebas físicas y sensoriales que se evaluaron del cuero, las probetas y equipos utilizados en estas pruebas.

Para realizar la investigación, todos los procesos de producción se los realizo en la fábrica “cueros EL ALCE”, ubicado en el cantón Guano, Provincia de Chimborazo - Ecuador. Ubicada a una altitud de 2620 m. s. n. m. Temperatura promedio de 16°C y 18°C. Las pruebas físicas se realizaron en el laboratorio de ANCE (Asociación Nacional de Curtidores del Ecuador), laboratorio acreditado en el Ecuador para la evaluación de las características del cuero. Las valoraciones sensoriales se las realizo en el laboratorio de curtición de pieles de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo. Ubicado en la Provincia de Chimborazo, cantón Riobamba kilómetro 1½ Panamericana Sur, a una altitud de 2,754 msnm, y con una longitud Oeste de 78° 28' 00" y una latitud sur de 01° 38' 02".

Proceso de obtención de la harina de Tara

Dado que este punto no fue el enfoque de la presente investigación, se recogió distintas metodologías utilizadas en el Ecuador para obtener la harina de Tara

y; bajo las normas y las técnicas de producción estandarizadas por el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), observación efectuada principalmente en la provincia de Chimborazo, donde se encuentran los principales beneficiarios de una producción de cueros con curtido vegetal; puesto que, la investigación apuntó a generar dinamización de la economía.

La producción de la harina inició con la selección de los granos de Tara que fueron utilizados, para lo cual se observó que el fruto fuera de color rojo lo cual significa que estuvo totalmente maduro y que contiene una mayor concentración de taninos pirogálicos, esta selección y recolección de los frutos se hizo de manera manual, teniendo cuidado de no dañar el resto de frutos que no han madurado y que no se ocupan. Una vez realizada la recolección de la materia prima se continuó con el siguiente procedimiento para la obtención de harina de Tara:

- Limpieza: En este proceso se dio la remoción de todas las materias extrañas que tiene el fruto procedente de su cultivo, las principales impurezas que se tienen es la presencia de tierra, resto de hojas, partes de tallos; este proceso es de manera manual.
- Preclasificación: Dado que son frutos, la mayoría de ocasiones existen frutos que estuvieron en mal estado, por efecto de la sobre maduración, ataque de plagas, golpeadas y que tuvieron que ser retirados para que no genere defectos en el producto final.
- Clasificación: Esta se hizo de acuerdo a la tonalidad de los frutos, donde se separaron los frutos de colores más cercanos al rojo, otros que se encontraron más pálidos ya que los segundos no se emplearon en la obtención de harina, por lo que al final de esta selección se pudo observar que únicamente existen frutos de color rojizo que son los que mejores resultados generaran en la obtención de taninos pirogálicos.
- Separación de semillas: Dado que las semillas son gruesas y son más difíciles de realizar la atrición, lo que se procedió hacer fue romper la vaina

de manera manual y retirar las semillas existentes, los residuos de esta son depositados en el suelo y sirven de abono orgánico.

- **Molienda y Tamizado:** En la provincia de Chimborazo la mayor parte de productores de harina de guarango o Tara lo hacen de manera artesanal, para este proceso se recurrió a un molino de atrición de tipo tornillo sin fin (Molino Artesanal), una vez acabado la molienda de todos los frutos se realizó el tamizado de las frutas con un cedazo para evitar la formación de material muy grueso, el material que quedo en el tamiz, se introdujo nuevamente en el molino, para reducir su tamaño logrando así reducir los desperdicios.
- **Almacenamiento:** Debido a que la harina de tara obtenida tiene un carácter higroscópico se almaceno la misma en fundas de poliuretano de colores oscuros y en condiciones de almacenamiento muy seco, con poca luz y temperatura ambiente, para no alterar sus características.

Determinación del tanino de la Tara

Este procedimiento se realizó en el laboratorio de Química Orgánica de la Facultad de Ciencias de la ESPOCH, Riobamba – Ecuador; para lo cual se siguió técnicas normadas en manuales, y que el primer paso para lograr la determinación fue el tamizado de la muestra, para lo cual se utilizaron una serie de tamices hasta 560 μm , con lo cual se tuvo partículas de 0,20 mm, y la técnica de determinación que se utilizó fue la de maceración dinámica que consistió en girar el solvente con el extracto para mejorar las condiciones de extracción, se escogió este proceso debido a la disponibilidad de condiciones idóneas para la aplicación de materiales y reactivos en el laboratorio;

Procedimiento	Reactivo Utilizado
Extracto Tánico	
Se pesó 55 g de harina de vaina de Tara y midió 220 ml de agua destilada.	Agua Destilada, Harina de Tara
Se filtró el extracto obtenido con una manta y al vacío. Se llevó el material soluble a una bandeja de porcelana y se evaporó en un secador eléctrico. El extracto debió ser evaporado a una temperatura menor de 70 °C. El extracto sólido obtenido fue almacenado en frascos de color ámbar, para posteriormente proceder a realizar el análisis cualitativo y cuantitativo de taninos.	Mezcla de agua y harina de tara
Extracto Gálico	
Se colocó 50 g de extracto tánico en un balón aforado de 250 ml. Se adicionó sobre el extracto 100 ml de NaOH 2N. Se llevó a reflujo por 1 hora. Se dejó enfriar el equipo.	NaOH, Extracto Tánico
Se adicionó sobre el refrigerante 100 ml de HCl 2N. Se llevó nuevamente a reflujo por veinte horas.	HCl, Extracto Tánico
Transcurrido las horas el extracto gálico se filtró y fue almacenado en frascos de vidrio de color ámbar, para posteriormente proceder a realizar el análisis cualitativo y cuantitativo.	Extracto Gálico
Fuente: laboratorio de Química Orgánica de la Facultad de Ciencias de la ESPOCH	

Después del proceso de extracción de los compuestos tánicos y gálicos, se analizó los resultados obtenidos y la eficiencia que presentó el proceso de extracción, esto se realizó para determinar el contenido de taninos pirogálicos presentes en la harina y, de esta manera proyectar un porcentaje idóneo que

luego se utilizó en la curtición de las pieles bovinas, los resultados obtenidos después de la extracción fueron los siguientes:

El promedio de masa de la vaina de tara en relación con el peso total de la muestra fue de 4,20 g por cada 10 g de materia prima. El porcentaje de compuestos tánicos y gálicos fue igual a 45,20%; lo que indicó que por cada gramo de harina de *Caesalpinia spinosa*, con la relación de 1:1,45. El porcentaje de humedad del fruto de Tara 7,76%, el resto de los componentes de la harina de Tara fueron: Testa, Cotiledón y Goma que constituyeron el 47,04 del total.

Cuantificación de los taninos

Una vez obtenido el extracto por el método detallado en la sección 3.2.2., se debió realizar los análisis del extracto para determinar sus componentes, en especial el contenido de taninos pirogálicos, responsables del proceso de transformación de las pieles en cuero. Para lograr la determinación cualitativa se investigó en bibliografía y se determinó de acuerdo a los materiales y reactivos disponibles en el laboratorio, se utilizó el método el tungsto-molibdico-fosfórico para cuantificar taninos, para el cual se aplicó el siguiente procedimiento:

Se agitó 10 g de muestra con 500 ml de etanol al 50 % durante 6 h, se dejó en reposo 8 horas y se agitó nuevamente por 30 min, finalmente se filtró. Se transfirieron 3 ml del filtrado a un matraz aforado de 50 ml y se diluyó con agua destilada hasta enrase (Sm). Finalmente se prepararon matraces aforados de 50 ml, los cuales tuvieron la formulación que se detalla en la tabla 8.

Composición química de las muestras patrones para la determinación de taninos pirogálicos por el método tungsto-molibdico-fosfórico.

Reactivos	Composición Muestra A	Composición Muestra B	Composición Muestra C
Sm	-	-	1,0 ml
Solución de referencia	-	3,0 ml	-
Agua Destilada	5,0 ml	2,0 ml	4,0 ml
Reactivos para taninos	2,0 ml	2,0 ml	2,0 ml
Se agita y se deja en reposo 5 min			
Solución de carbonato de sodio al 20 %	1 ml	1 ml	1 ml

Fuente: laboratorio de Química Orgánica de la Facultad de Ciencias de la ESPOCH

- Se completó el procedimiento con agua destilada hasta enrase, se mezcló bien y se leyó cada uno a 700 ml.
- *Solución de referencia de ácido tánico*: se disolvieron 25 mg de ácido tánico en 100 ml de agua destilada, de ahí se colectaron 20 ml y se completó volumen hasta 100 ml.
- *Reactivo para taninos*: 10 g de tungstato de sodio dihidratado, 0,2 g de ácido fosfomolibdico y 5 ml de ácido fosfórico al 85 % en 75 ml de agua destilada. Se dio en reflujo 2 h y después se completó a 100 ml con agua destilada. Para cálculos el contenido de taninos pirogálicos se utilizó la siguiente formula:

$$X = \frac{A_m * P * 1000 * 100}{A_p * PM * (100 - p)}$$

Donde:

X: contenido de taninos en la harina (%)

P: masa de la sustancia de referencia (g)

Am: absorbancia de la muestra (nm)

Ap: absorbancia de la solución de referencia (nm)

PM: masa de la harina (g)

p: humedad de la harina (%)

Los resultados obtenidos luego del arreglo matemático y después de utilizar técnicas estadísticas para resolver la variación y la significancia de la muestra mediante una curva de calibración determinaron que la concentración en función del Ácido Tánico en los extractos hidroalcoholico y acuoso obtenidos a partir de las vainas de *Caesalpinia spinosa*, se obtuvo una concentración media de 50,30% para el extracto acuoso y de 52,88% para el extracto alcohólico.

	N de muestras	mg/Kg A T.	% A T.	$\bar{\delta}$
Ext. A	10	503040,80	50,30	
Ext. H	10	528756,45	52,88	

Ext. = extracto

H= hidroalcoholico A= acuoso

N= número

$\bar{\delta}$ = desviación estándar

Anexo 22. Resistencia a la tensión de las pieles curtidas por efecto de la curtición con diferentes niveles de cromo (7, 8 y 9%), primera fase de investigación

A. Análisis de Datos

I	II	III	IV	V
2000.00	1325.00	1200.00	1060.94	1119.64
1857.14	1524.11	2267.86	1866.67	1921.88
1946.38	2000.00	2200.00	2183.33	1957.14

B. Análisis de la varianza

Grados								
Fuente de variación	de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0,05	Fisher 0,01	Prob	Sign
Total	14	2323705.22	165978.9					
Tratamiento	2	1400726.57	700363.29	9.11	3.89	6.93	0.00	ns
Error	12	922978.645	76914.89					

C. Separación de medias por efecto de los niveles de cromo

Niveles de cromo	Media	Grupo
5%	1341.12	a
6%	1887.53	a
7%	2057.37	a

Anexo 23. Porcentaje de Elongación de las pieles curtidas por efecto de la curtición con diferentes niveles de cromo (7, 8 y 7%), primera fase de investigación

A. Análisis de Datos

I	II	III	IV	V
77.50	52.50	57.00	47.50	50.00
115.00	75.00	72.50	65.00	75.00
70.00	71.92	110.00	115.00	105.00

B. Análisis de la varianza

Fuente de variación		Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0,05	Fisher 0,01	Prob	Sign
Total		14	7606.78	543.34					
Tratamiento		2	3591.29	1795.65	5.37	3.89	6.93	0.02	**
Error		12	4015.49	334.62					

C. Separación de medias por efecto de los niveles de cromo

Niveles de cromo	Media	Grupo
5%	56.90	a
6%	80.50	a
7%	94.38	a

Anexo 24. Resistencia al desgarro de las pieles curtidas por efecto de la curtición con diferentes niveles de cromo (7, 8 y 7%), primera fase de investigación

A. Análisis de Datos

I	II	III	IV	V
56.22	59.82	51.91	51.71	52.10
59.48	51.11	51.98	52,0°	52.13
51.20	59.23	57.20	55.40	56.20

B. Análisis de la varianza

Grados									
Fuente de variación	de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0,05	Fisher 0,01	Prob	Sign	
Total	14	2935.32	209.67						
Tratamiento	2	498.448	249.22	1.23	3.89	6.93	0.33	ns	
Error	12	2436.87	203.07						

C. Separación de medias por efecto de los niveles de cromo

Niveles de cromo	Media	Grupo
5%	54.35	a
6%	53.67	a
7%	55.85	a

Anexo 25. Llenura de las pieles curtidas por efecto de la curtición con diferentes niveles de cromo (7, 8 y 7%), primera fase de investigación

A. Análisis de Datos

I	II	III	IV	V
4.00	3.00	3.00	2.00	4.00
4.00	5.00	5.00	4.00	4.00
5.00	5.00	4.00	5.00	5.00

B. Análisis de la varianza

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0,05	Fisher 0,01	Prob	Sign
Total	14	11.73	0.84					
Tratamiento	2	6.93	3.47	8.67	3.89	6.93	0.00	ns
Error	12	4.8	0.4					

C. Separación de medias por efecto de los niveles de cromo

Niveles de cromo	Media	Grupo
5%	3.20	a
6%	4.40	a
7%	4.80	a

Anexo 26. Finura de flor de las pieles curtidas por efecto de la curtición con diferentes niveles de cromo (7, 8 y 7%), primera fase de investigación

A. Análisis de Datos

I	II	III	IV	V
2.00	2.00	3.00	4.00	3.00
3.00	4.00	5.00	5.00	4.00
5.00	5.00	4.00	4.00	5.00

B. Análisis de la varianza

Grados								
Fuente de variación	de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0,05	Fisher 0,01	Prob	Sign
Total	14	15.73	1.12					
Tratamiento	2	8.93	4.47	7.88	3.89	6.93	0.01	*
Error	12	6.80	0.57					

C. Separación de medias por efecto de los niveles de cromo

Niveles de cromo	Media	Grupo
5%	2.80	a
6%	4.20	a
7%	4.60	a

Anexo 27. Redondez de las pieles curtidas por efecto de la curtición con diferentes niveles de cromo (7, 8 y 7%), primera fase de investigación

A. Análisis de Datos

I	II	III	IV	V
2.00	3.00	3.00	3.00	4.00
4.00	5.00	5.00	3.00	4.00
5.00	4.00	5.00	5.00	5.00

B. Análisis de la varianza

Grados								
Fuente de variación	de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0,05	Fisher 0,01	Prob	Sign
Total	14	14.00	1.00					
Tratamiento	2	8.40	4.20	9.00	3.89	6.93	0.00	**
Error	12	5.60	0.47					

C. Separación de medias por efecto de los niveles de cromo

Niveles de cromo	Media	Grupo
5%	3.00	a
6%	4.20	a
7%	4.80	a

Anexo 28. Resistencia a la tracción de las pieles curtidas por efecto de la curtición con diferentes niveles de Tara (12, 15 y 18%), segunda fase de investigación

A. Análisis de Datos

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
2752.4	2592.63	1882	2709.9	1990.75	2709.08	2815.9	1765.19	2829.91	2967.6
2384	2267.06	2052.93	2444.11	2014.82	4065.98	3311.63	4265.89	3244.36	2500.69
2684.57	2177.07	2641	1639.11	1930.68	3887.63	2801.9	3620	3447.41	2347.05

B. Análisis de la varianza

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0,05	Fisher 0,01	Prob	Sign
Total	29	13374165.77	461178.13					
Tratamiento	2	635500.56	317750.28	0.67	5.49	3.35	0.52	ns
Error	27	12738665.21	471802.42					

C. Separación de medias por efecto de los niveles de Tara

Niveles de cromo	Media	Grupo
12%	2501.54	a
15%	2855.15	a
18%	2717.64	a

Anexo 29. Porcentaje de Elongación de las pieles curtidas por efecto de la curtición con diferentes niveles de Tara (12, 15 y 18%), segunda fase de investigación

A. Análisis de Datos

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
54.20	68.20	45.86	60.00	56.80	51.20	66.80	63.40	66.20	62.80
60.80	58.20	44.50	59.00	42.00	64.40	55.40	70.40	52.50	62.11
63.20	63.20	51.20	56.40	64.20	72.00	63.60	54.40	65.80	61.40

B. Análisis de la varianza

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0,05	Fisher 0,01	Prob	Sign
Total	29	1610.42	55.53					
Tratamiento	2	106.86	53.43	0.96	5.49	3.35	0.40	ns
Error	27	1503.57	55.69					

C. Separación de medias por efecto de los niveles de Tara

Niveles de cromo	Media	Grupo
12%	59.55	a
15%	56.93	a
18%	61.54	a

Anexo 30. Resistencia al Desgarro de las pieles curtidas por efecto de la curtición con diferentes niveles de Tara (12, 15 y 18%), segunda fase de investigación

A. Análisis de Datos

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
107.87	145.40	98.06	88.26	77.47	104.93	79.43	120.62	75.51	114.73
64.72	105.91	103.95	108.85	83.35	111.79	116.30	143.18	101.01	74.53
119.64	109.83	97.08	101.99	116.70	126.50	108.85	108.85	140.23	148.08

B. Análisis de la varianza

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0,05	Fisher 0,01	Prob	Sign
Total	29	13212.07	455.59					
Tratamiento	2	1811.02	905.51	2.14	5.49	3.35	0.14	ns
Error	27	11401.05	422.26					

C. Separación de medias por efecto de los niveles de Tara

Niveles de cromo	Media	Grupo
12%	101.23	a
15%	101.36	a
18%	117.78	a

Anexo 31. Llenura de las pieles curtidas por efecto de la curtición con diferentes niveles de Tara (12, 15 y 18%), segunda fase de investigación

A. Análisis de Datos

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
3.00	2.00	2.00	4.00	3.00	4.00	3.00	3.00	3.00	4.00
4.00	5.00	4.00	5.00	3.00	5.00	4.00	2.00	3.00	3.00
5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	4.00	4.00

B. Análisis de la varianza

Grados									
Fuente de variación	de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0,05	Fisher 0,01	Prob	Sign	
Total	29	30.70	1.06						
Tratamiento	2	14.60	7.30	12.24	5.49	3.35	0.00	ns	
Error	27	16.10	0.60						

C. Separación de medias por efecto de los niveles de Tara

Niveles de cromo	Media	Grupo
12%	3.10	c
15%	3.80	b
18%	4.80	a

Anexo 32. Finura de flor de las pieles curtidas por efecto de la curtición con diferentes niveles de Tara (12, 15 y 18%), segunda fase de investigación

A. Análisis de Datos

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
3.00	3.00	4.00	3.00	4.00	3.00	4.00	3.00	4.00	4.00
4.00	4.00	3.00	4.00	4.00	3.00	4.00	5.00	5.00	5.00
5.00	5.00	4.00	5.00	5.00	4.00	5.00	5.00	4.00	5.00

B. Análisis de la varianza

Grados								
Fuente de variación	de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0,05	Fisher 0,01	Prob	Sign
Total	29	16.70	0.58					
Tratamiento	2	7.20	3.60	10.23	5.49	3.35	0.00	ns
Error	27	9.50	0.35					

C. Separación de medias por efecto de los niveles de Tara

Niveles de cromo	Media	Grupo
12%	3.50	c
15%	4.10	b
18%	4.70	a

Anexo 33. Redondez de las pieles curtidas por efecto de la curtición con diferentes niveles de Tara (12, 15 y 18%), segunda fase de investigación

A. Análisis de Datos

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
5.00	5.00	5.00	4.00	5.00	5.00	4.00	5.00	4.00	5.00
3.00	5.00	4.00	5.00	3.00	3.00	5.00	3.00	4.00	4.00
3.00	3.00	4.00	3.00	4.00	3.00	3.00	3.00	4.00	4.00

B. Análisis de la varianza

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0,05	Fisher 0,01	Prob	Sign
Total	29	20.00	0.69					
Tratamiento	2	8.60	4.30	10.18	5.49	3.35	0.00	ns
Error	27	11.40	0.42					

C. Separación de medias por efecto de los niveles de Tara

Niveles de cromo	Media	Grupo
12%	4.70	a
15%	3.90	b
18%	3.40	b

Anexo 34. Comparación de los resultados obtenidos a la resistencia a la tensión de las medias obtenidas en la primera y segunda fase de la investigación

A. Análisis de Datos

cuero curtido al		Observado	Esperado	Obs - Esperado	(Obs - Esperado) ²
cromo			o		
9%	1	1946.38	2057.37	-110.99	12319.05
9%	2	2000.00	2057.37	-57.37	3291.46
9%	3	2200.00	2057.37	142.63	20342.96
9%	4	2183.33	2057.37	125.96	15866.45
9%	5	1957.14	2057.37	-100.23	10045.73
Promedio		2057.37			61865.66
				Varianza	15466.41
				Desviación	124.36

Cueros curtidos con		Observado	Esperado	Obs - Esperado	(Obs - Esperado) ²
tara más oxilidina			o		
18%	1	2684.57	2214.49	470.08	220978.97
18%	2	2177.07	2214.49	-37.42	1399.96
18%	3	2641.00	2214.49	426.51	181914.19
18%	4	1639.11	2214.49	-575.38	331057.54
18%	5	1930.68	2214.49	-283.81	80545.85
Promedio		2214.49			815896.50
				Varianza	203974.13
				Desviación	451.63

B. Prueba de T-student

	<i>Cromo</i>	<i>Tara</i>
Media	2057.37	2214.49
Error típico	55.62	201.98
Mediana	2000.00	2177.07
Moda	#N/A	#N/A
Desviación estándar	124.36	451.63
Varianza de la muestra	15466.41	203974.13
Curtosis	-3.15	-2.05
Coefficiente de asimetría	0.51	-0.14
Rango	253.62	1045.46
Mínimo	1946.38	1639.11
Máximo	2200.00	2684.57
Suma	10286.86	11072.43
Cuenta	5.00	5.00

Anexo 35. Comparación de los resultados obtenidos al porcentaje de elongación de las medias obtenidas en la primera y segunda fase de la investigación

A. Análisis de los datos

cuero curtido al cromo		Observado	Esperado	Obs - Esperado	(Obs - Esperado) ²
9%	1	70.00	94.38	-24.38	594.58
9%	2	71.92	94.38	-22.46	504.63
9%	3	110.00	94.38	15.62	243.86
9%	4	115.00	94.38	20.62	425.02
9%	5	105.00	94.38	10.62	112.70
Promedio		94.38			1880.79
				Varianza	470.20
				Desviación	21.68

Cueros curtidos con tara más oxazolidina		Observado	Esperado	Obs - Esperado	(Obs - Esperado) ²
18%	1	63.20	59.64	3.56	12.67
18%	2	63.20	59.64	3.56	12.67
18%	3	51.20	59.64	-8.44	71.23
18%	4	56.40	59.64	-3.24	10.50
18%	5	64.20	59.64	4.56	20.79
Promedio		59.64			127.87
				Varianza	31.97
				Desviación	5.65

B. Prueba de T-student

	Cromo	Tara
Media	94.38	59.64
Error típico	9.70	2.53
Mediana	105.00	63.20
Moda	#N/A	63.20
Desviación estándar	21.68	5.65
Varianza de la muestra	470.20	31.97
Curtosis	-3.13	-0.74
Coefficiente de asimetría	-0.49	-1.04
Rango	45.00	13.00
Mínimo	70.00	51.20
Máximo	115.00	64.20
Suma	471.92	298.20
Cuenta	5.00	5.00

Anexo 36. Comparación de los resultados obtenidos a la resistencia al desgarro de las medias obtenidas en la primera y segunda fase de la investigación

A. Análisis de los datos

cuero cromo	curtido al	Observado	Esperado	Obs - Esperado	(Obs - Esperado) ²
9%	1	51.20	55.85	-4.65	21.59
9%	2	59.23	55.85	3.38	11.45
9%	3	57.20	55.85	1.35	1.83
9%	4	55.40	55.85	-0.45	0.20
9%	5	56.20	55.85	0.35	0.13
Promedio		55.85			35.19
				Varianza	8.80
				Desviación	2.97

Cueros tara más oxicilidina	curtidos con	Observado	Esperado	Obs - Esperado	(Obs - Esperado) ²
18%	1	119.64	109.05	10.59	112.19
18%	2	109.83	109.05	0.78	0.61
18%	3	97.08	109.05	-11.97	143.23
18%	4	101.99	109.05	-7.06	49.82
18%	5	116.70	109.05	7.65	58.55
Promedio		109.05			364.40
				Varianza	91.10
				Desviación	9.54

B. Prueba de T-student

	Cromo	Tara
Media	55.846	109.048
Varianza	8.79858	91.10087
Observaciones	5	5
Varianza agrupada	49.949725	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	8	
Estadístico t	-11.9023142	
P(T<=t) una cola	1.1408E-06	
Valor crítico de t (una cola)	1.85954804	
P(T<=t) dos colas	2.2816E-06	
Valor crítico de t (dos colas)	2.30600414	

Anexo 37. Comparación de los resultados obtenidos a la llenura de las medias obtenidas en la primera y segunda fase de la investigación

A. Análisis de los datos

cuero cromo	curtido al	Observado	Esperado	Obs - Esperado	(Obs - Esperado) ²	
9%	1	3.00	3.80	-0.80	0.64	
9%	2	3.00	3.80	-0.80	0.64	
9%	3	5.00	3.80	1.20	1.44	
9%	4	4.00	3.80	0.20	0.04	
9%	5	4.00	3.80	0.20	0.04	
Promedio		3.80			2.80	
					Varianza	0.70
					Desviación	0.84

Cueros tara más	curtidos con oxicilidina	Observado	Esperado	Obs - Esperado	(Obs - Esperado) ²	
18%	1	5.00	4.80	0.20	0.04	
18%	2	5.00	4.80	0.20	0.04	
18%	3	4.00	4.80	-0.80	0.64	
18%	4	5.00	4.80	0.20	0.04	
18%	5	5.00	4.80	0.20	0.04	
Promedio		4.80			0.80	
					Varianza	0.20
					Desviación	0.45

B. Prueba de T-student

	Cromo	Tara
Media	3.8	4.8
Varianza	0.7	0.2
Observaciones	5	5
Varianza agrupada	0.45	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	8	
Estadístico t	-2.3570226	
P(T<=t) una cola	0.02308616 *	
Valor crítico de t (una cola)	1.85954804	
P(T<=t) dos colas	0.04617232	
Valor crítico de t (dos colas)	2.30600414	

Anexo 38. Comparación de los resultados obtenidos a la redondez de las medias obtenidas en la primera y segunda fase de la investigación

A. Análisis de los datos

cuero cromo	curtido	al	Observado	Esperado	Obs - Esperado	- (Obs - Esperado) ²	
9%	1		3.00	3.60	-0.60	0.36	
9%	2		3.00	3.60	-0.60	0.36	
9%	3		4.00	3.60	0.40	0.16	
9%	4		3.00	3.60	-0.60	0.36	
9%	5		5.00	3.60	1.40	1.96	
Promedio			3.60			3.20	
						Varianza	0.80
						Desviación	0.89

Cueros tara más	curtidos con oxicilidina	Observado	Esperado	Obs - Esperado	- (Obs - Esperado) ²		
18%	1	4.00	4.80	-0.80	0.64		
18%	2	5.00	4.80	0.20	0.04		
18%	3	5.00	4.80	0.20	0.04		
18%	4	5.00	4.80	0.20	0.04		
18%	5	5.00	4.80	0.20	0.04		
Promedio		4.80			0.80		
						Varianza	0.20
						Desviación	0.45

B. Prueba de T-student

	Cromo	Tara
Media	3.6	4.8
Varianza	0.8	0.2
Observaciones	5	5
Varianza agrupada	0.5	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	8	
Estadístico t	-2.68328157	
P($T \leq t$) una cola	0.01	
Valor crítico de t (una cola)	1.85954804	
P($T \leq t$) dos colas	0.02778435	
Valor crítico de t (dos colas)	2.30600414	

Anexo 39. Comparación de los resultados obtenidos a la finura de flor de las medias obtenidas en la primera y segunda fase de la investigación

A. Análisis de los datos

cuero curtido CROMO	Observado	Esperado	Obs - Esperado	(Obs - Esperado) ²
9% 1	5.00	4.80	0.20	0.04
9% 2	4.00	4.80	-0.80	0.64
9% 3	5.00	4.80	0.20	0.04
9% 4	5.00	4.80	0.20	0.04
9% 5	5.00	4.80	0.20	0.04
Promedio	4.80			0.80
			Varianza	0.20
			Desviación	0.45

Cueros curtidos con cromo	Observado	Esperado	Obs - Esperado	(Obs - Esperado) ²
18% 1	3.00	3.40	-0.40	0.16
18% 2	3.00	3.40	-0.40	0.16
18% 3	3.00	3.40	-0.40	0.16
18% 4	4.00	3.40	0.60	0.36
18% 5	4.00	3.40	0.60	0.36
Promedio	3.40			1.20
			Varianza	0.30
			Desviación	0.55

B. Prueba de T-student

	Cromo	Tara
Media	4.8	3.4
Varianza	0.2	0.3
Observaciones	5	5
Varianza agrupada	0.25	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	8	
Estadístico t	4.42718872	
$P(T \leq t)$ una cola	0.00110263	
Valor crítico de t (una cola)	1.85954804	
$P(T \leq t)$ dos colas	0.00220525	
Valor crítico de t (dos colas)	2.30600414	