



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS PECUARIAS**

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO MECÁNICO DE REFRIGERACIÓN
MEDIANTE PLACAS PARA LA CONSERVACIÓN DE PIELES MENORES”**

**TRABAJO DE TITULACIÓN
TIPO: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**Previo a la obtención del título de:
INGENIERO EN INDUSTRIAS PECUARIAS**

AUTORAS:

**MARÍA ALEXANDRA MANOSALVAS VACA.
YASMINA AUXILIADORA PITA AVEIGA**

RIOBAMBA - ECUADOR

2017

Este trabajo de titulación fue aprobado por el siguiente tribunal

ING. Mcs. Rogelio Stalin Ureta Valdez
PRESIDENTE DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

ING. MC. Edwin Darío Zurita Montenegro.
DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

ING. Luis Eduardo Hidalgo Almeida. Ph.D.
ASESOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Riobamba 02 de Agosto del 2017

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Nosotros, Yasmina Auxiliadora Pita Aveiga y Alexandra Manosalvas Vaca, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autoras, asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Titulación.

Riobamba, 2 agosto de 2017

Yasmina Auxiliadora Pita Aveiga
C.I: 230002790-7

María Alexandra Manosalvas Vaca
C.I 060320613-7

AGRADECIMIENTO

Son muchas las personas que han formado parte del camino de mi vida profesional a las que me encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida.

Algunas están aquí conmigo y otras en mis recuerdos y en mi corazón, sin importar en donde estén quiero darles las gracias por formar parte de mí, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones.

Para ellos: Muchas gracias y que Dios los bendiga.

Mary Manosalvas

AGRADECIMIENTO

A Dios por la fortaleza que me da en la vida para levantarme cada día y vivirlo como que si fuese el último.

De igual a mis madres que me enseñaron a ser una mujer de lucha, a mis Hermanos y familia que de una u otra manera me empujaron a seguir siempre adelante con sus ánimos y consejos.

A mis amigos que siempre me hicieron sentir parte de su familia, por compartir buenos y malos momentos que siempre los llevare en mi corazón por los lazos que se forjaron durante la carrera estudiantil.

Yasmina Pita Aveiga

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mi madre, por ser un pilar muy importante y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional sin importar nuestras diferencias de opiniones.

A mi padre, a pesar de nuestra distancia física siento que estás conmigo siempre y aunque nos faltaron muchas cosas por vivir juntos, sé que este momento hubiera sido tan especial para ti como lo es para mí, a mis hermanos que siempre han sido incondicionales conmigo y por ser mi inspiración, y finalmente dedico este esfuerzo a mi querida hijita que por ti fueron tantas malas noches de estudio para poder darte un futuro mejor mi Emilita adorada.

Mary Manosalvas

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y sobre todo haberme permitido llegar hasta este momento tan importante en mi vida profesional.

A mis Madres Marianela y Yolanda que han sido mi motor, Mi Fortaleza, Mi Inspiración y Mi Razón de vida las que siempre me apoyaron en mis decisiones y sobre todo que nunca dudaron de su niña, y como no a mi cuñado Marcelino que siempre me brindo ese apoyo y cariño de papa.

A mis amigos que siempre me brindaron su apoyo incondicional, por las peleas, bromas y ocurrencias que serán parte de mis Recuerdos.

Yasmina Pita Aveiga

CONTENIDO

| | Pág. |
|--|------|
| Resumen | |
| Abstract | |
| Lista de Cuadros | v |
| Lista de Gráficos | vii |
| Lista de Figuras | vii |
| Lista de Anexos | viii |
| Lista de Fotografías | ix |
| I. <u>INTRODUCCIÓN</u> | 1 |
| II. <u>REVISIÓN DE LITERATURA</u> | 3 |
| A. LA PIEL | 3 |
| B. HISTOLOGÍA DE LA PIEL | 4 |
| 1. <u>La epidermis</u> | 5 |
| 2. <u>La dermis o corium</u> | 7 |
| C. EXTRACCIÓN DE LAS PIELES DE ANIMALES MENORES | 10 |
| D. TRANSPORTE DE PIELES FRESCAS DESDE EL FRIGORÍFICO A LA CURTIEMBRE | 14 |
| E. CONSERVACIÓN DE LA PIEL | 16 |
| F. PREPARACIÓN DE LAS PIELES PARA SU CONSERVACIÓN | 18 |
| G. CÁMARAS FRIGORÍFICOS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA PIEL | 19 |
| 1. <u>Refrigeración por comprensión</u> | 20 |
| 2. <u>Refrigeración por comprensión de vapor</u> | 21 |
| H. LA CURTICIÓN DEL CUERO | 32 |
| 1. <u>Operación del remojo</u> | 33 |
| 2. <u>Pelambre de calero</u> | 33 |
| 3. <u>Depilado, descarnado y dividido</u> | 34 |
| a. Depilado | 34 |
| b. Descarnado | 35 |
| c. Dividido | 36 |
| 3. <u>Desencalado</u> | 36 |
| 4. <u>Rendido</u> | 37 |
| 5. <u>Piquel</u> | 38 |
| 6. <u>Curticiones con productos orgánicos</u> | 38 |

| | | |
|------|--|----|
| 7. | <u>Recurtición del cuero al cromo</u> | 39 |
| 8. | <u>Neutralización del cuero al cromo</u> | 40 |
| III. | <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u> | 40 |
| A. | LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO | 40 |
| B. | UNIDADES EXPERIMENTALES | 41 |
| C. | MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES | 41 |
| 1. | <u>Materiales</u> | 41 |
| 2. | <u>Equipos</u> | 42 |
| 3. | <u>Instalaciones</u> | 42 |
| D. | TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL | 42 |
| E. | MEDICIONES EXPERIMENTALES | 43 |
| G. | PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL | 44 |
| H. | H. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN | 44 |
| 1. | <u>Resistencia a la tensión</u> | 44 |
| 2. | <u>Porcentaje de elongación</u> | 45 |
| 3. | <u>Lastometría</u> | 46 |
| 4. | <u>Tiempo en días</u> | 47 |
| 5. | <u>Eficiencia</u> | 47 |
| IV. | <u>RESULTADOS Y DISCUSIONES</u> | 48 |
| A. | SELECCIÓN DEL DISEÑO DEL PROTOTIPO MECÁNICO DE REFRIGERACIÓN MEDIANTE PLACAS PARA LA CONSERVACIÓN DE PIELES MENORES | 48 |
| 1. | <u>Diseño por el tipo de refrigeración</u> | 48 |
| 2. | <u>Selección de la disposición espacial del prototipo mecánico</u> | 50 |
| 3. | <u>Selección de los materiales de diseño</u> | 53 |
| B. | DISEÑO DE LAS PARTES QUE CONFORMAN EL PROTOTIPO MECÁNICO DE REFRIGERACIÓN MEDIANTE PLACAS PARA LA CONSERVACIÓN DE PIELES MENORES | 55 |
| 1. | <u>Diseño del bastidor</u> | 55 |
| 2. | <u>Fenómenos Físicoquímicos en el prototipo mecánico</u> | 59 |
| a. | Calor liberado por los productos | 60 |
| b. | Cálculo del calor desprendido por la respiración de la piel | 63 |
| c. | Calor liberado por el cambio de aire o apertura de la puerta | 63 |

| | | |
|------|--|-----|
| d. | Transmisión de calor a través de las paredes | 66 |
| e. | Cálculo de la transferencia de calor en el aislante térmico | 69 |
| f. | Calor desprendido por los motores (aire forzado) | 70 |
| g. | Potencia frigorífica del prototipo mecánico | 72 |
| h. | Elección del refrigerante | 73 |
| 3. | Ciclo de refrigeración | 77 |
| 4. | <u>Selección de compresores y del evaporador</u> | 78 |
| C. | EVALUACIÓN DE LAS RESISTENCIA FÍSICAS DE LAS PIELES UTILIZANDO EL PROTOTIPO MECÁNICO DE REFRIGERACIÓN MEDIANTE PLACAS PARA LA CONSERVACIÓN DE PIELES MENORES | 89 |
| 1. | <u>Resistencia a la tensión</u> | 89 |
| 2. | <u>Porcentaje de elongación</u> | 93 |
| 3. | <u>Lastometría</u> | 95 |
| D. | EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL PROTOTIPO MECÁNICO DE REFRIGERACIÓN MEDIANTE PLACAS PARA LA CONSERVACIÓN DE PIELES MENORES. | 96 |
| 1. | <u>Temperatura de refrigeración</u> | 96 |
| 2. | <u>Tiempo de conservación</u> | 100 |
| E. | EVALUACIÓN DE LAS CALIFICACIONES SENSORIALES DE LAS PIELES UTILIZANDO EL PROTOTIPO MECÁNICO DE REFRIGERACIÓN MEDIANTE PLACAS PARA LA CONSERVACIÓN DE PIELES MENORES | 102 |
| 1. | <u>Tacto</u> | 102 |
| 2. | <u>Llenura</u> | 104 |
| 3. | <u>Blandura</u> | 107 |
| 4. | <u>Eficiencia</u> | 109 |
| F. | PROYECCIÓN ECONÓMICA | 110 |
| V. | <u>CONCLUSIONES</u> | 112 |
| VI. | <u>RECOMENDACIONES</u> | 113 |
| VII. | <u>LITERATURA CITADA</u> | 114 |
| | ANEXOS | |

RESUMEN

En las instalaciones del Laboratorio de Curtición de Pieles de la FCP, de la ESPOCH; se implementó un Sistema de refrigeración mediante placas para la conservación de las pieles menores, por ser un trabajo de tipo descriptivo no se consideraron unidades experimentales, únicamente se validó el equipo utilizando 8 pieles de cuy y de conejo congeladas. Al diseñar y construir un prototipo mecánico, se consigue la disminución de los microorganismos que producen la putrefacción de la piel. La eficiencia de la cámara fría mediante placas fue de 84,62%, que resulta alta sobre todo tomando en cuenta que es un equipo de producción nacional. La valoración de las resistencias físicas de las pieles, determinó los resultados más altos de resistencia a la tensión (1190,64 N/cm²), y lastometría (6,50 mm), en las pieles de conejo, al igual que las calificaciones sensoriales más altas de tacto (4,50 puntos), y blandura (4,50 puntos), que tienen un mejor comportamiento a la refrigeración en relación a las pieles de cuy que son más ligeras. Al ejecutar adecuadamente los manuales de funcionamiento y mantenimiento, se evitará riesgos y se conseguirá elevar la vida útil del equipo. Los costos de construcción e implementación de prototipo mecánico fueron de 2733,92 dólares americanos que al ser comparadas con equipos similares de procedencia internacional resultan muy bajos pero sin desmejorar las cualidades del equipo ya que las pruebas así lo validan sin embargo se utilizó mano de obra y materiales de producción nacional consiguiendo mejorar a economía de nuestro país.

ABSTRACT

In the facilities of the fur tanning Laboratory of the (ASC), ESPOCH; A refrigeration system was implemented by means of plates for the preservation of the smaller skins, being a work of descriptive type were not considered experimental units, only the equipment was validated using 8 skins of guinea pig and refrigerated rabbit. When designing and constructing a mechanical prototype, the microorganisms that cause putrefaction of the skin are reduced. The efficiency of the cold chamber by plates was 84.62%, which is high especially considering that it is national production equipment. The evaluation of the physical resistance of the skins determined the highest result of tensile strength (1190.64 N/cm²) and lastometry (6,50 mm) in rabbit skins, as well as sensorial ratings (4.50 points), and soft (4.50 points), which have a better cooling performance than skins that are lighter. By properly executing the operation and maintenance manuals, you will avoid risks and you will increase the useful life of the equipment. The costs of construction and implementation of the mechanical prototype were \$ 2733.92, which when compared with similar equipment of international origin are very low but without deteriorating the qualities of the equipment since the thesis validates it, however, labor and materials were used of national production to improve the economy of our country.

LISTA DE CUADROS

| N° | | Pág. |
|-----|---|------|
| 1. | CONDICIONES METEOROLÓGICAS DEL CANTÓN RIOBAMBA. | 41 |
| 2. | COMPARACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENTRE LA REFRIGERACIÓN POR PLACAS Y POR AIRE FORZADO PARA LA SELECCIÓN EN EL PROTOTIPO MECÁNICO | 49 |
| 3. | MATRIZ DE PONDERACIÓN PARA LA SELECCIÓN DE LA ÓPTIMA DISPOSICIÓN DEL PROTOTIPO MECÁNICO PARA REFRIGERAR PIELES. | 52 |
| 4. | DIMENSIONES DE LAS PLANCHAS MECÁNICAS DE ACERO AISIS- 1018 DE LAS PRINCIPALES IMPORTADORES EN EL ECUADOR. | 54 |
| 5. | ÍNDICE DE CAPACIDAD CALORÍFICA DE LOS DIFERENTES COMPONENTES DEL ANIMAL. | 61 |
| 6. | DIMENSIONES DE LAS DIFERENTES PAREDES QUE COMPONEN EL PROTOTIPO MECÁNICO. | 68 |
| 7. | CALCULO DEL CALOR TOTAL TRANSFERIDO EN LAS PLACAS DEL PROTOTIPO MECÁNICO. | 69 |
| 8. | RESUMEN DE LAS NECESIDADES TÉRMICAS PARA EL DIMENSIONAMIENTO DEL PROTOTIPO MECÁNICO. | 72 |
| 9. | CONDICIONES DE OPERACIÓN DEL FLUJO REFRIGERANTE DENTRO DE LA CÁMARA DE REFRIGERACIÓN DEL PROTOTIPO MECÁNICO. | 79 |
| 10. | CONDICIONES DE OPERACIÓN DEL FLUJO REFRIGERANTE CON LA DISPOSICIÓN B) DENTRO DE LA CÁMARA DE REFRIGERACIÓN DEL PROTOTIPO MECÁNICO | 82 |
| 11. | ESTIMACIONES DE RENDIMIENTO | 88 |
| 12. | EVACUACIÓN DE LAS RESISTENCIAS FÍSICAS DE LAS PIELES UTILIZANDO EL PROTOTIPO MECÁNICO DE REFRIGERACIÓN MEDIANTE PLACAS PARA LA CONSERVACIÓN DE PIELES MENORES | 91 |

| | | |
|-----|--|-----|
| 13 | EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL PROTOTIPO MECÁNICO DE REFRIGERACIÓN MEDIANTE PLACAS PARA LA CONSERVACIÓN DE PIELES MENORES. | 97 |
| 14 | VALORES EXPERIMENTALES DE LA TEMPERATURA DE REFRIGERACIÓN, EN EL PROTOTIPO MECÁNICO, REFRIGERADORA DE PIELES MENORES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS. | 109 |
| 15. | COSTOS DE LA CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO MECÁNICO DE REFRIGERACIÓN MEDIANTE PLACAS PARA LA CONSERVACIÓN DE PIELES MENORES. | 111 |

LISTA DE GRÁFICOS

| N° | | Pág. |
|-----|---|------|
| 1. | Nombres de los diferentes cortes de la piel. | 4 |
| 2. | Corte de las pieles según la norma iso vigente en los estados unidos. | 19 |
| 3. | Enfriamiento de productos animales. propiedades físicas | 61 |
| 4. | Propiedades del aire seco a la presión atmosférica. | 65 |
| 5. | Interacción térmica entre las placas que contienen las pieles en el prototipo mecánico. | 67 |
| 6. | Propiedades termodinámicas del fluido de refrigeración r404a en el rango de temperatura -4 – 19°C, temperaturas en las que opera el prototipo mecánico | 75 |
| 7 | Disposición a) de los diferentes componentes mecánicos ubicados en el prototipo mecánico. | 77 |
| 8. | Disposición b) de los diferentes componentes mecánicos ubicados en el prototipo mecánico. | 78 |
| 9. | Ciclo termodinámico descrito por la disposición a) en el prototipo mecánico. | 78 |
| 10. | Ciclo termodinámico descrito por la disposición b) en el prototipo mecánico. | 81 |
| 11. | Flujos de entrada y salida de energía en el enfriador intermedio dentro del prototipo mecánico. | 83 |
| 12. | Obtención del factor de corrección factor de corrección= 0,75 | 86 |
| 13 | Comportamiento de la resistencia a la tensión de las pieles utilizando el prototipo mecánico de refrigeración mediante placas para la conservación de pieles menores. | 92 |
| 14 | Comportamiento de la resistencia a la tensión de las pieles utilizando el prototipo mecánico de refrigeración mediante placas para la conservación de pieles menores | 94 |
| 15 | Comportamiento de la temperatura de refrigeración de las pieles utilizando el prototipo mecánico de refrigeración mediante placas para la conservación de pieles menores. | 99 |

| | | |
|----|--|-----|
| 16 | Comportamiento del tiempo de conservación de la piel utilizando el prototipo mecánico de refrigeración mediante placas para la conservación de pieles menores. | 101 |
| 17 | Comportamiento del tacto de las pieles utilizando el prototipo mecánico de refrigeración mediante placas para la conservación de pieles menores. | 103 |
| 18 | Comportamiento de llenura de las pieles utilizando el prototipo mecánico de refrigeración mediante placas para la conservación de pieles menores. | 105 |
| 19 | Comportamiento de blandura de las pieles utilizando el prototipo mecánico de refrigeración mediante placas para la conservación de pieles menores. | 108 |

LISTA DE FIGURAS

| N° | | Pág. |
|----|--|------|
| 1. | Esquema de un sistema de refrigeración por compresión. | 21 |
| 2. | Esquema de un sistema de refrigeración por compresión de vapor | 22 |

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

| N° | | pág. |
|----|--------------------------------|------|
| 1. | Prototipo mecánico lastómetro. | 47 |

LISTA DE ANEXOS

1. Estadísticas descriptivas de la resistencia a la tensión de las pieles utilizando el prototipo el prototipo mecánico de refrigeración mediante placas para la conservación de pieles menores.
2. Estadísticas descriptivas del porcentaje de elongación de las pieles utilizando el prototipo el prototipo mecánico de refrigeración mediante placas para la conservación de pieles menores.
3. Estadísticas descriptivas de la lastometría de las pieles utilizando el prototipo el prototipo mecánico de refrigeración mediante placas para la conservación de pieles menores
4. Estadísticas descriptivas de la temperatura de refrigeración de las pieles utilizando el prototipo el prototipo mecánico de refrigeración mediante placas para la conservación de pieles menores.
5. Estadísticas descriptivas del tiempo de refrigeración de las pieles utilizando el prototipo el prototipo mecánico de refrigeración mediante placas para la conservación de pieles menores.
6. Estadísticas descriptivas del tacto de las pieles utilizando el prototipo el prototipo mecánico de refrigeración mediante placas para la conservación de pieles menores.
7. Estadísticas descriptivas de la llenura de las pieles utilizando el prototipo el prototipo mecánico de refrigeración mediante placas para la conservación de pieles menores.
8. Estadísticas descriptivas de la blandura de las pieles utilizando el

prototipo el prototipo mecánico de refrigeración mediante placas para la conservación de pieles menores.

9. Manual del prototipo mecánico de refrigeración mediante placas para la conservación de pieles menores
10. Planos del prototipo mecánico.
11. Pruebas sensoriales y físicas de las pieles de conejo y cuy conservadas en el prototipo Mecánico de la Facultad de Ciencias Pecuaria.

I. INTRODUCCIÓN

En el Ecuador los usos de máquinas no han podido ser implementadas en la mayoría de industrias sino únicamente en las más grandes y prestigiosas del país, ya que los elevados costos de las maquinas no resultan ser una inversión satisfactoria para los productores, debido a que la mayoría de máquinas se trae de países de Europa o de la China lo cual aumenta considerablemente el costo por efecto del transporte y los aranceles no siendo una vía rentable para la mediana y pequeña industria. Por lo cual se busca que los prototipos mecánicos diseñados y construidos en el país tengan un crecimiento exponencial, mejorando su calidad lo cual abaratará costos por efecto de producción y de transporte así como también se pueda tener un mantenimiento de la maquina más fácil, todos estos factores ayudaran en que el productor se vea dispuesto a invertir en máquinas de bajo costo pero que aumentaran la rentabilidad de la curtiembre, generando así tener mayor investigación en lo que se refiere a prototipos mecánicos y más desarrollo de la industria curtiembre en el Ecuador, con miras a lograr exportar el cuero y que sean competitivos en mercados internacionales y tener un mayor índice de beneficio-costos.

La mejora de la calidad en las pieles debe ser considerada como una actividad continua que beneficia a los distintos componentes de la cadena de valor del cuero: pequeños productores, curtidores, los eslabones de manufactura y comercialización, y el usuario como receptor final del artículo elaborado. Las pieles, luego del desuello, si no son conservadas apropiadamente sufren alteraciones por el ataque de microorganismos presentes en el medio ambiente. Por lo tanto, si las pieles no son procesadas inmediatamente en la curtiembre es necesario preservarlas para su adecuado almacenamiento.

La degradación biológica (con diferentes grados de extensión) que sufren luego del desuello afecta la calidad de los cueros que se elaboran con ellas. Cuando se inicia el proceso con una materia prima (piel) alterada, la curtiembre no es la ideal, obteniendo un producto deficiente con la consecuente pérdida de valor, tanto de

la materia prima como del cuero. En este sentido, y a partir de distintas experiencias de campo realizadas con pequeños productores, se pone de manifiesto la necesidad de desplegar esfuerzos comunes para armar un material que da cuenta de las buenas prácticas para la conservación apropiada de pieles de animales menores en el laboratorio de curtición de pieles de la facultad de Ciencias Pecuarias.

Todo esto con el fin de lograr que la piel sufra procesos de putrefacción que no van a poder ser enmascarados en las siguientes etapas que atraviesa la piel para convertirse en cuero, los principales equipos que se encargan de conservar la piel son frigoríficos mecánicos que logran estabilizar la temperatura de la piel con el fin de que en ese ambiente no se desarrolle microorganismos cuya finalidad es alimentarse de la proteína de la piel en este caso el colágeno, estos frigoríficos son de fundamental importancia en industrias grandes ya que aquí se tiene un gran número de pieles que no pueden ser procesadas a diario sino que durante la semana, estos equipos ayuda a cumplir con las especificaciones técnicas que se pide a los cueros con lo que aumentan su costo en el mercado y tienen mayor rentabilidad, por lo cual los objetivos planteados fueron:

- Diseñar y construir un prototipo mecánico para la conservación de pieles menores por disminución de temperatura mediante placas, en el laboratorio de curtición pieles de la facultad de Ciencias Pecuarias.
- Determinar la eficiencia de la cámara fría mediante placas para la conservación de pieles menores curtidas al cromo; a las cuales se realizará pruebas físicas y sensoriales.
- Crear los manuales de procedimiento y protocolo adecuados, utilizando normas de seguridad industrial para evitar riesgos en el funcionamiento y manejo de la cámara fría.
- Determinar los costos de construcción e implementación de prototipo mecánico de refrigeración mediante placas para la conservación de pieles menores y de esa manera evitar la importación de prototipos de similares características.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

A. LA PIEL

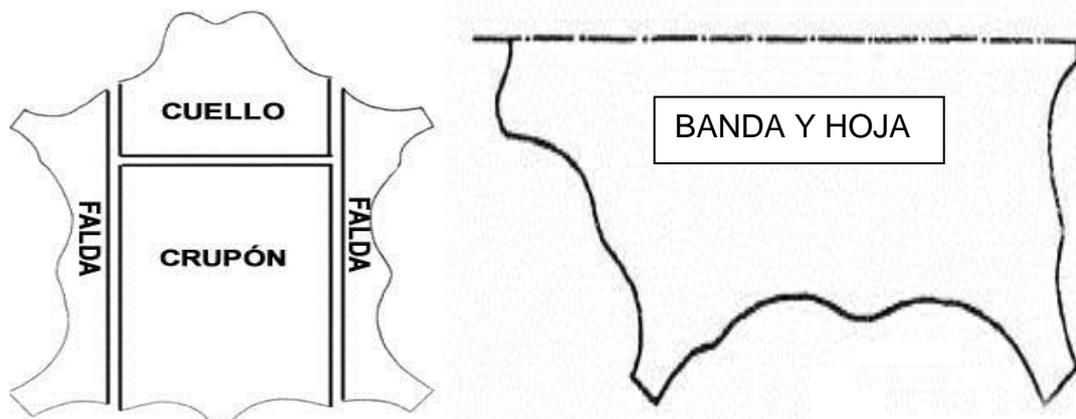
Abraham, A. (2001), señala que la piel es la estructura externa de los cuerpos de los animales. Es una sustancia heterogénea, generalmente cubierta con pelos o lana y formada por varias capas superpuestas. La piel responde a los cambios fisiológicos del animal, reflejándose sobre ellas muchas características importantes y específicas tales como: edad, sexo, dieta, medio ambiente y estado de salud. Esta envoltura externa ejerce una acción protectora: pero al mismo tiempo también cumple otras funciones como:

- Regular la temperatura del cuerpo.
- Eliminar sustancias de desecho.
- Albergar órganos sensoriales que nos faciliten la percepción de las sensaciones térmicas, táctiles y sensoriales.
- Almacenar sustancias grasas
- Proteger el cuerpo de la entrada de bacterias.

Adzet, J. (2005), indica que la piel recuperada por desuello de los animales sacrificados, se llama "piel fresca" o piel en verde. En una piel fresca existen zonas de estructuras bastante diferenciadas en lo que respecta al espesor y la capacidad. Estos contrastes son sobre todo importantes en el caso de pieles grandes de bovinos. En una piel se distinguen 3 zonas:

- Crupón: El crupón corresponde a la parte de la piel de la región dorsal y lumbar del animal. Es la parte más homogénea, tanto en espesor como en estructura dérmica. Es además la más compacta y por lo tanto la más valiosa.

- Su peso aproximado es de un 46 % con relación al total de la piel fresca. La piel de la parte superior de la cabeza se conoce como testuz y las partes laterales se le llama carrillos.
- Cuello: El cuello corresponde a la piel del cuello y la cabeza del animal. Su espesor y compacidad son irregulares y de estructura fofa. La superficie del cuello presenta y profundas arrugas que serán tanto más marcadas cuando más viejo sea el animal. La piel del cuello viene a representar un 26% del peso total de la piel.
- Faldas: Las faldas corresponden a la parte de la piel que cubre el vientre y las patas del animal. Presenta grandes irregularidades en cuanto a espesor y capacidad, encontrándose en las zonas de las axilas las partes más fofas de la piel; las de las patas se encuentran algo cornificadas. El peso de las faldas corresponde un 28% del total. En una piel además se distinguen: el lado externo de la piel que contiene el pelaje del animal, y una vez eliminado este se llama lado de la Flor». El lado interno de la piel, que se encontraba junto a la carne del animal se llama «lado de la carne. Los nombres de los diferentes cortes se indican en el Grafico 1.



• Grafico 1. Nombres de los diferentes cortes de la Piel.

B. HISTOLOGÍA DE LA PIEL

Cantera, A. (2009), afirma que la estructura histológica de una piel se diferencia de unas especies a otras y aún dentro de un mismo animal. Según la parte de la piel que se haya tomado como muestra. Dentro de una misma especie, todas las pieles tienen estructuras idénticas y pueden presentar diferencias profundas que

proviene de numerosos factores. Los que tienen una mayor influencia son: la raza de los animales, las regiones de procedencia y las condiciones de crianza de los animales. Estos factores influyen sobre las características del cuero acabado. Sin embargo y a pesar de estas diferencias la estructura de la piel es fundamentalmente similar para los mamíferos tales como los bovinos, ovinos y equinos: buey, vaca, ternera, becerro, caballo, oveja cordero y cabra. De acuerdo con esto y para su estudio se tomará como estructura tipo la correspondiente a una piel vacuna fresca, teniendo en cuenta que después de la conservación su estructura varía. Para conocer la estructura interna de la piel es necesario efectuar cortes transversales de la misma con microtomos de refrigeración. Los cortes de la piel se someten a diversas técnicas de tinción que diferencian sus elementos y se observan al microscopio. Desde el exterior hacia dentro se distinguen las siguientes capas: epidermis, dermis o corium y tejido subcutáneo.

1. La Epidermis

Corengia, C. (2004), asegura que la epidermis es una capa delgada y estratificada. Aproximadamente representa el 1% de espesor total de la piel en bruto. Durante la fabricación del cuero la epidermis se elimina en las operaciones de pelambre o embadurnado. Desde fuera hacia dentro la epidermis contiene las siguientes capas: Capa cornea, capa granular y capa mucosa de Malpighi o capa basal.

- La capa de Malpighi: Forma la capa más profunda de la epidermis y es la que se encuentra, más próxima a la dermis. Formada por células vivas de aspecto mucoso o gelatinoso que tiene; poca resistencia y son fácilmente atacadas por la acción de las bacterias de la putrefacción y de las enzimas. Por los álcalis tales como: $\text{Na}(\text{OH})_2$, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ y especialmente por el Na_2S y NaHS . En las zonas más profundas de esta capa mucosa se encuentra la capa generadora que está formada por una sola capa de células de forma prismática, colocadas una al lado de otras. Su cara inferior se apoya sobre la membrana hialina, y posee unas finas prolongaciones dirigidas hacia la dermis las cuales sirven para fijar la epidermis a la dermis.

- La capa granular: Esta capa presenta un desarrollo variable, según la especie de mamíferos de que se trate y también de la parte de la piel que se tome. Su grueso es siempre menor que el de la capa de Milpighi. A partir de esta capa, comienza producirse la degeneración de los núcleos.
- La capa cornea: A partir de la capa granular y a medida que ascienden las células éstas se van secando gradualmente, pierden sus estructuras nucleares y se van volviendo aplastadas, en forma de escamas. Las células en esta capa ya están muertas. Al mismo tiempo que se aplastan, se funden gradualmente para formar la densa capa queratinizada del estado córneo o capa córnea. Durante la vida animal, esta capa córnea se va desprendiendo en forma de finas láminas o costras las cuales van siendo remplazadas por otras células que están por debajo y que las van empujando.
- Producciones epidérmicas: Tienen su origen en la epidermis y son de tipo córneo; entre ellas se encuentra: el pelo, lana, pezuñas, cuernos, etc. El pelo es la producción epidérmica más importante para el curtidor. Su raíz se encuentra alojada dentro de unas bolsas formadas por un repliegue de la epidermis llamada folículos pilosos. La base del pelo llega casi hasta el fondo de la capa papilar.

Según Soler, J. (2008), en el folículo piloso se distinguen:

- La vaina epitelial externa que es una funda formada por la capa mucosa de Milpighi que se encuentra en el exterior de la dermis.
- La papila forma la fase del folículo piloso, constituido por la vaina epitelial externa. Y presenta un entrante por donde penetra la dermis.
- La vaina epitelial interna es una funda que está unida a la raíz del pelo y la recubre hasta una altura aproximada de un tercio de la del folículo piloso.

Frankel, A. (2009), expresa que la mayoría de los mamíferos tienen dos clases de pelo: los de papila o papilares y los primarios. Los pelos papilares se encuentran acentuados en zonas más profundas de la piel y además, firmemente sujetos a ellas, son cortos y sedosos, mientras que los primarios son más largos y fuertes. Los pelos primarios son más numerosos y en ellos se diferencian tres zonas: la médula, el cortex y la cutícula.

- La médula: Es la parte central del pelo, formada por grandes células redondas colocadas unas encima de otras.
- El cortex: Es el constituyente principal del pelo, formado por una capa de células más pequeñas y dispuestas paralelamente al eje del pelo.
- La cutícula: Es una envoltura externa del pelo, formada por una capa fina de células planas cornificadas colocadas como las tejas de un tejado.
- Glándulas sebáceas: Se encuentran en la parte superior de la dermis a nivel del bulbo piloso. Se presentan en forma de bolsas llenas de células que elaboran productos grasos que después los segregan. Estos productos sirven para lubricar el pelo y la capa córnea de la epidermis.
- Glándulas sudoríparas: Situadas en la misma zona de la piel y a la misma altura. Su finalidad es la de eliminar las sustancias de desecho que forman el sudor y regular la temperatura del cuerpo. Las hay en dos clases: las que descargan directamente la epidermis y las que hacen en los folículos pilosos.

2. La dermis o corium

Stryer, L. (2005), infiere que la dermis es la capa que se encuentra situada por debajo de la epidermis y que se extiende hasta la capa subcutánea. Está separada de la epidermis por la membrana hialina. La membrana hialina es ondulada, transparente, que forma una superficie pulida, la cual constituye "la flor

del cuero acabado". Esta membrana presenta el tipo "poro" o grano el cual es característico en cada tipo de animales. La dermis constituye la parte principal de la piel y su espesor représenla aproximadamente el 84% del espesor total de la piel en bruto. Se distinguen dos capas: la capa flor o papilar y la capa reticular, a dermis (Corion) está formada principalmente por fibras de tejido conectivo y es la responsable de la nutrición y el anclaje de la epidermis. La dermis contiene vasos sanguíneos y vasos linfáticos, glándulas sebáceas y sudoríparas y la mayoría de los receptores sensoriales, así como diminutos músculos importantes para la termorregulación.

- La capa flor o papilar: Se extiende desde la membrana hialiana hasta aproximadamente la base de los folículos pilosos. Está formada por un entretejido de fibras que se adaptan a la superficie de los folículos pilosos que adquieren una orientación sensiblemente perpendicular a la superficie de la piel. Químicamente está formada por fibras de colágeno y por bastantes fibras elásticas que sirven para reforzar su estructura. Además de este tejido fibroso, la capa flor, contiene capilares sanguíneos, glándulas sudoríparas y sebáceas, el músculo erector del pelo y nervios sensoriales. Por este motivo, esta capa presenta, el nivel de los bulbos pilosos, una resistencia muy débil. La capa capilar es la capa que condiciona el aspecto del cuero acabado contribuyendo, sobre todo, a su apariencia estética.
- La capa reticular: Se extiende, aproximadamente, a partir de la base de los folículos pilosos y se llama así por su aspecto de red. Está formada por fibras gruesas y fuertes que se entrecruzan formando un ángulo aproximado de 45° con relación a la superficie de la piel. Su espesor representa entre el 50 - 80% del total de la dermis, dependiendo de la edad del animal. Al ir éste envejeciendo, la relación entre la capa reticular y la de la flor sería cada vez mayor.
- Tejido conectivo: La dermis está formada esencialmente por las células conectivas y las fibras. Las células conectivas son de un tipo especializado y se llaman fibroblastos porque generan las fibras. Como cualquier otra clase de

células su protoplasma está constituido por proteínas solubles en medio acuoso, las cuales puedan desnaturalizarse mediante el calor y las sustancias químicas. Las principales fibras son las de:

- **Fibras de colágeno:** La estructura fibrosa de la dermis está constituida fundamentalmente por un entramado irregular de fibras de colágeno, así llamadas por que por acción del agua caliente se transforman en gelatina. En este entramado fibroso aparecen en primer lugar los haces de fibras, con un diámetro aproximado de 20 micras. Los cortes transversales de estas fibras elementales dejan ver que poseen diferentes formas y tamaños. Sometiendo estas fibras a fuertes campos en radiaciones ultrasónicas se puede conseguir su desfibrilación en otras más finas llamadas fibrillas en filamentos. que son los elementos más simples observados con el microscopio electrónico todavía con aspecto fibroso. La molécula de colágeno tiene una longitud y un diámetro aproximado de 3.000 y 14 Å respectivamente, sus tres cadenas están unidas entre sí por uniones químicas estables y por enlaces tipo puente de hidrógeno entre un átomo de hidrógeno de una cadena con otro átomo de oxígeno de otra cadena vecina.
- **Fibras elásticas:** Se llaman fibras elásticas por tener la propiedad de recuperar su forma primitiva cuando son estiradas, de una manera similar a la goma. Se presentan en dos formas diferentes. En forma de fibras con un diámetro más fino que las fibras de colágeno, individuales y ramificadas, formando un enrejado de fibras. En este caso se encuentran distribuidas en la piel de una manera no homogénea, acostumbran a ser muy abundantes en la capa papilar y se encuentran solo algunas en las capas intermedias. Su gran estabilidad hidrotérmica, pues resiste la acción del agua hirviendo sin transformarse en gelatina. Es digerida por las enzimas elásticas.
- **Fibras de retícula:** Cuando se aplican técnicas de tinción con sales de plata se observan sobre las preparaciones microscópicas y al lado de las fibras de colágeno que aparecen en tono rosado, otro tipo de fibras en tono negro, que son las fibras de reticulina, las cuales forman el llamado tejido reticular. Las

fibras de reticulina se diferencian de las fibras de colágeno por su alto contenido en materia glúcido - proteica.

- Otros componentes: además de las fibras que forman fundamentalmente la dermis, se encuentran también otros componentes: vasos sanguíneos, nervios células, grasas y tejido muscular. La dermis esta regada por una abundante red de arterias que llevan la sangre hasta el mismo borde de la capa de la flor y por otra red de venas que la recogen. En la piel se encuentran sustancias grasas, en forma de depósitos grasos localizados en las glándulas sebáceas, y en el tejido adiposo que a veces lleva adherido por el lado carne la piel desollada, repartida por todo su espesor en forma de células grasas. La sustancia grasa contenida en las glándulas sebáceas es cuantitativamente poco importante, la grasa celular de la dermis, sin embargo, acostumbra a ser causa de grandes inconvenientes, principalmente cuando se procesan varios tipos de pieles.

C. EXTRACCIÓN DE LAS PIELES DE ANIMALES MENORES

Carpinteros, H. (2007), indica que una vez que el animal ha sido sacrificado se deberá extraer los órganos no es común el uso de un objeto contundente como un palo de amasar, palo de escoba u otro dispositivo para golpear al animal en la base del cráneo o para dislocar el cuello del animal con tu mano. Dislocar es más sencillo, porque elimina la posibilidad de dar un golpe fallido, muy común en principiantes. Para dislocar el cuello, se deberá sostener al conejo por las patas traseras con una mano, con la otra mano sujeta al animal a cada lado de su cabeza, se tirará con las dos manos lejos una de otra con firmeza, girando la cabeza para arriba y abajo. El animal caerá inconsciente inmediatamente si lo realizo adecuadamente. Los pasos a seguir son:

- Antes de despellejar el conejo, es común sacar la cabeza con un cuchillo pesado, coloca al conejo plano en una superficie para cortar e inserta el cuchillo en la base del cráneo donde se conecta con el cuello. Atraviésalo con

un corte firme. Cuelga el conejo por su cuarto trasero, justo debajo del jarrete para que drene en una cubeta.

- Puedes perforar la pata trasera del conejo en el tendón de Aquiles para colgarlo de cabeza, justo debajo del jarrete, la gran parte de la pata trasera, como muslo.
- Hay cierta discusión acerca de cuánto tiene que sangrar el conejo que piensas comer. Debido a que no hay mucha sangre que drenar de un conejo, algunos cazadores se saltan este paso y quitan la cabeza durante el proceso de desuello. El desangrarlo dará, sin embargo, un aspecto más “limpio” y en algunos casos hará la carne más blanda si desangras el conejo inmediatamente después de matarlo.
- Despelleja el conejo tan pronto como sea conveniente. Puedes despellejar el conejo más o menos aproximadamente luego de haberlo matarlo y, ya que usualmente es más sencillo quitar la piel mientras el conejo está algo caliente, se recomienda despellejar al conejo tan pronto puedas. Si no puedes hacerlo hasta llegar a casa, está bien, sin embargo, será más difícil trabajar en el conejo si se enfría y se endurece. El proceso completo no debería demorar más de unos pocos minutos.
- Debido a que la temporada de conejo, cuy u otras especies menores es usualmente durante el clima frío, hay menos necesidad de preocuparse porque se deteriore. Ya que es muy probable que esté frío, las carcasas del conejo deberían estar bien hasta que llegues a casa si prefieres esperar.
- Prepara una superficie de trabajo lo más limpia posible. Aunque siempre es mejor despellejar el conejo inmediatamente después de matarlo para reducir el riesgo de contaminación, también es importante trabajar limpiamente., usa un cuchillo de afilado libre de óxido y otros contaminantes y enjuaga la carcasa con agua limpia al terminar.

- Es buena idea usar guantes de látex o de goma gruesos al manipular el conejo, especialmente si estás manipulando las entrañas. Mantén tus manos y la carne limpias. A algunas personas les gusta tener una tabla de cortar especialmente para el propósito del desuello y evisceración de presas como Conejos y ardillas. Limpia a fondo antes y después con jabón y agua limpia, asegurándote especialmente de que no existe piel u otros contaminantes en la superficie mientras trabajas.
- Quítale las patas al conejo. No hay carne en las patas y será más fácil sacar el cuero si quitas las patas, primero por delante del nudillo del tobillo. Se pueden quitar fácil y rápidamente y es mejor hacerlo ahora que cuando lidias con la mitad de la piel en el cuerpo y la otra no.
- Para quitarlas, dobla cada pata hacia adelante, haciendo un pequeño corte a través de la parte posterior del nudillo para aflojar la articulación. Usa tu cuchillo para cortar el resto, con un corte firme. No deberías tener que aplicar mucha presión para atravesarlo con el corte. Haz un pequeño corte en la piel a través de la espalda del conejo. Aprieta la piel cerca de los omóplatos del conejo para levantar la piel fuera del músculo y haz una pequeña incisión de lado a lado, perpendicularmente a la columna vertebral. Solo tiene que ser lo suficientemente grande para que puedas insertar tus dedos en él.
- Ten cuidado de tirar de la piel antes de atravesarla. Todavía no cortes la carne con tu cuchillo, porque es más fácil transportar bacterias o parásitos de la piel hacia la carne, contaminando las cosas y arruinando todo tu trabajo.
- Engancha tus dedos en la piel y tira en direcciones opuestas. Usa los dos primeros dedos de cada mano e insértalos en el agujero que hiciste en la piel, usa una mano para tirar en dirección a la cola y la otra en dirección a la cabeza. Sigue quitando la piel hasta que solo esté conectada al cuello.
- La piel del conejo se desprende con facilidad, deslizándose del músculo como una chaqueta. Es un trabajo rápido. No deberías tener que insertar un cuchillo,

como con un ciervo u otra presa grande y no deberías tirar con mucha fuerza. Si te interesa conservar el pellejo y mantenerlo en una sola pieza, es mejor hacer una incisión más grande en el abdomen luego de quitarle las patas, cerca de la pelvis del conejo, luego sácalo a través de las patas y continúa de la espalda hacia arriba. Este no es un método muy recomendable para principiantes, ya que existe el riesgo de atravesar la cavidad del abdomen y entrañas y deteriorar la carne, pero no es difícil una vez que adquieres práctica.

- Retira la cabeza girándola. Ahora la piel debe estar cubriendo la carcasa, conectada al cuello. Con una mano, sostén al conejo por las patas traseras, dejando que la cabeza y piel cuelguen en dirección al suelo. Con tu otra mano, reúne la piel alrededor de la cabeza y gírala firmemente para retirarla, rotando el cuerpo y la cabeza en direcciones opuestas. Debería salir de inmediato.^[3] También puedes sacar la cabeza con tu cuchillo, cortando firmemente a través de la parte posterior del cuello, debajo de la piel. Si la cola no se salió cuando quitaste la piel de la parte trasera del conejo, también puedes cortarla ahora, lo más cerca al cuerpo posible.
- Con cuidado, haz una pequeña incisión en la piel del abdomen. Aprieta la piel para levantarla y separarla de los órganos debajo y haz una incisión con tu cuchillo para que puedas extraer los órganos muy cuidadosamente. Aprieta la piel hacia arriba lo más alto posible y haz tu incisión, luego inserta dos dedos para levantar la piel conforme abres el abdomen hasta la caja torácica.
- Cuando llegues a la caja torácica, también tendrás que cortar a través del hueso del pecho para abrir la cavidad y exponer los órganos de la parte superior. Deberías ser capaz de atravesar tu cuchillo a través de las costillas fácilmente.
- La piel de conejo es bastante transparente, deberías ser capaz de ver los órganos debajo claramente en este punto. Específicamente, se recomienda ser muy cuidadoso al evitar el saco de la orina y el colon, cualquiera de los dos

arruinaría la carne si se atraviesa. Estate preparado para el olor. La cavidad del cuerpo de un conejo salvaje no olerá a petunias. Esto no indica, sin embargo, que haya algo malo con la carne.

- Sostén la carcasa para extraer los órganos. Con una mano, sostén la carcasa del conejo, de forma que las patas traseras estén apuntando al suelo. Con tu otra mano, inserta dos dedos en la parte superior de la caja torácica y extrae los órganos con movimiento delicado pero firme hacia abajo. Deben salir de inmediato con ayuda de la gravedad, preferiblemente en una cubeta para que sea más fácil limpiar.

D. TRANSPORTE DE PIELES FRESCAS DESDE EL FRIGORÍFICO A LA CURTIEMBRE

Artigas, M. (2007), asegura que luego de finalizado el desuello de las pieles, el tiempo transcurrido hasta llegar a la curtiembre y comenzar la conservación es clave para definir la calidad final del cuero. Además del tiempo transcurrido, la limpieza de la piel, la temperatura, contaminación de la sal, y otros factores, influirán en la definición de condiciones para lograr una mejor o peor conservación. Podemos mejorar los resultados, si enfriamos las pieles enseguida del desuello, agregando por ejemplo escamas de hielo entre piel y piel, en el frigorífico. Luego haciendo un lavado profundo de las pieles con agua fría, eliminando sangre y estiércol, y salando en el menor tiempo posible, podríamos elongar más aún el tiempo de transporte si las pieles a su vez se depositaran en una cámara frigorífica. Es muy importante considerar aquí, los daños provocados en la conservación por el mal manejo de los tiempos. Durante las operaciones iniciales de faenado, y con la consideración debida tendiente a minimizar la contaminación:

- Los animales sacrificados que son escaldados, flameados o tratados similarmente deberían de restregarse de todas las cerdas, pelo, caspa, plumas, cutículas y mugre;

- La tráquea y el esófago deberían permanecer intactos durante el desangrado, excepto en el caso de sacrificio ritual;
- El desangrado debería ser tan completo como sea posible; si se pretende consumir la sangre, ésta debería ser recolectada y manejada de una manera higiénica;
- La exposición de la lengua debería de ser de tal manera que las tonsilas no sean cortadas;
- El descuerado de la cabeza puede no requerirse en algunas clases de animales, por ejemplo, cabras, terneros, siempre que las cabezas sean manejadas de tal manera que se evite la contaminación de la carne.
- Antes de extraer de la cabeza cualquier parte para consumo humano, la cabeza debería estar limpia, y excepto en el caso de canales escaldadas y peladas, desollada lo suficiente para facilitar la inspección y la eliminación de partes específicas;
- Las ubres lactantes y las que obviamente están enfermas deberían ser removidas de la canal en la primera oportunidad.
- La eliminación de la ubre debería hacerse de tal manera que los contenidos no contaminen la canal;
- El descuerado con gas o desprendido de la piel (bombeando aire o gas entre la piel o cuero y el tejido subyacente para facilitar el despellejado) sólo debería ser permitido si puede ser logrado con la mínima contaminación y cumple con los criterios de rendimiento microbiológico y organoléptico, y

- Los cueros/vellones no deberían ser lavados, descarnados o acumulados en ninguna parte del matadero o establecimiento que se use para el sacrificio o faenado.

Bacardit, A. (2004), expresa que es necesario recordar que 4 horas después del desuello, si la piel no ha sido tratada (enfriada, por lo menos), se inicia un proceso de crecimiento exponencial (muy rápido), y cada hora que transcurre luego de la primera hora genera un deterioro equivalente al que se produce luego de un mes de salado. Todo lo anterior se incrementa si en el salado, ya partimos de un cuero dañado, o mal conservado en las primeras horas posteriores al desuello. Considerando lo anteriormente expuesto, seguro que lo mejor desde el punto de vista operativo y manejo de las pieles sería, enfriarlas inmediatamente del desuello, para dar mayor tiempo, y ponerlos rápidamente en proceso como pieles frescas, teniendo en cuenta sobre todo, la calidad final de los futuros, y el costo de conservación. De todo lo anterior podemos afirmar que el transporte de las pieles desde el frigorífico hasta la curtiembre debe transcurrir en el menor tiempo posible y en condiciones físicas que favorezcan dentro de lo posible la mayor conservación. Dentro de las condiciones físicas mínimas exigibles al camión que transporte las pieles debemos destacar las siguientes:

- El sistema de protección conformado por lona y arcos debe estar dispuesto de tal forma que permita la fluida circulación del aire, sin dejar de cubrir la carga.
- Debe tener un sistema optimizado y bien distribuido de drenajes (grifos o canillas) para escurrir los líquidos liberados por las pieles en esta estiba primaria en la caja. La caja debe estar exenta de superficies oxidadas.
- Debe tener un sistema de tachos colectores que permitan retener esos líquidos, hasta encontrar en la ruta un lugar (legalmente habilitado) donde desagotarlos.

E. CONSERVACIÓN DE LA PIEL

Bello, M. (2010), indica que las pieles de los animales que son de naturaleza proteica, en estado natural contienen alrededor de un 64% de agua. La parte orgánica está formada principalmente por queratina del pelo o lana y el tejido

fibroso formado por colágeno, reticulina, elastina, el tejido conjuntivo, el tejido adiposo y los vasos sanguíneos. La piel en estado natural por su propia naturaleza y debido a la contaminación microbiana producida por los gérmenes del ambiente, los insectos y los residuos que existen en el suelo del matadero sufre una degradación cuya intensidad depende de la temperatura ambiente, grado y tipo de contaminación. En la degradación de la piel pueden distinguirse dos aspectos:

- La autólisis que es producida por las propias enzimas que contienen las células de la piel.
- La putrefacción debida al crecimiento bacteriano.

Cotance, A. (2004), infiere que la autólisis y el ataque bacteriano presentan su acción máxima en el período comprendido entre el desuello del animal y el inicio de la conservación, conocido como el periodo post-mortem, y en la fase inicial del proceso de conservación. Con el mismo período post-mortem e igual tiempo de conservación las pieles saladas durante los meses de verano presentan mayor cantidad de defectos que las pieles saladas en invierno. La temperatura más elevada del verano favorece el desarrollo bacteriano y la acción hidrolítica de las enzimas, mientras que en invierno con temperaturas más bajas el crecimiento bacteriano y la acción bacteriana se reducen considerablemente. La intensidad del ataque bacteriano en el periodo post-mortem depende del clima del país y de la época del año. En los países templados se considera que un período post-mortem de 24 horas no perjudica excesivamente la piel mientras que en países cálidos un período postmortem de 8 horas puede producir un ataque considerable. El desuello rápido debido a los métodos productivos que se emplean en los mataderos no permite eliminar el calor de la piel, que puede quedar fácilmente a 26-30°C durante un largo período de tiempo.

Hidalgo, L. (2004), indica que las bacterias penetran en la piel por el lado carne y en período post-mortem de 4 horas solo se encuentran sobre el lado carne; entre 8 a 12 horas ya se encuentran bacterias en el corium y en 24 horas está

contaminando todo el espesor de la piel; se llega a observar un aflojamiento del pelo. A parte de los sistemas de conservación de tiempo limitado, los métodos más importantes utilizados en la conservación de pieles son:

- Secado
- Salado: Con sal en grano, con salmuera y Salado-seco
- Piquelado
- Curtición: Extractos vegetales, Sales de cromo Tiosulfato sódico

F. PREPARACIÓN DE LAS PIELES PARA SU CONSERVACIÓN

Cantera, A. (2009), menciona que para lograr una buena conservación de las pieles es necesario que éstas se contaminen el mínimo posible durante el desuello y su posterior transporte a la sección de conservación; para ello se recomienda que al sacar la piel del animal sea recogido en cestos o plataformas adecuadas para que no se ensucien con la sangre y el estiércol. Una vez efectuada la recolección de las pieles, éstas pasan a la sección de conservación, allí se extiende sobre una plataforma con el lado carne hacia arriba para efectuar el recortado. Actualmente existe la tendencia de descamar las pieles en verde que aparte de las dificultades técnicas que ello puede representar por llevar la piel todavía el pelo, es realmente una mejora importante de la conservación de la piel en bruto, puesto que al encontrar el lado de carne limpio, el secado es más uniforme y la sal penetra más rápidamente y de forma más regular mejorando la conservación. Según el matadero de procedencia de las pieles tienen formas distintas, de las múltiples variedades existentes; citaremos el recordado estándar que se utiliza en USA y un Proyecto de la Norma Internacional de la ISO, como se ilustra en el Ilustración 2.

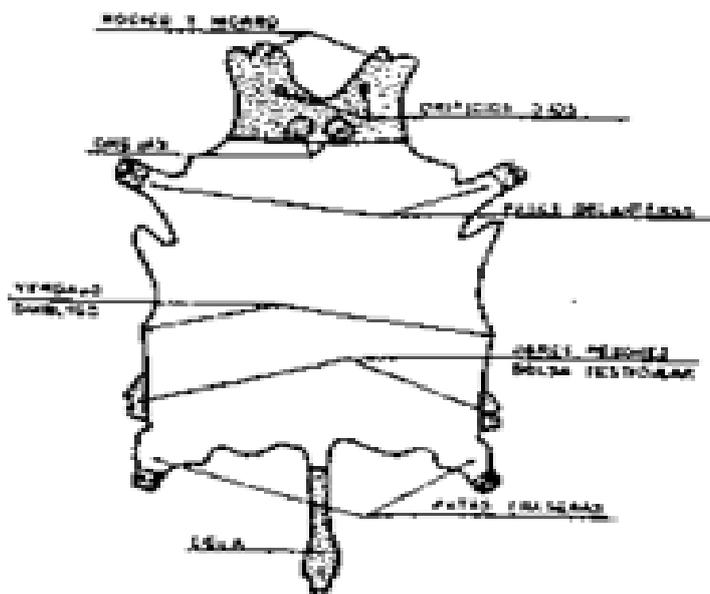


Grafico 2. Corte de las pieles según la norma ISO vigente en los Estados Unidos.

G. CÁMARAS FRIGORÍFICOS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA PIEL

Fernández, O. (2001), afirma que la piel es una sustancia orgánica, y como tal puede ser fácilmente atacada por bacterias, insectos y gérmenes. Por ejemplo, es conveniente utilizar algún sistema de conservación para detener o reducir al máximo el proceso natural de degradación de la piel y mantenerla en buenas condiciones hasta que se inicie su elaboración. La conservación de las pieles consiste en un proceso de deshidratación y/o la incorporación de sal común u otros productos que anulen o reduzcan la descomposición de la piel. Hay distintos métodos de conservación: por secado, por salado, mediante un piquelado.

Según Ullman, T. (2006), aunque se haya realizado alguno de los métodos anteriormente mencionados, para la conservación de piel fresca, piel salada fresca, wet blues, etc. en condiciones idóneas durante períodos largos, es necesaria la instalación de cámaras frigoríficas de conservación. Un sistema de refrigeración se utiliza para mantener un espacio a una temperatura menor que la del entorno. La temperatura normal de trabajo de las cámaras frigoríficas para conservar pieles oscila entre 1 y 4°C. Una cámara frigorífica funciona mediante la modificación de las características de un fluido frigorígeno que circula por un

circuito. Este fluido puede permanecer en una sola fase (refrigeración por gas), o puede aparecer en dos fases (refrigeración por compresión de vapor).

Según Portavella, M. (2005), en los sistemas de refrigeración con gas, el fluido de trabajo siempre permanece como gas, mientras que los demás implican cambios de fase. Los sistemas de refrigeración con gas tienen muchas aplicaciones y se utilizan para conseguir temperaturas muy bajas que permiten la licuación de aire y otros gases y para otras aplicaciones específicas tales como la refrigeración de cabinas de aviones. Se necesitan equipos capaces de producir grandes presiones y manejar flujos volumétricos muy elevados para obtener capacidades de refrigeración incluso moderadas. Los sistemas de compresión de vapor son más baratos y presentan coeficientes de operación más altos que los sistemas de refrigeración por gas. Por lo tanto, nos centraremos en los sistemas de compresión de vapor.

1. Refrigeración por compresión

Para Vera, V. y Ceirano, Z. (2016), el aparato consta de cuatro partes fundamentales: compresor, condensador, turbina y evaporador, como se ilustra en la (figura 1).

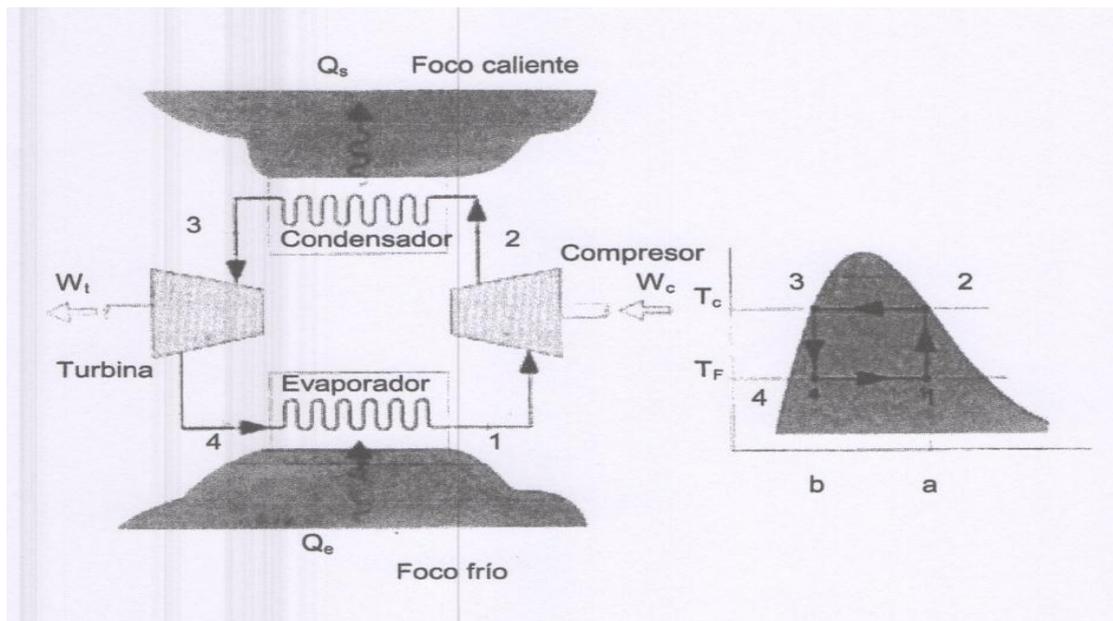


Figura 1. Esquema de un sistema de refrigeración por compresión.

Según Morera, J. (2000), las etapas de un ciclo de refrigeración ideal son las siguientes:

- 1-2 El vapor saturado seco se comprime adiabáticamente desde el estado 2 hasta el estado 1.
- 2-3 El vapor comprimido se enfría a presión constante en el condensador (refrigerado por agua o por aire), cediendo el calor Q_s .
- 3-4 El líquido se expande irreversiblemente a través de la turbina.
- 4-1 El líquido (con algo de vapor) entra en el evaporador o cámara de refrigeración, donde se evapora absorbiendo el calor Q_e . El gas evaporado vuelve al compresor y se inicia el nuevo ciclo.

2. Refrigeración por compresión de vapor

Según Monsalve, Y. (2009), La eficacia de un refrigerador ideal se define por el cociente entre el calor, que, extraído del foco frío y el trabajo en valor absoluto realizado para efectuar dicha extracción:

$$\varepsilon = \frac{\frac{Q_e}{m}}{\frac{W_c}{m} - \frac{W_t}{m}} = \frac{T_f}{T_c - T_f}$$

Para Manrique, A (2017), los sistemas reales de refrigeración con vapor se apartan significativamente del ciclo ideal que se ha considerado. En primer lugar, una de las diferencias más significativas respecto al ciclo ideal es la transferencia de calor entre el refrigerante y los dos focos. En sistemas reales esta transferencia de calor no ocurre reversiblemente como se ha supuesto antes. En segundo lugar, la expansión en la turbina no es isentrópica tal como se ha supuesto, sino isoentálpica. Esta expansión produce relativamente poca cantidad de trabajo comparada con el trabajo necesario en el proceso de compresión. El trabajo producido por una turbina real será mucho menor porque la turbina que opera en estas condiciones tiene eficiencias bajas. Por lo tanto, se renuncia al trabajo obtenido en la turbina y se sustituye por una válvula de estrangulación, con el consiguiente ahorro de costes de capital y mantenimiento. Este ciclo es el conocido como ciclo de refrigeración por compresión de vapor.

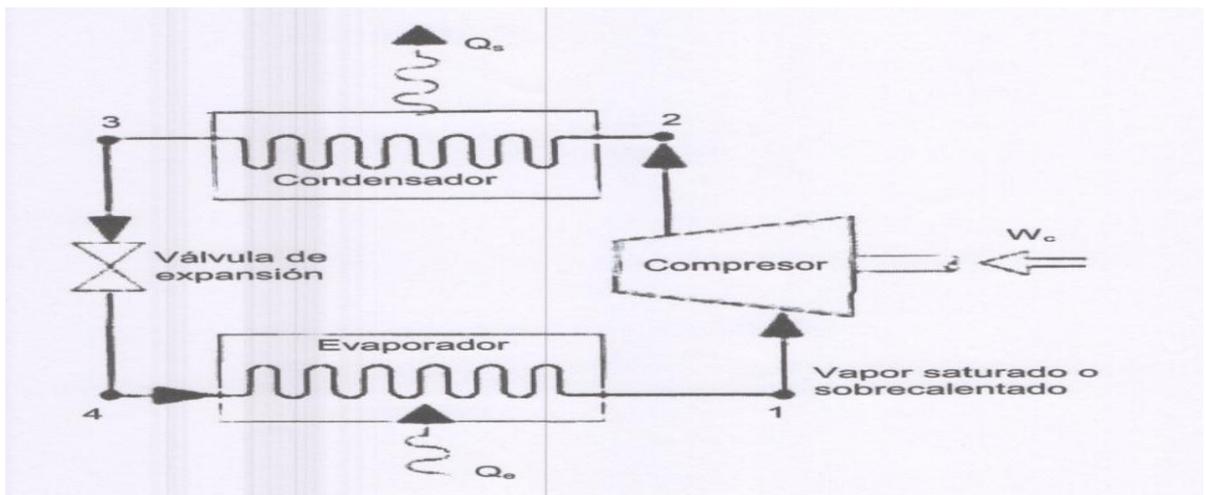


Figura. 2. Esquema de un sistema de refrigeración por compresión de vapor.

Según Libreros, J. (2003), se considera que el sistema representado en la figura

opera en situación estacionaria. El calor transferido desde el espacio refrigerado al refrigerante, cuando pasa por el evaporador, produce su evaporación. Para el volumen de control que incluye el evaporador, los balances de masa y energía dan el calor transferido por unidad de masa de refrigerante:

$$\frac{Q_e}{m} = h_1 - h_4$$

(\dot{m} es el flujo másico de refrigerante)

Para Lacerca, J. (2003), el calor transferido que se define como capacidad de refrigeración. El refrigerante sale del evaporador y es comprimido a una presión relativamente alta por el compresor. Si el compresor opera adiabáticamente, los balances de masa y energía para el volumen de control que incluye al compresor

$$W_c / \dot{m} = h_2 - h_1$$

(W_c / \dot{m} es el trabajo que entra por unidad de masa de refrigerante).

Según Julio, A. (2013), después, el refrigerante pasa a través del condensador, donde condensa y hay una transferencia de calor desde el refrigerante al medio que lo enfría. Para el volumen de control que incluye al condensador el calor transferido desde el refrigerante por unidad de masa de refrigerante es

$$Q_s / \dot{m} = h_2 - h_3$$

José, K. (2015), afirma que finalmente, el refrigerante en el estado 3 entra en la válvula de expansión y se expande hasta la presión del evaporador. Este proceso se modeliza normalmente como un proceso de estrangulación por lo que

$$h_4 = h_3$$

Lacerca, M. (2003), indica que la presión del refrigerante disminuye en la expansión adiabática irreversible, y va acompañada de un aumento de (a entropía específica. El refrigerante sale de la válvula en el estado 4 como una mezcla de líquido y vapor. En el sistema con compresión de vapor, el trabajo neto que recibe es igual al del compresor, ya que en la válvula de expansión no entra ni sale trabajo. El coeficiente de operación del sistema de refrigeración por compresión de vapor es:

$$\beta = \frac{\frac{Q_e}{m}}{\frac{W_c}{m}} = \frac{h_1 - h_4}{h_2 - h_1}$$

Soler, J. (2008), menciona que como estas ecuaciones se han obtenido a partir de balances de masa y energía son aplicables igualmente a ciclos reales donde se presentan irreversibilidades en el evaporador, el compresor y el condensador. Si no se tienen en cuenta las irreversibilidades dentro del evaporador, compresor y condensador, no hay caída de presión por fricción y el refrigerante fluye a presión constante en los dos intercambiadores de calor. Si también se ignora la transferencia de calor al ambiente, la compresión es isentrópica. Con estas consideraciones se obtiene el ciclo ideal de refrigeración por compresión de vapor. El ciclo consta de los siguientes procesos:

- 1-2s Compresión isentrópica del refrigerante desde el estado 1 hasta la presión del condensador en el estado 2s.
- 2s-3 Transferencia de calor desde el refrigerante que fluye a presión constante en el condensador. El refrigerante sale como líquido en el estado 3.
- 3-4 Proceso de estrangulación desde el estado 3 hasta la mezcla líquido-vapor en 4.
- 4-1 Transferencia de calor hacia el refrigerante que fluye a presión constante a través del evaporador hasta completar el ciclo.

Juran, J. (2003), afirma que las temperaturas de operación del ciclo de refrigeración por compresión de vapor quedan fijadas por la temperatura T_f a mantener en el foco frío y la temperatura T_c del foco caliente a la que se descarga el calor. La temperatura del refrigerante en el evaporador tiene que ser menor que T_f , mientras que su temperatura en el condensador debe ser mayor que T_c . La Figura 3 muestra la desviación del sistema real respecto al ciclo ideal. Esta desviación se debe a las irreversibilidades internas presentes durante la compresión, lo que se representa mediante una línea discontinua para indicar el proceso de compresión desde el estado 1 al estado 2. Esta línea de puntos refleja

el incremento de entropía específica que acompaña a la compresión adiabática irreversible.

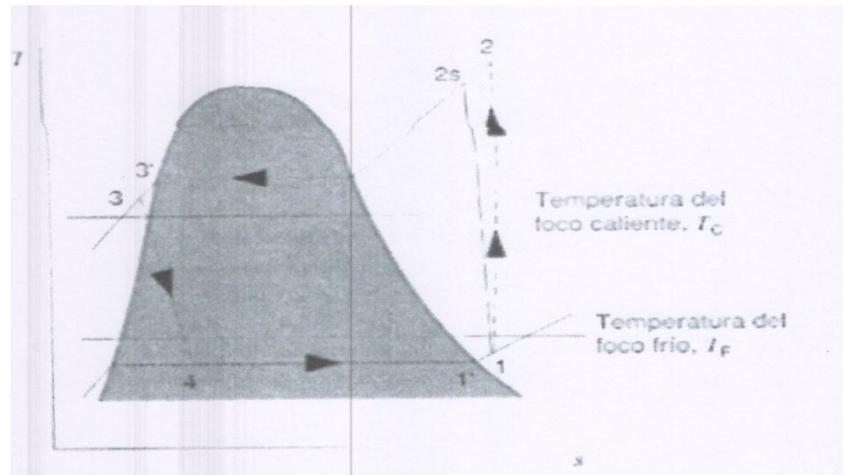


Figura 3. Diagrama T-s del ciclo de refrigeración por compresión de vapor

Stryer, L. (2005), afirma que debido a los efectos de fricción, que provocan caídas de presión en el refrigerante que fluye a través del evaporador, el condensador y las tuberías que conectan los componentes, aparecen desviaciones adicionales respecto al ciclo ideal. Para poder asegurar el buen funcionamiento de una instalación frigorífica, se tiene que establecer el balance térmico para determinar la potencia frigorífica del compresor necesario. Los demás elementos constitutivos de la instalación se calculan en función de la potencia útil que ha de disiparse y de las condiciones de funcionamiento de la instalación. En una instalación frigorífica el reparto de la producción frigorífica se puede establecer mediante la igualdad siguiente:

$$Q_t = Q_u + Q_p$$

Q_t : producción frigorífica en las condiciones de utilización

Q_u : cantidad de frío necesario para la refrigeración de la mercancía

Q_p : conjunto de aportaciones caloríficas exteriores que debe compensar la instalación

El valor de Q_u se puede desglosar en los siguientes valores:

Q_{u1} : refrigeración de la mercancía y, eventualmente, de su embalaje

Q_{u2} : Absorción del calor despedido por la mercancía almacenada

Q_{u3} : otros elementos

Carpinteros, H. (2007), menciona que el valor de Q_p se puede desglosar también en los siguientes valores:

- Q_{p1} : aportaciones de calor debidas a la transmisión de calor a través de las paredes, suelo y techo de la cámara frigorífica
- Q_{p2} : enfriamiento y secado del aire de renovación en la cámara frigorífica
- Q_{p3} : Aportaciones de calor debido al trapajo del ventilador
- Q_{p4} : Aportación de calor debida a la circulación y al trabajo del personal en la cámara frigorífica
- Q_{p5} : Aportación de calor debida al alambrado de la cámara frigorífica
- Q_{p6} : Otras pérdidas

Carrizo, H. (2003), indica que la cantidad de frío que se necesita para el enfriamiento de la mercancía depende de: La masa que se tiene que enfriar La capacidad térmica específica de la mercancía La diferencia de temperatura entre la temperatura a la que entra la mercancía y su temperatura al final del enfriamiento Por lo tanto tenemos:

$$Q_{u1} = c * m * (T_0 - T_f) [kJ]$$

La cantidad de frío a producir para compensar la absorción del calor despedido por la mercancía almacenada es pequeña y depende de la naturaleza del fenómeno y de las condiciones en que se fórmula:

$$Q_{u2} = I_r * m * 10^{-3} [kJ]$$

I_r es el calor de respiración

Stryer, L. (2005), menciona que también se puede producir calor debido a la fermentación no disociación química, la cual se puede expresar mediante la siguiente expresión:

$$Q_{u2} = I_d * m * 10^{-3} [kJ]$$

I_d es el calor de fermentación o disociación

Monsalve, Y. (2009), indica que las aportaciones de calor debidas a la transmisión de calor a travez de las paredes, suelo y techo de la cámara frigorífica se pueden calcular de la siguiente forma:

$$Q_{p1} = k * a * \Delta T * t [kJ]$$

k: Coeficiente global de transmisión de calor propio de cada pared (W/m²)

a: Superficie de transmisión de la pared(m²)

ΔT : Diferencia tura de la cámara refrigerada (°C)

t: Tiempo (s)

Monsalve, Y. (2009) investiga que los valores de temperatura ambiente que se utiliza habitualmente son:

- Suelo: 15°C
- Techo: 30°C

- Paredes: 20-25°C.

Monsalve, Y. (2009), menciona que en el caso de una cámara frigorífica para la conservación de las pieles, no es necesario el enfriamiento y secado del aire de renovación, por lo tanto, no lo tendremos en cuenta para realizar los cálculos, al igual que las aportaciones de calor debidas al trabajo de los motores de los ventiladores. También despreciaremos las aportaciones de calor debidas al personal ya que no permanece ni trabaja en el interior de la cámara demasiado tiempo. La cantidad de calor emitido por la cámara de incandescencia es:

$$Q_{p5} = P * t \text{ [kJ]}$$

- P: potencia total de las lámparas, (kW)
- T: tiempo de servicio de las lámparas, s

Para Jesús, M. (2015), también se puede incluir la cantidad de calor emitida por las máquinas de mantenimiento:

$$Q_{pe} = 0,6 * P * t \quad \text{[kJ]}$$

P: potencia total de las máquinas [kW]

t: tiempo de servicio de las máquinas [s]

Por lo tanto, el balance general de una cámara frigorífica para la conservación de pieles lo podríamos expresar de la forma siguiente:

$$Q_t = Q_{u1} + Q_{u2} + Q_{u3} + Q_{p1} + Q_{p5} + Q_{p6}$$

En general, a Q_t se añade un porcentaje que varía entre 5 y 10% para tener en cuenta las aportaciones de calor que no se pueden definir. La potencia frigorífica de una cámara se calcula en un tiempo medio de funcionamiento de 14 horas

para las cámaras comerciales, y de 18 20 horas para las máquinas industriales. La potencia se calcula mediante la siguiente expresión:

$$\phi_o = \frac{Q_t}{t} \quad [\text{kW}]$$

Monsalve, Y. (2009), dice que la potencia frigorífica determinará las dimensiones de la cámara frigorífica. A continuación, se propone un ejemplo práctico para calcular las dimensiones y la potencia de una cámara frigorífica para la conservación de pieles saladas frescas. Supongamos que tenemos que proyectar una cámara que tenga capacidad para almacenar 12.000 pieles vacunas saladas frescas (para la producción de 3 meses), que llegan a la fábrica en palets de 50 pieles cada uno, con un peso por piel promedio de 37 Kg. La temperatura externa de la cámara es de 30°C en la zona del techo, y 25°C en la zona de las paredes. La temperatura interior que debemos tener en la cámara es 3°C y la temperatura del suelo es de 15°C.

- El coeficiente de intercambio térmico global de las paredes es $k= 0,5$ kcal/m².h.°C
- El calor específico de la piel $c= 0,4$ kcal/kg.°C
- La constante específica del fluido refrigerante $\epsilon= 2.400$ frigorías/CV.h

Soler, J. (2004), afirma que para comenzar, se tiene que calcular la superficie que deberá tener la cámara para almacenar las 12.000 pieles. Las pieles llegan en palets de 150 pieles cada uno con las pieles plegadas en cuartos, por lo tanto, tendremos 240 palets con una superficie de 1,5 m²/palet. Por consiguiente, tendremos una superficie total de:

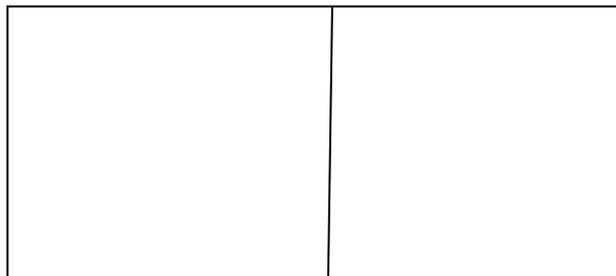
$$240 \text{ palets} * 1,5 \text{ m}^2/\text{palet} = 360 \text{ m}^2$$

Según Herfeld, H. (2006), para facilitar el movimiento y transporte de los palets mediante una carretilla elevadora, es aconsejable dividir la cámara en dos pasillos paralelos y uno perpendicular, con lo cual la superficie total de la cámara aumenta

al doble (720 m²). Por seguridad, es mejor aumentar un poco esta superficie hasta 800m². Distribuiremos la superficie total de la cámara en 40 m x 20 m, dejando un 25% de la longitud total para la precámara. La temperatura en la precámara será de 10°C. La altura de la cámara será de 2,8 m y el espesor de las paredes laterales y del suelo de 0,5 m con un aislante interno de poliestireno expandido de 0,12 m de espesor: El espesor del techo será de 0,3 m también con un aislante interno de 0,12 m de espesor. Por lo tanto, tendremos las superficies siguientes:

$$L = 10\text{m} + 0,5\text{m} \quad L = 40\text{ m} + 0,5\text{ m} + 0,5\text{ m}$$

$$A = 20\text{ m} + 0,5\text{m} + 0,5\text{ m}$$



$$H: 2.8\text{ m} + 0.3\text{ m}$$

Para Greiff, H. (2016), las aportaciones de calor debidas a la transmisión de calor a través de las paredes, suelo y techo de la cámara frigorífica se pueden calcular de la siguiente forma:

$$Q_{p1} = K \cdot S \cdot \Delta T$$

- Spavimento= 40 m * 21m = 840 m² Qpavimento= 0.5* 840* (15-3) = 5.040 kcla/h
- Stecho= 40m * 21m = 840 m² Qtecho= 0.5* 840* (30-3) = 11.340 kcla/h
- Spared lateral 1=40 m* 3.1 m= 124 m² Qpa lat 1= 0.5* 124* (25-3) = 1.364 kcla/h

- Spared lateral 2= 40 m*3.1 m= 124 m² Qpa lat 2= 0.5* 124* (25-3) = 1.364 kcal/h
- Spared lateral 3= 21 m*3.1 m= 65.1 m² Qpa lat 3= 0.5* 65.1* (25-3) = 716.1 kcal/h

Según Gratacos, E. (2009), igualmente se calculan las aportaciones de calor debidas a la transmisión de calor a través de las paredes, suelo y techo de la precámara frigorífica:

$$Q_{p1} = K * s * AT$$

Soler, J. (2004), analiza que el calor total debido a la transmisión a través de las paredes es 23.556,84 kcal/h. Ya hemos explicado anteriormente que en una instalación frigorífica el reparto de la producción frigorífica se puede establecer mediante la suma de:

- La cantidad de frío necesario para la refrigeración de la mercancía
- El conjunto de aportaciones caloríficas exteriores que debe compensar la instalación (que ya hemos calculado, 23.556,84 kcal/h).

Monsalve, Y. (2009), analiza que del conjunto de aportaciones caloríficas exteriores sólo consideramos la transmisión a través de las paredes. No tenemos en cuenta el enfriamiento y secado del aire de renovación, ni las aportaciones de calor debidas al trabajo de los ventiladores, así como las aportaciones de calor debidas al personal. Tendríamos que tener en cuenta la cantidad de calor emitida por las lámparas, pero en este caso también la podemos despreciar ya que sólo funcionan cuando se abre la cámara y tienen un tiempo de funcionamiento muy corto en comparación con el tiempo de refrigeración. Falta calcular la cantidad de frío necesario para la refrigeración de la mercancía. Se supone que las pieles llegan a la fábrica con una temperatura de 35°C (la más desfavorable) y las queremos enfriar a 3°C en 24 horas. Las 12.000 pieles se quieren conservar

durante 3 meses, si queremos un estoc de un mes, supone que a la fábrica llegan 4000 pieles de una sola vez.

- 4.000 pieles * 37 kg/piel = 148.000 kg
- $Qu1 = c * m * (T0 - Tf)$
- $Qui = 0,4 * 148.000 * (35 - 3) = 1.894.400 \text{ kcal}$

Soler, J. (2004), argumenta que como queremos enfriar en 24 horas, supone 78,934 kcal/h. Por lo tanto, la producción frigorífica que necesitaremos es de 102,490 kcal/h. Si queremos instalar una cámara frigorífica con un fluido de constante específica de 2.400 frigorías/CV.h, necesitaremos una potencia de 42,7 CV

$$\frac{102.490 \text{ kcal/h}}{2.400 \text{ kcal/CVh}} = 42.7 \text{ CV} = 31.38 \text{ kW}$$

Monsalve, Y. (2009), investiga que el rendimiento de las cámaras no es nunca del 100%, por lo tanto, si consideramos que tiene un rendimiento del 75%, necesitaremos un grupo refrigerador de 41,85 kW.

H. LA CURTICIÓN DEL CUERO

Según Gavilánez, F. (2015), la curtición es un proceso que pretende estabilizar las propiedades de la piel del animal sin que sufra cambios naturales de descomposición y putrefacción. Las pieles que se usan en un calzado o que son procesadas en la curtición son generalmente de vacuno o caprino. También se usa para forros ganado caballar o porcino. La curtición mantiene las propiedades más deseadas de la piel: resistencia al desgaste, a la humedad, flexibilidad y aspecto exterior agradable al tacto y a la vista. La piel tratada por curtición rara vez produce intolerancias de tipo alérgico. De ocurrir estas alergias suele ser a causa de los tintes que se usan en las pieles ya curtidas

1. Operación del remojo

Según Frankel, A. (2009), el remojo es la primera operación a que se someten las pieles en la fabricación y consiste en tratarlas con agua dentro de una tina, molineta o bombo. El objetivo del remojo es limpiar las pieles de todas las materias extrañas y devolverlas al estado de hidratación que tenían cuando eran pieles frescas. La complejidad de la operación de remojo depende fundamentalmente del método de conservación. Las pieles frescas no necesitan un remojo propiamente dicho, sino más bien un lavado a fondo para limpiar la piel, eliminando la sangre, linfa y excrementos. En el caso de las pieles saladas además de limpiarlas deberemos eliminar la mayor parte de la sal común y devolver a la piel su estado original de hidratación. La operación es bastante simple ya que al disolverse la sal que existe entre las fibras, se facilita la entrada del agua. El proceso de humectación de una piel seca es tanto más difícil cuanto más gruesa es la piel y mayor fue la temperatura de secado. Los problemas de remojo de las pieles ovinas son mayores por la presencia de la elevada cantidad de grasa que contiene este tipo de pieles.

2. Pelambre y Calero

Frankel, A. (2009), menciona que la piel debidamente hidratada, limpia y con parte de sus proteínas eliminadas en el remojo, pasa a las operaciones de pelambre, cuya doble misión radica en eliminar del corium la epidermis con el pelo o la lana y producir un aflojamiento de la estructura fibrosa del colágeno con el fin de prepararla adecuadamente para los procesos de curtición. el depilado de la piel puede efectuarse de múltiples maneras, que pueden agruparse en procedimientos químicos y procedimientos enzimáticos. En los procedimientos químicos se emplean principalmente productos que en solución acuosa suministran iones OH^- o SH^- . En otras variantes de depilado químico se emplean amoníaco, aminas, substancias reductoras, productos hidrotrópicos, ácidos, etc., pero son de poca significación para la práctica de fabricación de curtidos. En los procedimientos enzimáticos se hace una distinción entre los métodos llamados de resultado, en los que las pieles se dejan en cámaras a temperatura y humedad

controladas bajo la acción de los microorganismos y los métodos de depilado enzimático propiamente dicho, en los que se trabajan con preparados enzimáticos debidamente dosificados. Los pelambres de cal, comúnmente conocidos por el nombre de caleros, se preparan con cal apagada o con hidróxido cálcico en polvo. El apagado de la cal se efectúa por tratamiento de la cal viva con agua, según la siguiente reacción exotérmica. $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2 + 15.2 \text{ Kcal}$

El hidróxido cálcico es muy soluble (1.29 g / l a 20 °C) y los baños se preparan con un exceso de cal (unos 10 g / l), lo que sedimenta en los depósitos con ellos se dispone de una reserva de hidróxido cálcico para asegurar la saturación del baño. En la práctica de la industria de los curtidos se observa un distinto comportamiento de las diferentes clases de cal, sobre todo entre la cal recientemente apagada y el hidróxido cálcico en polvo.

En el caso de baños preparados con hidróxido cálcico en polvo la velocidad de sedimentación, por ser las partículas de mayor magnitud, es mayor que cuando se preparan los caleros con cal recientemente apagada. Saturación del baño y únicamente en este sentido puede haber un diferente comportamiento entre las distintas clases de cal. Las adiciones de sal, hidróxido sódico, y acetato sódico, aceleran la sedimentación de las partículas de cal, mientras que el nitrato cálcico, cloruro cálcico y amoníaco la retardan.

El aflojamiento del pelo se debe a los iones OH^- del baño de apelmbrado; se considera que únicamente puede lograrse un depilado eficiente si el pH del baño es de 11 como mínimo, (Hidalgo, L. 2004).

3. Depilado, descarnado y dividido

a. Depilado

Según Fernández, O. (2001), el objetivo principal de los trabajos de ribera es de eliminar del corium aquellos elementos que le acompañan en la piel en bruto y que no son adecuados para su transformación en cuero, se produce la

eliminación de los mismos después de un aflojamiento en productos químicos o enzimáticos. La separación de la epidermis con el pelo o lana y del tejido conjuntivo subcutáneo con los tejidos adiposos que le acompañan tiene lugar en las operaciones de depilado o deslanado y de descarnado respectivamente. El depilado sobra, en general, en aquellos casos en que la piel se ha apelambrado en bombo o tina con molineta, empleando baños con elevada concentración de sulfuro, por la acción mecánica, junto con un lavado posterior con agua, son suficientes para separar el pelo de la piel en tripa.

Carrizo, H. (2003), manifiesta que el depilado o deslanado por vía mecánica es indispensable cuando se trabajan por embadurnado, resudado, procedimiento enzimático por apelambrado en tina sin acción mecánica o empleo de soluciones de moderada concentración. En estos casos se benefician el pelo o la lana como subproducto de los trabajos de ribera. Puede depilarse a mano con ayuda de la cuchilla o hierro de depilar de borde romo, aplicados sobre la piel extendida encima de un caballete semicircular, inclinado y forrado con material elástico

b. Descarnado

Según Cotance, A. (2004), el principal objetivo de esta operación es la limpieza de la piel eliminando el tejido subcutáneo y adiposo. Dichos tejidos deben quitarse en las primeras etapas de fabricación, con el fin de facilitar la penetración de los productos químicos aplicados en fases posteriores y tener un espesor de lo más regular posible para la adecuada realización de las operaciones que le siguen. El estado de la piel más adecuado para la realización del descarnado es con la piel en tripa, debido al grosor y consistencia que posee la piel en tripa. La operación de descarnar la piel también puede efectuarse en la fase de remojo cuando se trata de pieles muy grasientas; al inicio de la operación con pieles saladas y bacía la mitad o el final si las pieles se van conservado por secado. La operación de descarnado realizada en la fase de remojo se llama graminado.

c. Dividido

Según Corengia, C. (2004), la operación de dividido se realiza introduciendo la piel por la culata tanto si se trata de pieles enteras como de hojas o crupones. El estado de la piel para ser dividido es tradicionalmente en estado de tripa descarnada. Puede realizarse no obstante empleando maquinas más modernas después de curtir al cromo y aunque menos frecuentemente en pieles piqueladas, pieles en bruto y pides secas. El realizarlo en uno u otro estado de la piel tiene sus ventajas e inconvenientes. El dividido en tripa tiene como ventajas que se obtiene un lado de flor más delgado que la piel de que procede y será más fácil realizar las operaciones químicas que siguen al mejorar la penetración de los productos. De esta forma se consigue una mejor calidad del cuero terminado y mayor pie taje al existir una menor tendencia al encogimiento en la curtición. El recorte del cerraje se valora al poderse emplear para la obtención de gelatina.

3. Desencalado

Hidalgo, L (2004), reporta que el desencalado es la operación que sirve para eliminar la cal y productos alcalinos del interior del cuero, y por lo tanto la eliminación del hinchamiento alcalino de la piel apelambrada. Es conveniente en esta operación una elevación de la temperatura para reducir la resistencia que las fibras hinchadas, oponen a la tensión natural del tejido fibroso, esto hace que disminuya suficientemente la histéresis del hinchamiento. El des hinchamiento se logra por la acción conjunta de la neutralización aumento de temperatura y efecto mecánico. La cal durante el apelambrado y calero se encuentra combinada con la piel de distintas formas; combinada por enlace salino con los grupos carboxílicos del colágeno, disuelta en los líquidos que ocupan los espacios interfibrilares, depositada en forma de lodos sobre las fibras y en forma de jabones cálcicos formados por saponificación de grasas. Para eliminar esta cal, una parte se hace con los lavados previos al desencalado de la piel en tripa. Se elimina la cal que está depositada sobre las fibras y la disuelta en los líquidos interfibrilares. Si intentásemos hacer un lavado de 3- 4 horas veríamos que el agua residual del baño de lavado ya no contiene hidróxido cálcico. Para eliminar la cal combinada

con los grupos carboxílicos del colágeno es necesario el empleo de agentes desecancalantes. Estos agentes suelen ser ácidos o bien sales amónicas. Es muy conveniente usar un agente desecalcante que al combinarse con los productos alcalinos de la piel apelmbrada, de productos solubles en agua, ya que de esta manera se podrán eliminar por simple lavado, y que no contengan efecto de hinchamiento o poder liotrópico sobre el colágeno.

4. Rendido

Calet, O. (2009), reporta que es un proceso enzimático que permite un aflojamiento y ligera peptización de la estructura del colágeno, al mismo tiempo que limpia la piel de restos de proteínas, pelo y grasa que hayan quedado de los procesos anteriores. Se usan enzimas proteasas absorbidas sobre aserrín de madera y agentes desecalcantes (cloruro de amonio). El rendido se puede realizar en los mismos recipientes de encalado o en uno distinto. el objeto del rendido es lograr por medio de enzimas proteolíticas un aflojamiento de la estructura del colágeno, al mismo tiempo que se produce una limpieza de la piel del resto de la epidermis, pelo y grasa como efecto secundario. la acción de las enzimas proteolíticas sobre el colágeno, consiste en una degradación interna de las fibras colagénicas sin producirse productos de solubilización. Está degradación debilita de tal forma la resistencia de la estructura que elimina prácticamente la histéresis del hinchamiento. Es muy importante el rendido en aquellos artículos que deben ser de un tacto blando y suave, con capa de flor fina y sedosa, ya que no es suficiente el aflojamiento estructural logrado por el apelmbrado y desecalcado. Durante el rendido no se elimina ni elastina, ni el músculo erector del pelo sufriendo sólo una ligera degradación.

5. Piquel

Según Carrizo, H. (2003), puede considerarse como un elemento del desencalado e interrupción definitiva del efecto enzimático del rendido; además se prepara la piel para la posterior operación de curtición mineral. En las operaciones de desencalado y rendido no se elimina toda la cal que la piel absorbe en el pelambre y calero. La operación del piquelado es muy importante, en lo que respecta a la operación posterior de curtición, ya que si la piel no estuviera piquelada el pH sería elevado y las sales del agente curtiente mineral adquirirán una elevada viscosidad reaccionando rápidamente las fibras de colágeno. En el piquelado se produce, también el ataque químico de las membranas de las células grasas, especialmente en piel muy grasienta, tipo lanar. Para este tipo de pieles es recomendable, hacer un piquel muy ácido y posteriormente desengrasar.

La piel piquelada presenta un hinchamiento menor que el de la piel en tripa procedente del rendido y del desencalado. Como resultado de esta deshidratación, la piel adquiere estado húmedo el tacto de una piel curtida, y después de secar no nos da un material traslucido y corneo como ocurre con la piel en tripa sin piquelar, sino un producto blanco, opaco y suave y muy parecido al que, se obtiene por curtición al alumbre.

6. Curticiones con productos orgánicos

Según Carpinteros, H. (2007), la curtición vegetal es una de las técnicas más antiguas utilizadas por el hombre. Los curtientes vegetales o taninos son producidos por diversas plantas, árboles y hongos. Entre las más utilizadas se encuentran los extractos de quebracho, pino, mimosa y castaño. Los taninos vegetales son solubles al agua, dan colores marrones y son responsables del típico olor del cuero. La entrada de los taninos hacia el interior de la piel es una operación lenta que puede durar semanas o meses cuando se realiza en tintas estáticas.

Este proceso puede acelerarse utilizando la acción mecánica del bombo para facilitar la penetración de los taninos. Debido a que los taninos son productos naturales, aparecen variaciones en su composición dependiendo de las materias primas empleadas. Así, para conseguir una estructura molecular más uniforme, se empezaron a utilizar taninos sintéticos (sintanes) que permiten obtener cueros con unas características más concretas.

7. Recurtición del cuero al cromo

Hidalgo, L (2004), reporta que es el tratamiento de dicho cuero con uno o más productos, en determinados fases de la fabricación con el objeto de obtener unas cualidades del cuero terminado, que no son fácilmente obtenidas con una sola curtición al cromo. La variedad de productos existentes para la recurtición hace casi imposible estudiarlos uno por uno.

Para simplificar su estudio podemos agrupar de la siguiente forma:

- Productos catiónicos tipos sales mecánica: sales de cromo, aluminio, circonio, órgano-cromo y órgano aluminio.
- Productos aniónicos tipo extracto vegetales: mimosa, quebracho, castaña, gambier con zumaque; productos sintéticos, productos y mezclas mixtas.
- Resinas aniónicas, catiónicas, anfóteras, prepolimerizados, polimerizados, monoméricas. de base úrea, melaminas y acrílicas.
- Recurtientes varios, como el silicato, los aldehídos, polifosfatos, azufre, aceites curtientes y rellenantes de varios tipos.

Calet, O. (2009), manifiesta que las fases de fabricación donde se pueden utilizar los productos recurtientes son varios y su empleo depende del producto. Las principales son: Como precurtición antes, después o durante el piquel, en algunos

casos junto con el cromo como curtición mixta; después de la curtición al cromo; antes, después o en lugar de la neutralización; en tintura, en general se añaden después del colorante ,

8. Neutralizado del cuero al cromo

Frankel, A. (2009), menciona que si se seca el cuero al cromo sin haberlo previamente neutralizado, al ponerlo en contacto con diversos metales, durante largos periodos de tiempo y en condiciones desfavorables de humedad y temperaturas elevadas se observa que provoca una corrosión del metal. Está en parte se debe a la acidez al cromo sin neutralizar y la presencia de sales concretamente el cloruro sódico es un producto muy agresivo. Al coser cuero al cromo sin neutralizar con hilos de algodón o lino y dejarlos un tiempo largo se pueden presentar problemas de que los hilos se deterioran. Si el cuero no está neutralizado y se pone en contacto con la piel humana, puede producirse irritación en la zona de contacto.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

La investigación se desarrolló en las instalaciones del Laboratorio de Curtición de Pieles de la Facultad de Ciencias Pecuarias en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo ubicada en la provincia de Chimborazo, en el cantón Riobamba. La prueba de funcionamiento del sistema de refrigeración para la conservación de las pieles mediante placas se realizó al finalizar la construcción e instalación del equipo en el respectivo Laboratorio de Curtiembre de la Facultad de Ciencias Pecuarias, (Cuadro 1).

Cuadro 1. CONDICIONES METEOROLÓGICAS DEL CANTÓN RIOBAMBA.

| Características | Promedio |
|------------------------------|----------|
| Temperatura (° C) | 13,8 |
| Humedad relativa (%) | 63,2 |
| Precipitación anual (mm/año) | 465 |
| Heliofania , horas luz | 165,15 |

Fuente: Estación Agrometereológica de la F.R.N. de la ESPOCH (2016).

B. UNIDADES EXPERIMENTALES

Por ser un trabajo de tipo descriptivo no se consideraron unidades experimentales, ni un diseño estadístico; únicamente, se evaluó las pruebas piloto del sistema de refrigeración mediante placas para la conservación de las pieles menores con curtición de 8 pieles de especies menores.

C. MATERIALES, EQUIPOS, E INSTALACIONES

1. Materiales

- Tanque
- Tubos PP
- Codos PP 90°
- Codos PP 45°
- Tee PP
- Tee Doble PP
- Tapones hembra PP
- Válvula de bola compacta

- Uniones Universales
- Unión Reductora
- Adaptadores para tanque
- Soldaduras para tuberías y accesorios PP
- Material eléctrico
- Filtro
- Tarraja
- Sierra
- Cortadora de tubo
- Serpentina
- Botones de encendido
- Breikes

2. Equipo

- Bomba
- Soldadora
- Prensa
- Torno
- Fresadora

3. Instalaciones

- Laboratorio de curtición de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH.
- Instalaciones de la Mecánica "Inca".

D. TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL

En el presente proyecto no se dispuso de tratamientos experimentales, por tanto respondió al estudio de un diseño de procesos para la construcción y evaluación del Sistema de refrigeración de pieles para el Laboratorio de Curtición de Pieles de la Facultad de Ciencias Pecuarias, el mismo que permitió establecer un mejor

resultado en el proceso de curtido de pieles de especies menores. Sin embargo una vez instalado el equipo se realizó una prueba piloto para verificar el funcionamiento correcto del equipo, para lo cual se utilizó 8 pieles de especies menores, que se consideraron como fuente de variación, por lo que, los resultados registrados respondieron a una recopilación de muestras sistematizadas, en tal virtud se utilizó estadística descriptiva.

E. MEDICIONES EXPERIMENTALES

1. Físicas

- Resistencia a la tensión, N/cm².
- Porcentaje de elongación, %.
- Lastometría, mm.
- Tiempo días
- Eficiencia %
- Temperatura (°C)

F. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA

Se realizó una separación de medias utilizando la prueba T-student las estadísticas descriptivas reportadas fueron:

- Moda
- Media
- Medianak
- Rangos

G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

- Evaluación de la Planta de Curtiembre: Se realizó la evaluación con el fin de determinar el área donde fue colocado y el espacio que ocupó el sistema de refrigeración de pieles.
- Diseño del sistema de refrigeración de pieles: Se diseñó el sistema de refrigeración de pieles de acuerdo a los requerimientos que necesitan las pieles de especies zootécnicas como ovinas, conejos, cuyes, anfibios y peces al momento del curtido.
- Adquisición de materiales para construcción del sistema de refrigeración de pieles: Se procedió a la adquisición de materiales de alta resistencia a la corrosión, formados principalmente de polietileno y polipropileno.
- Construcción del sistema de refrigeración de pieles: Se construyó el sistema de refrigeración con materiales de alta resistencia de corrosión.
- Instalación del sistema de refrigeración de pieles: Se instaló el sistema de refrigeración de pieles y se realizó los diferentes cálculos y ajustes del equipo para su óptimo funcionamiento en el Laboratorio de Curtición de la Facultad de Ciencias Pecuarias.
- Evaluación del sistema de refrigeración de pieles: Se realizó la evaluación para comprobar el funcionamiento correcto del sistema de refrigeración de pieles; a través, de un proceso de curtido.

H. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

1. Resistencia a la Tensión

Para el cálculo de la resistencia a la tensión de las pieles de conejo se realizó el siguiente procedimiento:

- Se dobló la probeta y se sujetó en cada orilla para mantenerla en posición doblada en una maquina diseñada para flexionar la probeta.

- Posteriormente se utilizó una pinza que debió estar fija y la otra se movió hacia atrás y hacia delante ocasionando que el doble en la probeta se extendió a lo largo de esta.
- Luego la probeta se debió examinar periódicamente para valorar el daño que se está produciendo en la probeta de cuero, se debió tomar en cuenta que las probetas que se prepararon para este tipo de ensayo son rectángulos de 70 x 40 ml.
- Finalmente se midió el grado de daño que se produce en la piel de conejo en relación a 20.000 flexiones aplicadas al material de prueba

2. Porcentaje de elongación

Para la determinación del porcentaje de elongación se llevó las probetas de cuero al Laboratorio de Resistencias Físicas de la Facultad de Ingeniería Mecánica donde se utilizó el siguiente procedimiento:

- Se cortó una ranura en la probeta.
- Los extremos curvados de dos piezas en forma de "L" se introdujeron en la ranura practicada en la probeta.
- Estas piezas estuvieron fijadas por su otro extremo en las mordazas de un dinamómetro como el que se usa en el ensayo de tracción.
- Al poner en marcha el instrumento las piezas en forma de "L" introducidas en la probeta se separaron a velocidad constante en dirección perpendicular al lado mayor de la ranura causando el desgarro del cuero hasta su rotura total.
- La resistencia a la elongación se expresó en términos relativos, como el cociente entre la fuerza máxima y el grosor de la probeta, en Newtons/mm, aunque a efectos prácticos fue más útil la expresión de la fuerza en términos absolutos, Newtons/cm².

3. Lastometría

En el montado de la confección del artículo deseado la piel experimenta una brusca deformación que le llevó de la forma plana a la forma espacial. Esta transformación produjo una fuerte tensión en la capa de flor puesto que la superficie debió alargarse más que el resto de la piel para adaptarse a la forma espacial. Si la flor no fue lo suficientemente elástica para acomodarse a la nueva situación se quiebra y se agrieta. Para ensayar la aptitud al montado de las pieles que debieron soportar una deformación de su superficie se utilizó el método IUP 9 basado en el lastómetro. Este instrumento, desarrollado por SATRA, contuvo 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. La acción descendente de la abrazadera deforma progresivamente el cuero, que adquirió una forma parecida a un cono, con la flor en creciente tensión hasta que se produce la primera fisura.

En este momento se anotó la fuerza ejercida por la bola y la distancia en milímetros entre la posición inicial de la abrazadera y la que ocupa en el momento de la primera fisura de la flor. Esta distancia se denominó distensión. La acción no se detuvo hasta el momento de la rotura total del cuero, en el que se anotó de nuevo la distensión y la carga, aunque estos datos tienen sólo un carácter orientativo. La lastometría en la primera rotura de la flor fue el parámetro más significativo para juzgar la aptitud del cuero para el montado del artículo final. Las directrices de calidad especifican el cumplimiento de un mínimo de 7 mm, aunque para mayor seguridad debió superarse una distensión de 8 mm, (Fotografía 1).



Fotografía 1. Prototipo mecánico lastómetro.

4. Tiempo en días

Para determinar el tiempo de conservación en días se colocó las pieles en el prototipo mecánico de refrigeración mediante placas para la conservación de pieles menores, y se evaluó por un tiempo de 15 días en forma visual y minuciosa si existió proliferación bacteriana.

5. Eficiencia

La eficiencia fue medida de acuerdo a la evaluación de temperatura utilizando la siguiente formula:

$$\text{Eficiencia del prototipo} = \frac{\text{Resultado Observado}}{\text{Resultado esperado}} \times 100$$

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

A. SELECCIÓN DEL DISEÑO DEL PROTOTIPO MECÁNICO DE REFRIGERACIÓN MEDIANTE PLACAS PARA LA CONSERVACIÓN DE PIELES MENORES

Para realizar la selección del diseño del prototipo mecánico de refrigeración mediante placas para la conservación de pieles menores se tomó en cuenta que la temperatura óptima en líneas generales oscila entre 0-5°C, para evitar la formación de cristales de hielo. Como primer paso para el diseño del prototipo mecánico es lograr escoger la mejor disposición para cumplir con las necesidades de los consumidores y lograr mejorar el rendimiento de la refrigeración. Ya que existen diversos métodos de refrigeración se tiene que escoger cuál de los métodos de refrigeración es el más rentable para las condiciones existentes en el país de uso de energía y tecnologías disponibles, además de que se debe escoger una vez que se ha elegido el tipo de refrigeración usado se debe elegir la disposición adecuada para determinar los materiales que se escogen y la capacidad interna que tendrá el prototipo mecánico.

1. Diseño por el tipo de refrigeración

De acuerdo a las máquinas existentes en el mercado, se venden de acuerdo a tres tipos de refrigeración estos son:

- Refrigeración por placas
- Refrigeración por aire forzado

Para la selección del tipo de refrigeración que ocurrirá en el prototipo mecánico, se realizó un estudio en bibliografía el cual permitirá una comparación entre estos dos tipos para determinar qué tipo de refrigeración conviene usar para el prototipo mecánico, estos valores de comparación se muestran en el Cuadro 2.

Cuadro 2. COMPARACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENTRE LA REFRIGERACIÓN POR PLACAS Y POR AIRE FORZADO PARA LA SELECCIÓN EN EL PROTOTIPO MECÁNICO

| Característica Técnicas | Refrigeración placas | por Refrigeración por aire forzado |
|--------------------------------------|-------------------------|--|
| Potencia (kW) | 3,75 | 5,5 |
| Perdida de temperatura por hora (°C) | 0,47 | 1,02 |
| Temperatura máxima (°C) | -34 | -25 |
| Consumo Diario kW | 37,5 | 44 |
| Costo de combustible (\$) | 0 | 11,09 |
| Costo Diario de Electricidad (\$) | 23,31 | 27,35 |
| Costo operativo diario (\$) | 23,31 | 38,44 |
| Costo operativo mensual 25 gg (\$) | 582,77 | 961,08 |
| Costo operativo anual 300 gg (\$) | 6993,24 | 11532,97 |

Fuente: Calet, O. (2009).

Estos datos según la fuente bibliográfica fueron tomados de dos modelos existentes en el mercado de acuerdo a los dos tipos de refrigeración y se escogió para la comparación refrigeradoras de la misma marca para que no exista variación por el cambio de marca, por lo que se debe hacer una selección minuciosa para determinar cuál es el mejor tipo de refrigeración para el diseño del prototipo mecánico, analizando desde el punto de vista de temperaturas alcanzada en la refrigeración es mayor el uso de refrigeración por aire forzado, pero en el tema de potencia consumida es mejor la refrigeración por placas, esto ocasiona que el consumo de energía y los costos operativos sean menores, ya que principalmente el mercado nacional por la crisis económica que enfrenta el país y esto lleva a la disminución del poder adquisitivo que tienen las industrias, preferirán los modelos que sean más rentables en el tema económico, por lo que después de una evaluación y discusión de la comparación, para el presente prototipo mecánico se elige que el tipo de refrigeración que se efectuó es la refrigeración por placas, esto dado a que el consumo de potencia es menor lo cual genera que se tenga que colocar un motor de menor capacidad para su funcionamiento, esto incurre en menor gasto por efecto de adquisición del motor y lo cuál generara que el consumo de energía sea menor y los costos por

mantenimiento también disminuyan notablemente en comparación con los refrigeradores de aire forzado, una vez escogido el tipo de refrigeración que se tendrá para el prototipo mecánico en la sección siguiente se debe escoger el tipo de diseño que se escogió para construir el prototipo mecánico.

2. Selección de la disposición espacial del prototipo mecánico

Uno de los principales factores que influyen en el diseño de los prototipos mecánicos es su disposición espacial y su dimensión, ya que de esto dependerá el costo, tipo de materiales, tipo de tecnologías, espacio disponible para la instalación, sino se hace una selección de la disposición espacial se puede tener errores en la construcción ya que se sobredimensionan los equipos y pueden generar que no exista espacio en donde instalarlos o también que el costo por efecto de la construcción sea excesivo y lo cual generara que el objetivo de diseño y construcción de prototipos mecánicos no cumpla con su función y7a que serán más costosos que los refrigeradores existentes actuales en el mercado. Otro factor fundamental que influye es la capacidad de carga que tendrá el prototipo mecánico y que influye directamente en el área que se tenga para refrigeración.

Por lo cual hay que adaptar el diseño a las condiciones actuales existentes en el mercado, ya que el prototipo mecánico será diseñado para el almacenamiento de pieles de diferentes especies zootécnicas, se debe recurrir a los datos de mercado de producción de cuero en el Ecuador, según estos datos se eligió que la carga máxima que tenga el prototipo mecánico sea de 30 kg. esto quiere decir que se podrá almacenar hasta un máximo de 20 pieles de conejo o especies menores, lo que hace óptimo para el proceso experimental ya que el prototipo mecánico en un principio será destinado para productores menores o medianos, y por lo que la capacidad se escogió en función de la producción diaria que estos realizan, para que determinen que es una vía rentable la adquisición de tecnologías que aumenten su capacidad productiva. Dentro de la selección de la disposición espacial que tendrá el prototipo mecánico, se decidió comparar la disposición vertical y disposición horizontal, ya que estos dos tipos son los que se

ofertan actualmente en el mercado, para lo cual se debe realizar una matriz de consistencia, la cual permitirá elegir el mejor modelo de acuerdo a las características que se requieran cumplir, para lo cual las principales comparaciones que se va a realizar en la matriz de consistencia se detallan a continuación:

- Disponibilidad de espacio en el laboratorio de pieles de la facultad de Ciencias Pecuaria, y disponibilidad de materias primas para la construcción del prototipo mecánico
- Costos por efecto de adquisición de materias primas y disponibilidad en el mercado
- Gasto energético por efecto de la distribución de las placas y el tipo de enfriamiento
- Capacidad de almacenamiento y refrigeración de las pieles por efecto de la distribución espacial de las placas

Estos factores son los más importantes que se determinan para escoger la correcta distribución espacial del prototipo mecánico, estos factores constituirán el parámetro de evaluación en la matriz de consistencia, por lo que para poder elegir el diseño del prototipo mecánico, por lo que para realizar la matriz de consistencia se utilizó la siguiente formula:

$$\textit{Tipo de diseño} = \sum_j^{i=1} i * j$$

Donde:

Σ : Sumatoria de los valores obtenidos

i: Valores dados para la característica ponderada

j: valor de ponderación para la característica

Los parámetros i y j son valores ponderados que han sido escogidos por el investigador para determinar cuál es la característica que más influye en la selección del diseño. Cabe indicar que serán valores reportados por el investigador y que los valores de j vendrán en porcentaje y que juntos deben sumar 100% o 1 en valor numérico y los valores de i tendrán calificación máxima de 5 puntos que indicara que el diseño logra cumplir con los requerimientos de manera óptima y los valores se verán distribuidos hasta 0 que será que el diseño no cumple con lo establecido, conociendo esto se realiza la elaboración de la matriz de ponderación, esto se indica en el Cuadro 3.

Cuadro 3. MATRIZ DE PONDERACIÓN PARA LA SELECCIÓN DE LA ÓPTIMA DISPOSICIÓN DEL PROTOTIPO MECÁNICO PARA REFRIGERAR PIELES.

| Variable | Valor i | Valor j de acuerdo a la disposición | | $\sum_j^{i=1} i * j$ | |
|--|-----------|---------------------------------------|----------|----------------------|----------|
| | | Horizontal | Vertical | Horizontal | Vertical |
| Disponibilidad de espacio | 0,25 | 3 | 5 | 0,75 | 1,25 |
| Disponibilidad de materias primas | 0,25 | 2 | 3 | 0,5 | 0,75 |
| Gasto energético por efecto de la distribución de las placas | 0,20 | 4 | 3 | 0,80 | 0,60 |
| Capacidad de almacenamiento y refrigeración | 0,30 | 3 | 5 | 0,90 | 1,5 |
| Total | 1 | - | - | 2,95 | 3,10 |

Fuente: Calet, O. (2009).

De acuerdo al criterio técnico del investigador el que obtuvo mejores resultados a la matriz de consistencia fue la disposición vertical del prototipo mecánico que obtuvo un valor igual a 3.10 puntos en comparación con la disposición horizontal que obtuvo un valor igual a 2.95 puntos, por lo cual para la presente investigación se prefiere realizar el diseño total del equipo en una disposición horizontal, obteniendo el tipo de refrigeración y la disposición vertical del prototipo mecánico, se evalúa la capacidad de carga máxima que tendrá el prototipo mecánico de

acuerdo a las condiciones de mercado, para la presente investigación se evaluó al cantidad de especies menores para curtir que se tienen en el mercado y ay que es un proceso semi-artesanal, no se realiza la producción mayoritaria de este, más simplemente en condiciones de experimentación y de investigación, por lo que el tamaño de la refrigeradora no debe ser elevado, de acuerdo a esto al capacidad de carga máxima del equipo será de 15 pieles de especies menores por servicio, con lo cual calculando el área total que ocuparán las pieles, las dimensiones seleccionadas para el diseño del prototipo mecánico serán:

- Ancho: 120 cm
- Largo: 120 cm
- Espesor: 120 cm

Además la selección de las dimensiones del equipo se realizó de acuerdo a la disponibilidad de espacio en el que se realizara la instalación del prototipo mecánico y el costo en el que se incurrirá por efecto de la construcción y el beneficio costo de la construcción e instalación del equipo, además de la disponibilidad de los materiales para la construcción, una vez seleccionada la capacidad de carga y las dimensiones del equipo se debe proceder a realizar la selección de los materiales para la construcción del equipo y por ultimo realizar el dimensionamiento del equipo, para determinar si los valores escogidos son los mejores y como estos afectaran a los diferentes fenómenos que se producen en el proceso de refrigeración.

3. Selección de los materiales de diseño

Una vez realizado la selección de la disposición y tamaño del prototipo mecánico, es fundamental realizar la selección de los materiales más resistentes, de acuerdo al costo y a la disponibilidad de dichas piezas en el mercado, de acuerdo a esto, se realizó la búsqueda en diferentes proveedores y de acuerdo al análisis de costos y a las dimensiones escogidas, se analizó los elementos que se indican en el Cuadro 4.

Cuadro 4. DIMENSIONES DE LAS PLANCHAS MECÁNICAS DE ACERO AISIS-1018 DE LAS PRINCIPALES IMPORTADORES EN EL ECUADOR.

| Espesor (mm) | Ancho (mm) | Largo (mm) | Peso Aprox (kg) |
|--------------|------------|------------|-----------------|
| 0,4 | 1220 | 2440 | 9,53 |
| 0,5 | 1220 | 2440 | 11,96 |
| 0,6 | 1220 | 2440 | 14,3 |
| 0,7 | 1220 | 2440 | 16,75 |
| 0,9 | 1220 | 2440 | 21,54 |
| 1,0 | 1220 | 2440 | 22,73 |
| 1,2 | 1220 | 2440 | 30 |
| 1,5 | 1220 | 2440 | 35 |
| 2,0 | 1220 | 2440 | 47,84 |
| 3,0 | 1220 | 2440 | 71,76 |

Fuente: Calet, O. (2009).

De acuerdo con esto y evaluando el costo de las materias primas, se decidió escoger las dimensiones de las planchas que se encuentran subrayadas en el cuadro anterior, con lo cual para la construcción del prototipo mecánico se necesitó 4 planchas de acero inoxidable de alta AISIS-1018 con las dimensiones de 1220x2400x0,7 mm, se decidió escoger planchas de acero inoxidable para cumplir con las especificaciones técnicas de la norma NTE INEN 1 623, la cual indica que para ambientes corrosivos como es el caso del laboratorio de curtiembre de la facultad de Ciencias Pecuarias, ya que existe la presencia de gran cantidad de sales y iones disueltos en el ambiente por la producción que allí se realiza con esto se alargara la vida útil del equipo además de que se asegura la calidad de la construcción y se mejora las prestaciones del prototipo mecánico, además de esto para la construcción del prototipo mecánico constara de las siguientes partes:

- 3 aspas de forma helicoidal para la producción de aire, las cuales presentaron las diferentes características: Hélice fabricada en aluminio fundido de alta calidad, protección en poleas y bandas, motor externo al paso del aire, carcasa tubular fabricada en acero, chumaceras de rodamientos de bola, con dimensiones de 200 x 200 mm.

- Para la selección del aislante térmico se realizó de acuerdo a los siguientes criterios: conductividad térmica, resistencia a la presión, densidad, combustibilidad, permeabilidad al vapor de agua, autoignición, resistencia al fuego, de acuerdo a estas características se escogió el aislante lana de vidrio, ya que era el que de mejor manera se adaptó a las condiciones de uso y al costo por adquisición.
- La puerta será construida con acero inoxidable y recubrimiento de lana de vidrio, además de que tendrá una bisagra y una cerradura para lograr el aislamiento térmico y evitar que se consuma calor, esta servirá para sellar el prototipo mecánico cuando se dé la operación del equipo
- En la estructura se colocará una rejilla de hierro galvanizado, el cual permitirá la sucesión del aire con el exterior para la producción del fenómeno de pérdida de calor fenómeno necesario para el enfriamiento del equipo, la cual tendrá una dimensión de 0.58 x 0.35
- Las demás partes del prototipo mecánico, como son rodamientos y soportes, además de la pintura se escogerá los productor que mejor se adapten a la necesidad del equipo y además al costo de operación, todo con el fin de que el prototipo mecánico cumpla con las especificaciones técnicas así como también logre las mejores características posibles con el menor costo, el cual le permitirá aumentar la vida útil y mejorar las condiciones de operación.

B. DISEÑO DE LAS PARTES QUE CONFORMAN EL PROTOTIPO MECÁNICO DE REFRIGERACIÓN MEDIANTE PLACAS PARA LA CONSERVACIÓN DE PIELES MENORES

1. Diseño del bastidor

Para diseñar y establecer los parámetros en el bastidor se debe conocer el peso que estos soportarán y además todas las fuerzas que se aplicarán sobre este, Por lo cual en el bastidor de la estructura mecánica para el presente el cuál consta de los siguientes elementos:

- 4 planchas metálicas de acero inoxidable, que según el cuadro 3 cada una de ellas tiene un peso aproximado de 16,75 Kg, por lo cual la masa total de las láminas va hacer igual a 67 Kg.
- 2 placas de hierro, el peso aproximado de cada uno de los mismos de acuerdo a la medición de la masa fue igual a 10 Kg, por lo cual el peso total de las placas de hierro será igual a 20 Kg.
- La puerta será construida en una dimensión de 1200 x 1200 mm, por lo cual se construirá con una placa de acero inoxidable cuya masa aproximada será igual a 16,75 Kg.
- El resto de elementos que componente el prototipo mecánico, como lo son soportes, tornillos, abracaderas tendrán una masa aproximado de 5 Kg.
- La masa aproximada de la piel de especies menores fluctúa entre los 8 Kg, esta masa será la escogida para el cálculo de las fuerzas ejercidas en el prototipo mecánica, de acuerdo a que la capacidad máxima del prototipo es de 15 pieles por operación, el total de la masa será igual a 120 Kg.

Conociendo la masa de todos los elementos que constituirán la estructura metálica del equipo, es necesario calcular el peso total que soportara la estructura, el cual será igual a:

$$P_{total} = m_{total} * g$$

Donde:

P_{total} : Constituye el total de peso de la estructura metálica, N

M_{total} : Masa total de los elementos constituyentes del prototipo, Kg

g : Aceleración gravitacional, $\frac{m}{s^2}$

Con lo cual se procede a calcular el peso total:

$$P_{total} = (67 + 20 + 16,75 + 5 + 120) * 9,8$$

$$P_{total} = 2241,75 N$$

Después de realizar el cálculo de la fuerza que soporta el bastidor, se procede a calcular la deformación, para establecer si las dimensiones escogidas cumplen con los requisitos del esfuerzo en materiales de acuerdo a la ley de Hock, por lo que para calcular la deformación se utiliza la ecuación:

$$\sigma = \frac{P_{total}}{A_{bastidor}}$$

Donde:

σ : Deformación por efecto del esfuerzo mecánico, Pa

$$\sigma = \frac{2241,75}{l^2} \quad \sigma = \frac{2241,75}{(1,20)^2}$$

$$\sigma = 1,57 KPa$$

De acuerdo con esto se procede a calcular el índice de elasticidad de acuerdo a la ley de Hock, que dicta:

$$\varepsilon = \frac{\sigma}{\gamma}$$

Donde:

ε : *Modulo de elasticidad*, $\frac{N}{m}$

γ : Longitud original del material, m

$$\varepsilon = \frac{1556,77}{1,2}$$

$$\varepsilon = 1297,30 \frac{N}{m}$$

De acuerdo a la normativa ecuatoriana NTE INEN 1 623 el valor máximo que pueden soportar el acero inoxidable AISIS-180 es igual a 400 KPa, con lo cual cumplen las características, además de que la elasticidad la misma norma determina como valor mínimo $2\ 530 \frac{N}{m}$, valores que están siendo cumplidos por el prototipo mecánico diseñado en al presente investigación, con lo cual se puede afirmar que las dimensiones del bastidor, fueron las correctas para soportar las condiciones de operación y con lo cual aumentara la capacidad de producción del equipo y se evitara tener algún problema por mal funcionamiento o daño del equipo por diseño, como último cálculo para determinar la calidad de diseño, se calcula la resiliencia que sufrirá el metal pro efecto de las fuerzas aplicadas, esto se calculó de acuerdo a la fórmula:

$$U = \frac{\sigma^2 \gamma A}{2E}$$

Donde:

U: Resiliencia del metal, N

γ : Longitud original del material, m

A: Área del bastidor, m²

E: Capacidad de resiliencia, $2,1 * 10^6 \frac{Kg}{m^2}$

$$U = \frac{(1570)^2(1,2)(1,44)}{2(2,1 * 10^6)}$$

$$U = 0,96 N$$

2. Fenómenos Físicoquímicos en el prototipo mecánico

El proceso de enfriamiento corresponde a la extracción por medios físicos y químicos del calor de un cuerpo, para lograr conservarlo y mantener sus características y su estabilidad microbiológica con el paso del tiempo, para lo cual se debe realizar el paso de un fluido de menor temperatura sobre el fluido a enfriar y logrando con esto disminuir su temperatura y generar la refrigeración del producto, para poder realizar el funcionamiento del equipo este describe un ciclo termodinámico de Carnot invertido, el cual se va a detallar durante el proceso de diseño del prototipo mecánico y para lograr el diseño se deben conocer todos los fenómenos que alteran el normal funcionamiento del ciclo de enfriamiento, para conocer las condiciones de enfriamiento se deben conocer las condiciones iniciales y finales que debe tener la piel para una conservación óptima, de acuerdo a datos de bibliografía las pieles en su estado inicial presentan:

- Temperatura de desuello: 26-30°C
- Peso Inicial de las pieles: 8 Kg
- Humedad relativa de la piel: 64%

Las condiciones finales de enfriamiento que debe cumplir el prototipo mecánico para el aseguramiento microbiológico de la piel y además de ello lograr una conservación adecuada de la misma De acuerdo con los datos reportados en las anteriores secciones se procede los cálculos necesarios para el diseño del prototipo mecánico, de acuerdo a esto el primer paso es calcular el calor liberado por la piel.

a. Calor liberado por los productos

De acuerdo al estado de reposo de las pieles se van a introducir directamente al frigorífico por lo cual la fórmula para calcular el calor liberado por las pieles será igual a:

Donde:

Q_{liberado} : Calor liberado por las pieles, KJ

m_{pieles} : Masa de las pieles, Kg

C_p : Capacidad Calorífica de las pieles, $\frac{J}{Kg^{\circ}C}$

$$\Delta T = \textit{Variación de temperatura, }^{\circ}C$$

De acuerdo con esta fórmula la masa de las pieles será igual a 120 g, ya que ese será el peso total por servicio de refrigeración, la variación de temperatura la constituirán la temperatura inicial de las pieles menos la temperatura final de almacenamiento, que se indica en el Gráfico 3, además de que la capacidad calorífica de la piel se indica en el Cuadro 5.

Cuadro 5. ÍNDICE DE CAPACIDAD CALORÍFICA DE LOS DIFERENTES COMPONENTES DEL ANIMAL

| Componente | Capacidad Calorífica ($\frac{cal}{g^{\circ}C}$) |
|--------------|---|
| Agua | 1,00 |
| Grasa | 3,21 |
| Sangre | 3,80 |
| Cuerpo | 3,40 |
| Musculo Vivo | 3,94 |
| Hueso | 2,39 |
| Piel | 3,77 |

Fuente: Calet, O. (2009).

| PRODUCTO | " c_p " antes Cong. [kJ/kg°C] | " c_p " después Cong. [kJ/kg°C] | Calor latente Cong. [kJ/kg] |
|--------------------|------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|
| Canales o cuartos: | | | |
| Vacuno magro | 3,22 | 1,76 | 209,29 |
| Vacuno graso | 2,93 | 1,67 | 171,62 |
| Temera graso | 2,93 | 1,67 | 209,29 |
| Cordero magro | 3,06 | 1,72 | 209,29 |
| Cordero graso | 2,55 | 1,59 | 171,62 |
| Cerdo magro | 2,72 | 1,63 | 184,18 |
| Cerdo graso | 2,30 | 1,47 | 133,95 |
| Carne deshuesada: | | | |
| Vacuno magro | 3,56 | 2,01 | 255,33 |
| Vacuno normal | 3,31 | 1,97 | 242,78 |
| Vacuno graso | 3,06 | 1,93 | 226,03 |
| Temera magra | 3,64 | 2,01 | 263,71 |
| Temera graso | 3,47 | 1,97 | 242,78 |
| Cordero | 3,56 | 1,97 | 251,15 |
| Cord. muy graso | 3,01 | 1,88 | 184,18 |
| Cerdo magro | 3,47 | 1,97 | 242,78 |
| Cerdo graso | 2,89 | 1,88 | 246,96 |
| Despojos y aves: | | | |
| Casquería | 3,56 | 1,97 | 217,66 |
| Aves/Pájaros | 3,56 | 1,97 | 242,78 |

Gráfico 3. Enfriamiento de productos animales y sus propiedades físicas.

Despejando los datos tabulados se tiene:

$$Q_{LIBERADO} = 120 * 3,77 \frac{cal}{g^{\circ}C} * 4,187 \frac{J}{Kg^{\circ}C} * (2 - 28$$

$$Q_{LIBERADO} = -49,25 KJ$$

El signo negativo indica que el calor se pierde y el signo no será utilizado para los cálculos sino únicamente como indicativo de pérdida. De acuerdo a esto se procede a calcular la carga térmica por superficie, calor sensible del producto y el embalaje al ingresar a la cámara, cambios de aire y por luces según diferentes ecuaciones para el cálculo de estos parámetros, y para poder calcular se utiliza la ecuación:

$$Q_s = A * U * \Delta T$$

Donde:

Q_s : Calor transmitido dentro del área del prototipo mecánico, J

A: Área de transmisión de calor, m^2

U: Coeficiente global de transferencia de calor, $\frac{kcal}{hm^2 \text{ } ^{\circ}C}$

ΔT : Variación de temperatura entre el medio y el interior del prototipo mecánico, $^{\circ}C$

Para lograr calcular este factor se debe calcular los diferentes fenómenos que ocurren en la cámara frigorífica, y con todo el calor que se desprenda y se recepte en el prototipo mecánico se podrá calcular el calor transmitido en la cámara del frigorífico.

b. Cálculo del calor desprendido por la respiración de la piel

Para el cálculo de calor desprendido por efecto de la respiración, se deben tomar en cuenta los valores determinados en el gráfico 4, donde indica la capacidad calorífica de distintos animales y como afectan estas a la respiración de la piel durante el tiempo post-morti, de acuerdo a la ecuación:

$$Q_{LIBERADO} = m_{piel} * C_p \quad Q_{LIBERADO} = 120 * 4,19 \quad Q_{LIBERADO} = 502,8 J$$

c. Calor liberado por el cambio de aire o apertura de la puerta

Debido a que el equipo va a funcionar por aspas, va a existir un intercambio de aire entre en interior del prototipo mecánico y el exterior, habrá que calcular la pérdida de calor generado por este fenómeno de transferencia de aire con el exterior del prototipo, este se calcula de acuerdo a la siguiente formula:

$$Q_a = \frac{V * f_v * n}{24}$$

Donde:

Q_a: Calor intercambiado con el exterior, J

V: volumen del interior de la cámara de refrigeración, m³

f_v: Tasa de intercambio de calor por efecto de la transferencia, J/m³

n: renovación de aire para el prototipo mecánico por día, se escogió 3 renovaciones por día ya que no va a funcionar todos los días el prototipo mecánico

El dato que no se tiene para calcular la tasa de calor intercambiada es f_v , el cual se puede calcular de acuerdo a la siguiente expresión:

$$f_v = \rho * (h_e - h_i)$$

Donde:

ρ : Densidad del aire externo a las condiciones de humedad y temperatura de diseño, $\frac{Kg}{m^3}$

h_e : Entalpía del aire externo según temperatura y humedad relativa de diseño, $\frac{KJ}{Kg}$

h_i : Entalpía del aire al interior de la cámara de refrigeración según las condiciones de humedad y temperatura deseadas, $\frac{KJ}{Kg}$

La entalpía del aire, se puede encontrar tabuladas en las tablas psicométricas que se muestran en el Gráfico 4, y que la temperatura inicial de acuerdo a las condiciones ambientales de Riobamba que se muestran en el Cuadro 1 de la sección III e indica que la temperatura ambiental es de 16,8°C, este dato para calcular h_e y para el valor de h_i se busca que la temperatura dentro del frigorífico sea -8°C para lograr enfriar las pieles, de acuerdo con estos datos observamos en el (Gráfico 4).

| TEMP. °C | Volumen Específico | Densidad | Entalpia |
|-------------|-----------------------|----------|-----------|
| | (m³/kg) | (kg/m³) | (kcal/kg) |
| -15 | 0.7304 | 1.3691 | 0.6722 |
| -14 | 0.7332 | 1.3638 | 0.9123 |
| -13 | 0.7363 | 1.3581 | 1.1523 |
| -12 | 0.7391 | 1.3530 | 1.3923 |
| -11 | 0.7422 | 1.3473 | 1.6323 |
| -10 | 0.7453 | 1.3416 | 1.8779 |
| -9 | 0.7480 | 1.3369 | 2.1179 |
| -8 | 0.7511 | 1.3313 | 2.3579 |
| -7 | 0.7538 | 1.3266 | 2.5980 |
| -6 | 0.7563 | 1.3222 | 2.8390 |
| -5 | 0.7591 | 1.3173 | 3.0835 |
| -4 | 0.7619 | 1.3125 | 3.3235 |
| -3 | 0.7650 | 1.3072 | 3.5636 |
| -2 | 0.7678 | 1.3024 | 3.8036 |
| -1 | 0.7706 | 1.2977 | 4.0447 |
| 0 | 0.7734 | 1.2928 | 4.2892 |
| 1 | 0.7756 | 1.2893 | 4.5292 |
| 2 | 0.7790 | 1.2837 | 4.7692 |
| 3 | 0.7822 | 1.2784 | 5.0148 |
| 4 | 0.7850 | 1.2739 | 5.2547 |
| 5 | 0.7878 | 1.2693 | 5.4948 |
| 6 | 0.7908 | 1.2645 | 5.7404 |
| 7 | 0.7933 | 1.2605 | 5.9803 |
| 8 | 0.7961 | 1.2562 | 6.2204 |
| 9 | 0.7988 | 1.2518 | 6.4615 |
| 10 | 0.8015 | 1.2476 | 6.7060 |
| 11 | 0.8044 | 1.2431 | 6.9460 |
| 12 | 0.8076 | 1.2381 | 7.1860 |
| 13 | 0.8104 | 1.2339 | 7.3983 |
| 14 | 0.8131 | 1.2297 | 7.6716 |
| 15 | 0.8159 | 1.2256 | 7.9116 |
| 16 | 0.8188 | 1.2213 | 8.1183 |
| 17 | 0.8217 | 1.2168 | 8.3972 |

Gráfico 4. Propiedades del aire seco a la presión atmosférica. Conforme al Gráfico.

Anterior el valor de h_i es igual a $3,32 \frac{Kcal}{Kg}$; mientras que para calcular h_e se debe interpolar los valores ya que no existe un valor exacto para la temperatura de diseño, de acuerdo con esta interpolación el valor de entalpia es igual a $8,34 \frac{Kcal}{Kg}$; además que la densidad se debe tomar en cuenta con las condiciones exteriores del aire, se interpola y se obtiene el valor igual a $1,2177 \frac{Kg}{m^3}$ aplicando la fórmula tenemos:

$$f_v = 1,2177 * (8,34 - 3,32) f_v = 6,11 \frac{\text{cal}}{\text{Kg}} * \frac{4,1868 \text{ J}}{1 \text{ cal}}$$

$$f_v = 25,59 \frac{\text{J}}{\text{Kg}}$$

Con estos datos se procede a calcular el calor desprendido por efecto del intercambio de calor entre el aire exterior y el aire interior de la cámara frigorífica será:

$$Q_a = \frac{l^3 * f_v * n}{24} Q_a = \frac{(1,20)^3 * 25,59 * (3)}{24} Q_a = 5,53 \text{ J}$$

d. Transmisión de calor a través de las paredes

El calor total que se obtiene de los diferentes intercambios de calor que ocurren dentro del prototipo mecánico, va a ser transmitido a través de las placas que contendrán la piel, con esto se genera una convección de transferencia para lograr el enfriamiento de las piletas, este fenómeno obedece a la ley de Newton de transferencia de calor, y ya que se tiene placas que para calcular la velocidad de transferencia de calor será igual a:

$$q_1 = \frac{K_1 A_1 (T - T_1)}{L_1} \quad q_2 = \frac{K_2 A_2 (T - T_2)}{L_1}$$

Y la forma de transferir el calor se muestra en el Gráfico 5, ya que las pieles se encuentran ubicadas sobre placas planas y demostrando el fenómeno de convección que se tendrá en el prototipo mecánico.

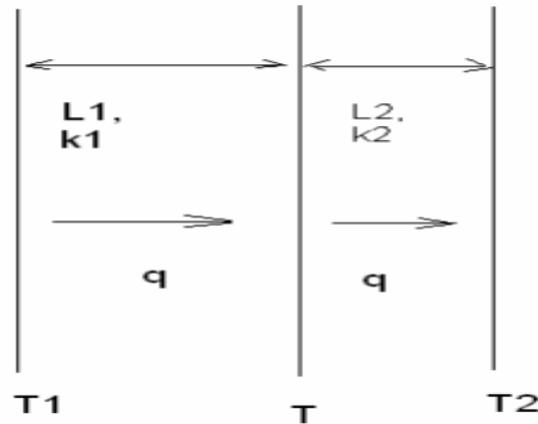


Gráfico 5. Interacción térmica entre las placas que contienen las pieles en el prototipo mecánico.

Para el cálculo de la velocidad de transferencia total de calor comprendiendo que el calor se transferirá entre cuatro paredes planas, se aplicará la fórmula:

$$q = \frac{(T_e - T_i)}{\frac{L_1}{K_1 A_1} + \frac{L_2}{K_2 A_2} + \frac{L_3}{K_3 A_3} + \frac{L_4}{K_4 A_4} + \frac{L_5}{K_5 A_5} + \frac{L_6}{K_6 A_6}}$$

Para el cálculo de la velocidad de transferencia de calor se tiene que conocer el área de transferencia de cada pared, así como también la longitud en la cual se transferirá el calor, el área, longitud y coeficiente de transferencia de calor para acero inoxidable se indica en el Cuadro 6, además se escoge la temperatura exterior de 16,8°C que es la temperatura promedio en Riobamba y la temperatura interior del prototipo mecánico que para cálculos se escogió que sea igual a -4°C.

Cuadro 6. DIMENSIONES DE LAS DIFERENTES PAREDES QUE COMPONEN EL PROTOTIPO MECÁNICO.

| Pared | K ($\frac{w}{m \cdot ^\circ K}$) | L (m) | Área (m ²) |
|-------------------------|------------------------------------|-------|------------------------|
| Pared Lateral Izquierda | 60,5 | 1,20 | 1,44 |
| Pared Lateral Derecha | 60,5 | 1,20 | 1,44 |
| Posterior | 60,5 | 0,90 | 1,08 |
| Principal | 60,5 | 0,90 | 1,08 |
| Suelo | 60,5 | 1,20 | 1,40 |
| Techo | 60,5 | 1,20 | 1,40 |

Fuente: Estación Agrometeorológica de la F.R.N. de la ESPOCH (2016).

De acuerdo con esto calculamos la velocidad de transferencia de calor será igual a:

$$q = \frac{(289,8 - 269)}{\frac{1,20}{(1,44 * 60,5)} + \frac{1,20}{(1,44 * 60,5)} + \frac{0,90}{(1,08 * 60,5)} + \frac{0,90}{(1,08 * 60,5)} + \frac{1,20}{(1,44 * 60,5)} + \frac{1,20}{(1,44 * 60,5)}}$$

$$q = 281,94 \frac{watt}{m^2}$$

Calculado la velocidad de transferencia global dentro del sistema, se calcula el calor total que se transferirá al interior del prototipo mecánico, el cual será igual a:

$$Q_t = K \cdot A \cdot \Delta T$$

Donde:

Q_t: Calor Total Transferido en las paredes del prototipo mecánico, Watt

A: Área de la pared, m²

ΔT: Variación de temperatura en la pared, °C

Para el cálculo de la temperatura inicial en la que se encuentra la pared se tendrá que utilizar un factor de corrección, ya que la transferencia de calor dentro del prototipo mecánico no será la misma a lo largo de las placas, este factor de corrección se muestra en el Cuadro 7 y además que indica el valor total de calor transferido entre las placas.

Cuadro 7. CALCULO DEL CALOR TOTAL TRANSFERIDO EN LAS PLACAS DEL PROTOTIPO MECÁNICO.

| Pared | K ($\frac{w}{m^2 \cdot ^\circ C}$) | Área (m ²) | ΔT | Q_t (watt) |
|-------------------------|--------------------------------------|------------------------|------------------|--------------|
| Pared Lateral Izquierda | 0,33 | 1,44 | (0,8*16,8) -(-4) | 8,29 |
| Pared Lateral Derecha | 0,33 | 1,44 | 0,6*16,8) -(-4) | 6,69 |
| Posterior | 0,33 | 1,08 | (0,4*16,8) -(-4) | 3,82 |
| Principal | 0,33 | 1,08 | (0,7*16,8) -(-4) | 5,62 |
| Suelo | 0,33 | 1,40 | (10+16,8) -(-4) | 14,23 |
| Techo | 0,33 | 1,40 | 16,8 -(-4) | 9,61 |
| Total | | | | 48,25 watt |

Fuente: Estación Agrometeorológica de la F.R.N. de la ESPOCH (2016).

e. Cálculo de la transferencia de calor en el aislante térmico

Es necesario que en la cámara de refrigeración se recubra con aislante térmico, esto lograra mejorar la transferencia de calor entre las placas y además evitara las pérdidas de calor por contacto con el exterior, por lo cual es fundamental escoger el tipo de aislante térmico que se va a utilizar en el equipo, por razones de costo y eficiencia de transferencia de calor se utilizó lana de vidrio ya que era la que mayor disponibilidad presento en el mercado, para determinar los fenómenos de transferencia que ocurre en el aislante térmico se utiliza la siguiente ecuación:

$$e = \dot{k} * \frac{\Delta T}{Q_T}$$

Donde:

e : Espesor de la capa aislante, mm

\dot{k} : Conductividad térmica de la capa aislante, $\frac{w}{m^2 \cdot ^\circ C}$

Q_t : Flujo de calor total, watt

De acuerdo a lo tabulado en tablas, la conductividad térmica de la lana de vidrio es igual a $0,04 \frac{w}{m^2 \cdot ^\circ C}$, con estos valores se puede calcular el espesor que se necesitara de lana de vidrio:

$$e = 0,04 * \frac{(16,8 - (-4))}{48,25} e = 0,017 m * \frac{1000 mm}{1 m} e = 17 mm$$

Dado que en el mercado no existe un espesor del calculado en la presente investigación, de acuerdo a datos de proveedores el espesor mínimo que existe en el mercado es 80 mm, por lo que se escoge este espesor, esto asegurara que la transferencia de calor entre el exterior y el interior sea mínima y se reduzca la pérdida de calor con lo que se aumenta la eficiencia de refrigeración de las pieles y la reducción del tiempo.

f. Calor desprendido por los motores (aire forzado)

Para determinar el calor liberado por los motores que dan el giro de las aspas, se utiliza la siguiente ecuación:

$$Q_m = 0,2 \cdot \sum P_m \cdot \frac{t}{24}$$

Donde:

Q_m : Calor desprendido por los motores, watt

t: Tiempo de operación del prototipo mecánico, h

$\sum P_m$: Sumatoria de las potencias de los motores, watt

El valor de 0,2 es el factor de conversión de energía eléctrico a energía calorífica, ya que los motores son eléctricos por facilidad de uso y costo de operación, también es fundamental conocer que este dato va a ser una aproximación ya que aún no se han dimensionado las aspas y la potencia necesario que deberán tener los motores, para el presente caso la potencia del motor que puede cumplir con los requerimientos deberá tener una potencia igual a 4 watt y como en el diseño se eligió tener 4 ventiladores, la potencia total será de 16 watt y con un tiempo de operación igual a 8 horas por operación, con lo cual el calor liberado será igual a:

$$Q_m = 0,2 * 16 * \frac{8}{24} \quad Q_m = 1,07 \text{ watt}$$

Con estos datos se obtiene el total de pérdidas de calor que se generaran por efecto de los diferentes factores y fenómenos químicos y físicos que ocurren dentro del frigorífico, estos datos se muestran el Cuadro 8, y serán necesarios para la selección del motor y de la velocidad de aspas y necesidad de caudal de aire para lograr el rendimiento máximo en el prototipo mecánico y además de ello lograr la conservación adecuada de las pieles.

Cuadro 8. RESUMEN DE LAS NECESIDADES TÉRMICAS PARA EL DIMENSIONAMIENTO DEL PROTOTIPO MECÁNICO.

| Fenómenos de transferencia de calor | Magnitud (watt) |
|--|---------------------------|
| Calor generado por la refrigeración de la piel | 49,25 |
| Calor desprendido por la respiración de la piel | 502,8 |
| Calor liberado por el cambio de aire o apertura de la puerta | 5,53 |
| Calculo del calor total transferido en las placas del prototipo mecánico | 48,25 |
| Calor desprendido por los motores (aire forzado) | 1,07 |
| Calor Total | 606,9 |
| Velocidad de transferencia de calor | 281,94 $\frac{watt}{m^2}$ |

Fuente: Calet, O. (2009).

g. Potencia frigorífica del del prototipo mecánico

Para poder calcular la potencia con la cual trabajara el motor del prototipo mecánico, se utiliza la siguiente ecuación:

$$NR = Q_{total} \cdot \frac{24}{t}$$

Donde:

NR: Numero de potencia, watt

Q_{total} : Calor desprendido por los fenómenos químicos dentro del prototipo mecánico, watt

t: Tiempo de operación de la máquina, h

$$NR = 606,9 \cdot \frac{24}{8} \quad NR = 1,82 \text{ KW}$$

h. Elección del refrigerante

El fluido de refrigeración, es el que va a realizar los fenómenos de transferencia de calor durante el proceso de refrigeración y durante todo el ciclo termodinámico, por lo cual la selección apropiada del mismo permitirá cumplir con los requisitos de refrigeración por lo que hay que hacer un exhaustivo análisis de los fenómenos que este llevará a cabo. Dentro la selección también se debe incluir el costo del líquido refrigerante y si es permitido de acuerdo a las normas ambientales vigentes en el país, ya que el refrigerantes más usual HCFC son prohibidos por su alto poder contaminante en la atmosfera, es por esta razón que se deben utilizar calcos de ingeniería que permitan adaptar a las necesidades del proceso el refrigerante y que este en el rango adecuado de temperatura, dado que la temperatura del líquido refrigerante al llegar a la válvula de expansión es superior a la temperatura de vaporización, la temperatura del refrigerante deberá reducirse hasta la temperatura de vaporización antes que el líquido pueda vaporizarse en el evaporador. Por tal motivo, al calor latente de vaporización debe restársele el calor sensible para que el refrigerante líquido pase de la temperatura de condensación a la de evaporación. Este enfriamiento se obtiene restando la entalpía del líquido a temperatura de condensación, a la entalpía del líquido a temperatura de evaporación, esto se describe según la ecuación:

$$h_{1-\text{enfriamiento}} = h_{1-\text{condensación}} - h_{1-\text{vaporización}} \text{ Ecu (1-g)}$$

Para cálculos de ingeniería y de acuerdo a catálogos el refrigerante que más se adapta a las necesidades de refrigeración en el prototipo mecánico es

HFC (Hidrógeno, Flúor, Carbono): Son los nuevos refrigerantes. No presentan potencial destructor de la capa de ozono. En este grupo clasifican el R134 y el R404

El R404a, es gas incoloro comúnmente utilizado en las instalaciones de refrigeración a compresión simple, de refrigeración y otras aplicaciones a temperatura de evaporación comprendidas entre -45°C y $+10^{\circ}\text{C}$. Sus aplicaciones son:

- Refrigeración en baja temperatura (sustituyendo al R502)
- Refrigeración de media temperatura (Alternativa viable al R22)
- Refrigeración de alta temperatura (hasta 7°C de temperatura de evaporación)
- Refrigeración de muy baja temperatura (hasta -60°C), usando doble etapa.

De acuerdo al tipo de refrigerante escogido que para el caso del prototipo mecánico será el R404a por adaptarse a las necesidades dentro de la cámara frigorífica y además tiene un costo que se puede adaptar a las necesidades de los consumidores, en el Gráfico 6 se detallan las características físico-químicas que presenta el refrigerante R404a.

| | Pt | Pg | vt | vg | 1/vt | 1/vg | ht | hg | hg | st | sg | |
|----|--------|--------|--------|--------|-------|--------|------|------|-------|--------|--------|----|
| 30 | 85.58 | 84.18 | 0.0139 | 0.5540 | 72.13 | 1.8051 | 22.7 | 72.8 | 95.5 | 0.0497 | 0.1986 | 30 |
| 31 | 87.10 | 85.69 | 0.0139 | 0.5442 | 72.01 | 1.8375 | 23.1 | 72.6 | 95.7 | 0.0504 | 0.1986 | 31 |
| 32 | 88.64 | 87.22 | 0.0139 | 0.5347 | 71.88 | 1.8703 | 23.4 | 72.4 | 95.8 | 0.0511 | 0.1986 | 32 |
| 33 | 90.20 | 88.77 | 0.0139 | 0.5253 | 71.76 | 1.9037 | 23.7 | 72.2 | 95.9 | 0.0518 | 0.1986 | 33 |
| 34 | 91.78 | 90.34 | 0.0140 | 0.5161 | 71.63 | 1.9376 | 24.1 | 72.0 | 96.1 | 0.0525 | 0.1984 | 34 |
| 35 | 93.38 | 91.93 | 0.0140 | 0.5071 | 71.51 | 1.9720 | 24.4 | 71.8 | 96.2 | 0.0531 | 0.1984 | 35 |
| 36 | 95.01 | 93.54 | 0.0140 | 0.4983 | 71.38 | 2.0069 | 24.8 | 71.6 | 96.3 | 0.0538 | 0.1984 | 36 |
| 37 | 96.65 | 95.17 | 0.0140 | 0.4896 | 71.25 | 2.0423 | 25.1 | 71.4 | 96.5 | 0.0545 | 0.1983 | 37 |
| 38 | 98.32 | 96.83 | 0.0141 | 0.4812 | 71.12 | 2.0783 | 25.5 | 71.1 | 96.6 | 0.0552 | 0.1983 | 38 |
| 39 | 100.01 | 98.51 | 0.0141 | 0.4729 | 70.99 | 2.1148 | 25.8 | 70.9 | 96.7 | 0.0559 | 0.1982 | 39 |
| 40 | 101.72 | 100.20 | 0.0141 | 0.4647 | 70.86 | 2.1518 | 26.1 | 70.7 | 96.8 | 0.0566 | 0.1982 | 40 |
| 41 | 103.45 | 101.92 | 0.0141 | 0.4567 | 70.73 | 2.1894 | 26.5 | 70.5 | 97.0 | 0.0572 | 0.1982 | 41 |
| 42 | 105.20 | 103.67 | 0.0142 | 0.4489 | 70.60 | 2.2276 | 26.8 | 70.3 | 97.1 | 0.0579 | 0.1981 | 42 |
| 43 | 106.98 | 105.43 | 0.0142 | 0.4412 | 70.47 | 2.2664 | 27.2 | 70.0 | 97.2 | 0.0586 | 0.1981 | 43 |
| 44 | 108.78 | 107.22 | 0.0142 | 0.4337 | 70.34 | 2.3057 | 27.5 | 69.8 | 97.4 | 0.0593 | 0.1980 | 44 |
| 45 | 110.60 | 109.03 | 0.0142 | 0.4263 | 70.20 | 2.3456 | 27.9 | 69.6 | 97.5 | 0.0600 | 0.1980 | 45 |
| 46 | 112.45 | 110.86 | 0.0143 | 0.4191 | 70.07 | 2.3861 | 28.2 | 69.4 | 97.6 | 0.0607 | 0.1980 | 46 |
| 47 | 114.31 | 112.72 | 0.0143 | 0.4120 | 69.94 | 2.4273 | 28.6 | 69.1 | 97.7 | 0.0614 | 0.1979 | 47 |
| 48 | 116.20 | 114.60 | 0.0143 | 0.4050 | 69.80 | 2.4690 | 29.0 | 68.9 | 97.8 | 0.0620 | 0.1979 | 48 |
| 49 | 118.12 | 116.50 | 0.0144 | 0.3982 | 69.67 | 2.5114 | 29.3 | 68.7 | 98.0 | 0.0627 | 0.1978 | 49 |
| 50 | 120.06 | 118.43 | 0.0144 | 0.3915 | 69.53 | 2.5544 | 29.7 | 68.4 | 98.1 | 0.0634 | 0.1978 | 50 |
| 51 | 122.02 | 120.38 | 0.0144 | 0.3849 | 69.39 | 2.5980 | 30.0 | 68.2 | 98.2 | 0.0641 | 0.1978 | 51 |
| 52 | 124.00 | 122.35 | 0.0144 | 0.3784 | 69.25 | 2.6424 | 30.4 | 67.9 | 98.3 | 0.0648 | 0.1977 | 52 |
| 53 | 126.02 | 124.35 | 0.0145 | 0.3721 | 69.11 | 2.6873 | 30.7 | 67.7 | 98.4 | 0.0655 | 0.1977 | 53 |
| 54 | 128.05 | 126.37 | 0.0145 | 0.3659 | 68.97 | 2.7330 | 31.1 | 67.5 | 98.6 | 0.0662 | 0.1976 | 54 |
| 55 | 130.11 | 128.42 | 0.0145 | 0.3598 | 68.83 | 2.7794 | 31.5 | 67.2 | 98.7 | 0.0669 | 0.1976 | 55 |
| 56 | 132.19 | 130.49 | 0.0146 | 0.3538 | 68.69 | 2.8264 | 31.8 | 67.0 | 98.8 | 0.0676 | 0.1976 | 56 |
| 57 | 134.30 | 132.59 | 0.0146 | 0.3479 | 68.55 | 2.8742 | 32.2 | 66.7 | 98.9 | 0.0683 | 0.1975 | 57 |
| 58 | 136.44 | 134.71 | 0.0146 | 0.3421 | 68.40 | 2.9227 | 32.5 | 66.5 | 99.0 | 0.0689 | 0.1975 | 58 |
| 59 | 138.59 | 136.86 | 0.0147 | 0.3365 | 68.26 | 2.9719 | 32.9 | 66.2 | 99.1 | 0.0696 | 0.1974 | 59 |
| 60 | 140.78 | 139.04 | 0.0147 | 0.3309 | 68.11 | 3.0219 | 33.3 | 66.0 | 99.2 | 0.0703 | 0.1974 | 60 |
| 61 | 142.99 | 141.24 | 0.0147 | 0.3255 | 67.96 | 3.0726 | 33.6 | 65.7 | 99.4 | 0.0710 | 0.1974 | 61 |
| 62 | 145.23 | 143.46 | 0.0147 | 0.3201 | 67.82 | 3.1241 | 34.0 | 65.5 | 99.5 | 0.0717 | 0.1973 | 62 |
| 63 | 147.49 | 145.71 | 0.0148 | 0.3148 | 67.67 | 3.1764 | 34.4 | 65.2 | 99.6 | 0.0724 | 0.1973 | 63 |
| 64 | 149.78 | 147.99 | 0.0148 | 0.3096 | 67.52 | 3.2295 | 34.8 | 64.9 | 99.7 | 0.0731 | 0.1972 | 64 |
| 65 | 152.09 | 150.30 | 0.0148 | 0.3046 | 67.36 | 3.2834 | 35.1 | 64.7 | 99.8 | 0.0738 | 0.1972 | 65 |
| 66 | 154.44 | 152.63 | 0.0149 | 0.2996 | 67.21 | 3.3382 | 35.5 | 64.4 | 99.9 | 0.0745 | 0.1971 | 66 |
| 67 | 156.81 | 154.99 | 0.0149 | 0.2947 | 67.06 | 3.3938 | 35.9 | 64.1 | 100.0 | 0.0752 | 0.1971 | 67 |
| 68 | 159.20 | 157.38 | 0.0149 | 0.2898 | 66.90 | 3.4502 | 36.3 | 63.9 | 100.1 | 0.0759 | 0.1970 | 68 |
| 69 | 161.63 | 159.79 | 0.0150 | 0.2851 | 66.75 | 3.5075 | 36.6 | 63.6 | 100.2 | 0.0766 | 0.1970 | 69 |
| 70 | 164.08 | 162.23 | 0.0150 | 0.2804 | 66.59 | 3.5657 | 37.0 | 63.3 | 100.3 | 0.0773 | 0.1969 | 70 |

Gráfico 6. Propiedades termodinámicas del fluido de refrigeración R404a en el rango de temperatura $-4 - 19^{\circ}\text{C}$, temperaturas en las que opera el prototipo mecánico

De acuerdo con esto para la ecuación 1-g el enfriamiento empezara en el rango de temperatura de $16,8^{\circ}\text{C}$ que es la temperatura a la que ingresan las pieles, de acuerdo con esto la entalpia de condensación es igual a $34,09 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg}}$ y la entalpia de vaporización será igual a $99,42 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg}}$; despejando en la ecuación 1-g se tiene:

$$h_{1-\text{enfriamiento}} = 99,42 - 34,09 h_{1-\text{enfriamiento}} = 65,35 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg}}$$

El efecto refrigerante que es que ocasionara el descenso de la temperatura en las pieles, este efecto refrigerante se calcula de acuerdo a la ecuación:

$$q_e = h_{fg} - h_{1-\text{enfriamiento}} \quad q_e = 64,83 - 65,35 \quad q_e = 0,522 \frac{KJ}{Kg}$$

Con estos datos se procede a calcular la masa real de refrigerante que circulará por el prototipo mecánico, para lo cual se utilizará la carga total térmica que tendrá que soportar el flujo de refrigerante para lograr enfriar las pieles, conociendo esto se utiliza la siguiente ecuación para el cálculo de la masa de refrigerante:

$$m_{\text{refrigerante}} = \frac{Q_{\text{total}}}{q_e} m_{\text{refrigerante}} = \frac{0,6069}{0,522} m_{\text{refrigerante}} = 1,16 \frac{Kg}{s}$$

Escriba aquí la ecuación.

Una vez conocido la masa de refrigerante que pasara por hora de operación del equipo, se calcula el volumen que se tendrá que adicionar al prototipo mecánico, este se calculara de acuerdo a la siguiente formula:

$$V_r = v * m$$

Donde:

V_r : Volumen de refrigerante por operación, m^3

v : Peso específico del refrigerante a temperatura de operación obtenido en los Gráfico 5, m^3/Kg

m : Masa del refrigerante, Kg

$$V_r = 0,014 \frac{ft^3}{lb} * \frac{(0,3048m)^3}{(1 ft)^3} * \frac{1 lb}{2,2 Kg} * 1,16 \quad V_r = 209 \frac{cm^3}{s}$$

3. Ciclo de refrigeración

El ciclo de refrigeración es el que constituirá para extraer calor de las pieles y con lo cual se lograra reducir su temperatura hasta alcanzar la temperatura opima para la conservación de las pieles, ya que para poder cumplir este ciclo se tiene que ir en contra de la segunda regla termodinámica que dicta que el flujo de calor siempre ocurrirá de manera espontánea de la superficie con mayor temperatura a la de menor temperatura, pero para el caso de refrigeración se utilizara equipos mecánicos que forcé el flujo de calor al contrario, para poder determinar cuál es la mejor disposición de las partes del prototipo mecánico, se debe calcular el coeficiente de operación refrigerante (COP) el cual es igual a:

$$COP_R = \frac{\text{Salida Deseada}}{\text{Entrada Requerida}}$$

A continuación, se determinaron 2 distribuciones para los elementos del prototipo mecánico y que presente un valor más elevado de COP_r es la que se escogerá para la construcción del equipo, las tres disposiciones se muestran en el Gráfico 7 y 8).

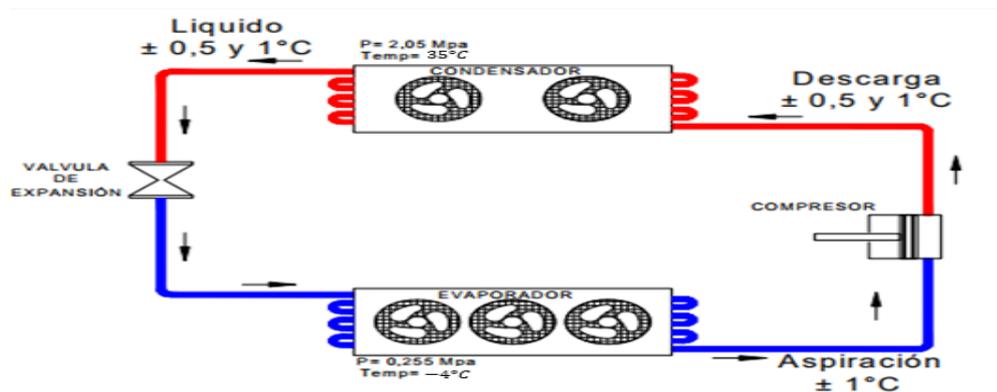


Gráfico 7. Disposición de los diferentes componentes mecánicos ubicados en el prototipo mecánico.

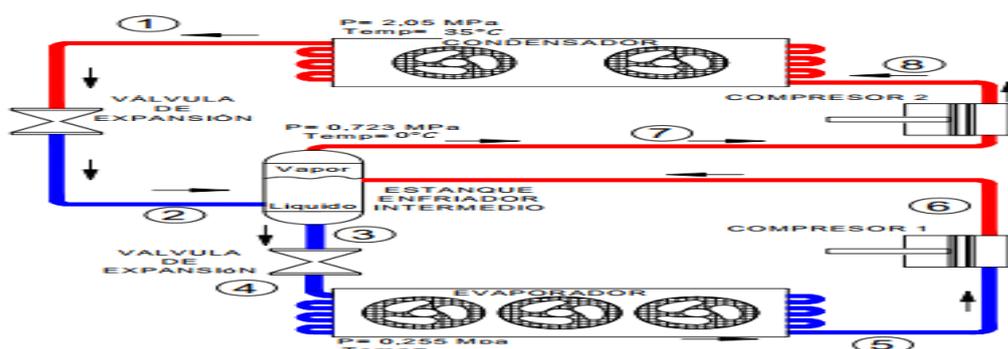


Gráfico 8. Disposición de los diferentes componentes mecánicos ubicados en el prototipo mecánico.

a. Cálculos para la primera disposición sugerida para la construcción del prototipo mecánico

La disposición mecánica que se muestra en el Gráfico 7, describe el ciclo termodinámico que se describe en el Gráfico 8, en el cual hay que analizar todos los parámetros de temperatura y presión para lograr el cálculo del COP_r , por lo cual se inicia con la exposición del gráfico.

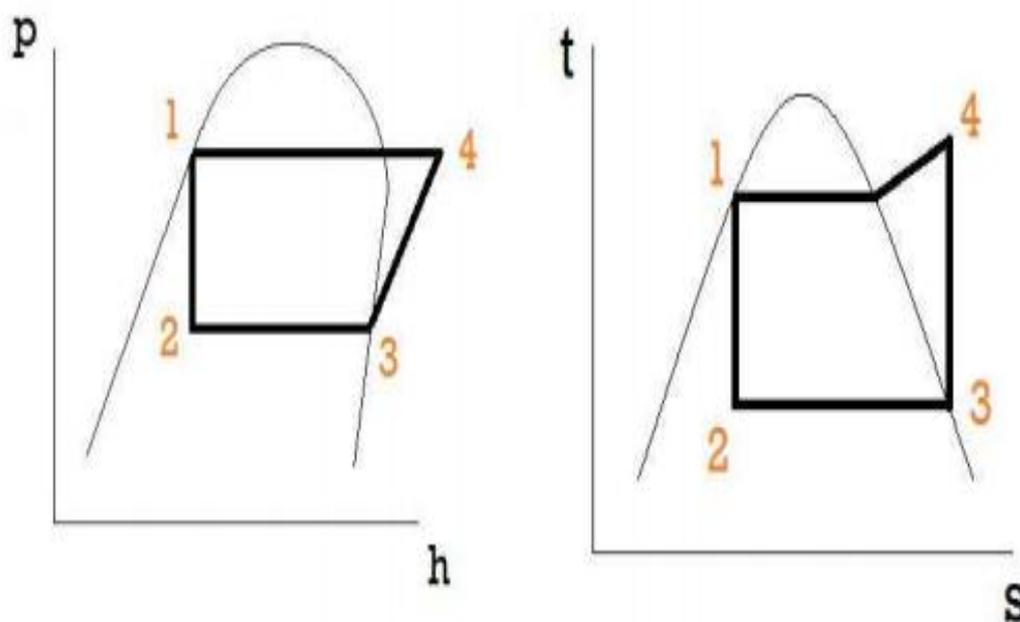


Gráfico 9. Ciclo termodinámico descrito por la disposición a) en el prototipo mecánico.

En el Gráfico 9, los gráficos se encuentran entalpia vs. temperatura y entropía vs. temperatura, para facilidad de obtención de datos y de cálculos se escoge realizar en base a la parte derecha de dicho gráfico, a continuación se detallan las condiciones de operación en el Cuadro 4 y los datos de entalpias se toman del Gráfico 5 en donde se indican las condiciones termodinámicas del flujo de refrigeración, todos los valores tendrán que ser interpolados ya que no existe a la temperatura de operación del prototipo mecánico, además que para escoger en la tabla se tendrán que hacer el ajuste de grados Celsius a grados Fahrenheit, ya que los datos se encuentran en unidades del sistema inglés, y para la presente investigación se optó por utilizar las unidades del S.I de medición, todos estos datos se detallan a continuación.

Cuadro 9. CONDICIONES DE OPERACIÓN DEL FLUJO REFRIGERANTE DENTRO DE LA CÁMARA DE REFRIGERACIÓN DEL PROTOTIPO MECÁNICO

| Parte del ciclo | Presión del fluido (MPa) | Entalpia ($\frac{KJ}{Kg}$) | Temperatura (°C) |
|-----------------|--------------------------|------------------------------|------------------|
| 1-2 | 1,62 | 109,322 | 35 |
| 2-3 | 0,54 | 481,482 | -4 |
| 3-4 | 0,54 | 481,482 | -4 |
| 4-1 | 1,62 | 382,03 | 35 |

Fuente: Calet, O. (2009).

Una vez conocido los estados en los cuales se encontrará el fluido de refrigeración en el ciclo, se calcula la masa de refrigerante usado en el condensador aplicando un balance de energía al condensador de acuerdo a esto se tiene:

$$\overline{\Delta H} + \Delta EC + \Delta EP = Q + W$$

De acuerdo a los fenómenos termodinámicos, en el condensador no se va a tener cambio de velocidad ni de altura dentro del equipo, además que el equipo no

consumirá ni generara trabaja ya que únicamente se cambiara la temperatura del fluido de acuerdo a esto el balance de energía se obtiene igual a:

$$Q_{condensador} = \dot{m} \Delta H \frac{Q_{condensador}}{(h_2 - h_1)} = m_{fluido} \frac{Q_{condensador}}{(h_2 - h_1)} = m_{fluido}$$

$$\frac{C_p \Delta T}{(h_2 - h_1)} = m_{fluido} m_{fluido} = \frac{1,64 * (308 - 269)}{481,482 - 109,322} m_{fluido} = 0,17 \frac{Kg}{h}$$

Para calcular el COP, se necesita el trabajo que realiza el evaporador, con la disminución del volumen de vapor, con lo que se generará trabajo de compresión, por lo que el trabajo será calculado de acuerdo a la fórmula:

$$W_{condensador} = \dot{m} \Delta H W_{condensador} = 0,17 * (481,02 - 382,03)$$

$$W_{condensador} = 16,82 \text{ watt}$$

Con estos datos se calcula el coeficiente de poder refrigerante de acuerdo a la siguiente formula:

$$CPO = \frac{Q_{condensador}}{W_{condensador}} CPO = \frac{63,96}{18,62} CPO = 3,43$$

Se procede a calcular el ciclo termodinámico que se representa en el Gráfico 7, el cual describe un ciclo termodinámico que se muestra en el Gráfico 9 y que será la base de cálculos para todos los factores termodinámicos que se presenten en el ciclo.

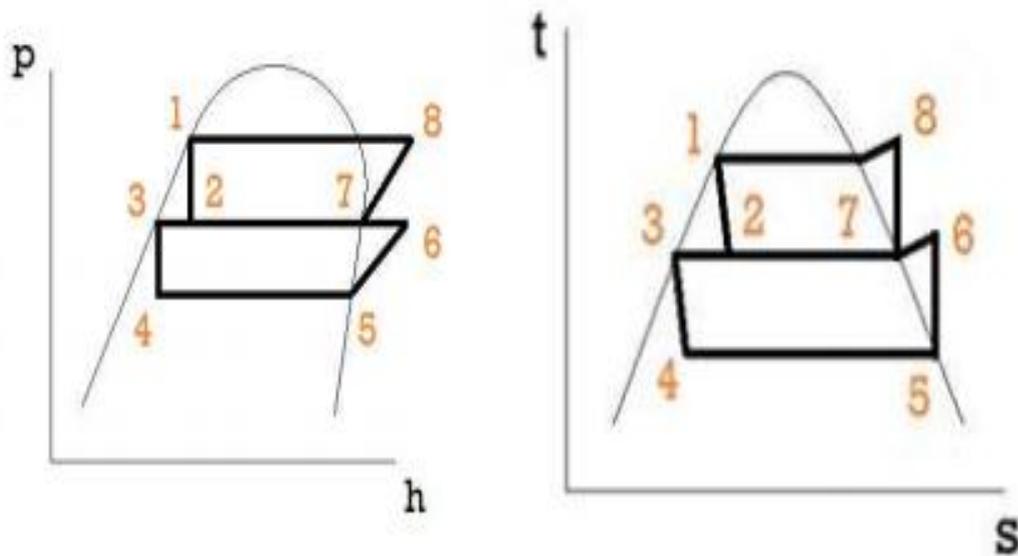


Gráfico 10. Ciclo termodinámico descrito por la disposición b) en el prototipo mecánico

Para conocer las distintas etapas del ciclo termodinámico, en el cuadro 5 se detallan las condiciones de temperatura y entalpía que tendrá el fluido de refrigeración para cumplir con lo establecido, y lograr la refrigeración de las pieles, es por ello que se debe detallar todos los factores físico-químicos que tendrán lugar en el fluido de refrigeración, con esto se podrá calcular el COP comparando el trabajo realizado por el ciclo termodinámico en comparación con el calor que se establece para que el ciclo de Carnot inverso no tenga problemas en ejecutarse, con esto se calculara el rendimiento total del ciclo y se podrá determinar que tan bien estuvieron distribuidos cada uno de los equipos mecánico para el normal funcionamiento del ciclo termodinámico, con lo que se lograra entender los fenómenos que ocurren durante el tiempo de operación en la piel y se lograra controlar todos los parámetros para una adecuada conservación.

Cuadro 10. CONDICIONES DE OPERACIÓN DEL FLUJO REFRIGERANTE CON LA DISPOSICIÓN B) DENTRO DE LA CÁMARA DE REFRIGERACIÓN DEL PROTOTIPO MECÁNICO

| Estado | Presión (MPa) | Entalpia ($\frac{KJ}{Kg}$) | Temperatura ($^{\circ}C$) | Fuente |
|--------|---------------|------------------------------|-----------------------------|---------------------|
| 1 | 1,61 | 249,50 | 35 | Tablas |
| 2 | 0,613 | 249,50 | 0 | h1=h2 |
| 3 | 0,613 | 198,92 | 0 | Tablas |
| 4 | 0,54 | 198,92 | -4 | h3=h4 |
| 5 | 0,54 | 193,54 | -4 | Tablas |
| 6 | 0,72 | 370 | 5,30 | Diagrama de Moiller |
| 7 | 0,54 | 365,18 | -4 | Tablas |
| 8 | 2,05 | 393 | 51 | Diagrama de Moiller |

Fuente: Calet, O. (2009).

Este ciclo se evalúa con un estanque enfriador intermedio tipo abierto, para obtener la presión del enfriador intermedio en favor del evaporador se realiza el siguiente cálculo:

$$P_{enfrr} = \sqrt{P1 * P4} \quad P_{enfrr} = \sqrt{1,61 * 0,64}$$

$$P_{enfrr} = 0.93 \quad T = 14,13^{\circ}C$$

Para calcular la masa que está presente en el circuito se realiza un balance de energías en el enfriador intermedio:

$$\sum Entran = \sum Sale$$

Las energías que salen y entran de acuerdo al Gráfico 11, para el enfriador intermedio se tiene:

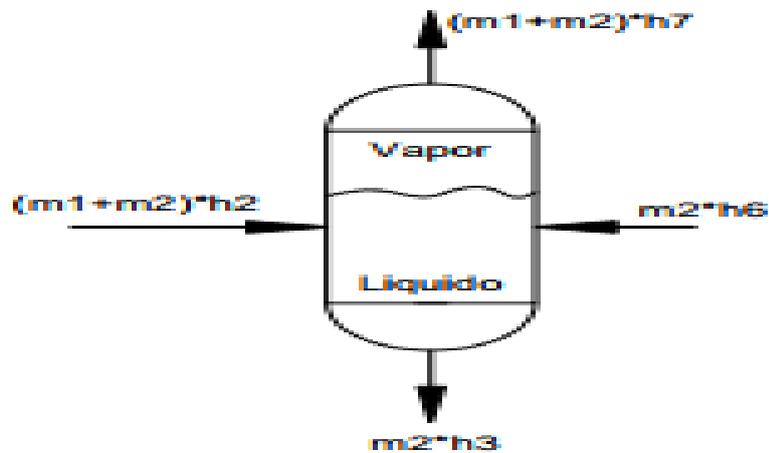


Gráfico 11. Flujos de entrada y salida de energía en el enfriador intermedio dentro del prototipo mecánico

Aplicando el balance de energía se tiene:

$$(m_1 + m_2) \cdot h_2 + (m_2) \cdot h_7 = (m_2) \cdot h_3 + (m_1 + m_2) \cdot h_7$$

$$h_2 * m_1 - m_1 * h_7 = -m_2 * h_2 + m_2 * h_7 + m_2 * h_3 + m_2 * h_6$$

$$m_1 * (h_2 - h_7) = m_2 * (+h_2 - h_3 + h_7 - h_6)$$

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{h_7 - h_2}{h_2 - h_3 + h_7 - h_6}$$

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{365,18 - 249,50}{249,50 - 198,92 + 365,18 - 370}$$

$$\frac{m_1}{m_2} = 2,52$$

$$Q_{\text{condensador}} = m_2 * (h_2 - h_3)$$

$$\frac{C_p \Delta T}{(h_2 - h_3)} = m_2$$

$$\frac{1,64 * (308 - 273)}{(249,50 - 198,92)} = m_2$$

$$m_2 = 1,13 \frac{Kg}{h} * \frac{1 h}{60} \quad m_2 = 0,018 \frac{Kg}{s} \quad m_1 = 2,52 * m_2 \quad m_1 = 2,52 * 0,018$$

$$m_1 = 2,86 \frac{Kg}{h} \quad m_{total} = m_1 + m_2$$

$$m_{total} = 2,86 + 1,13 \quad m_{total} = 3,99 \frac{Kg}{h} * \frac{1 h}{60 s} \quad m_{total} = 0,06 \frac{Kg}{s}$$

Para poder calcular el COP, se tiene que calcular el trabajo de los compresores, para lo cual se utiliza las siguientes ecuaciones:

$$W_{compresor-1} = m_2 * (h_2 - h_3)$$

$$W_{compresor-1} = 0,018 * (249,50 - 198,92)$$

$$W_{compresor-1} = 0,91 \text{ watt}$$

$$W_{compresor-2} = m_{total} * (-h_7 + h_8)$$

$$W_{compresor-2} = 0,06 * (393 - 370)$$

$$W_{compresor-2} = 1,38 \text{ watt}$$

$$W_{total} = W_{compresor-1} + W_{compresor-2}$$

$$W_{total} = 0,91 + 1,38$$

$$W_{total} = 2,29 \text{ KW}$$

Con estos datos calculamos el coeficiente de operación que será igual a:

$$CPO = \frac{Q_{condensador}}{W_{condensador}} \quad CPO = \frac{1,82}{2,29} * 100 \quad CPO = 79,48\%$$

De acuerdo con esto el resultado que más se ajusta a la disposición de materiales y al rendimiento del proceso de refrigeración es la disposición 2, por lo cual se escoge esta disposición y con la cual la refrigeración tendrá un rendimiento igual a 79,48%, además de que las pieles alcanzaran una temperatura final igual a -4°C que lograra la conservación ideal de las pieles.

4. Selección de los compresores y del evaporador

a. Selección del evaporador

El evaporador es un equipo destinado a enfriar el interior de un recinto, mediante la absorción de calor del mismo, utilizando para ello la vaporización de un líquido refrigerante. Se trata de un intercambiador de calor que, en función de la capacidad requerida, necesita una determinada superficie de intercambio. El evaporador es el elemento que proporciona finalmente la temperatura necesaria para la conservación de los productos, mediante el cambio de fase en su interior, de un líquido refrigerante, a una presión y temperatura dada.

Condiciones de operación:

Cámara: 2290 W Potencia, sin considerar el tiempo de operación (18 h/día)

Condición Interior: 0° C y 90% de humedad relativa Refrigerante R404a

Temperatura de evaporación -25 °C

El factor de corrección se muestra en el Gráfico 12.

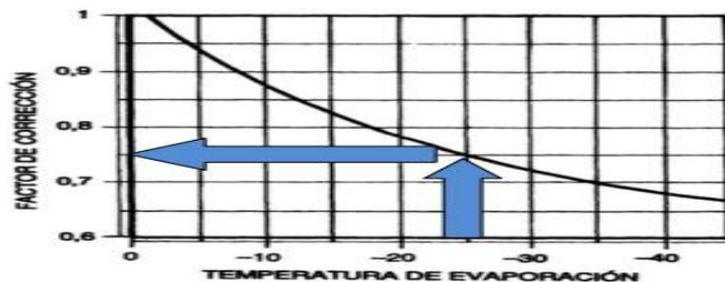


Gráfico 12. Obtención del factor de corrección

Factor de corrección= 0,75

Con el factor de corrección para la selección de la potencia del evaporador será igual a

$$\text{Capacidad Nominal} = \frac{W_{\text{condiciones de operacion}}}{\text{Factor de corrección}}$$

$$\text{Capacidad Nominal} = \frac{1,82}{0,75} \quad \text{Capacidad Nominal} = 2,43 \text{ KW}$$

b. Selección del compresor

Para seleccionar los compresores se tiene, que calcular primero la relación de compresión de los mismos que se calcula de acuerdo a la fórmula:

$$R_c = \frac{P_{salida}}{P_{entrada}}$$

Compresor de presión baja

$$R_c = \frac{P_2}{P_4} \quad R_c = \frac{0,61}{0,54} \quad R_c = 1,13$$

Compresor de presión alta

$$R_c = \frac{P_1}{P_2} \quad R_c = \frac{1,61}{0,61} \quad R_c = 2,64$$

Se calcula el rendimiento volumétrico de acuerdo a la formula

$$n_{vc} = 1 + c - c * \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{1}{n}}$$

Donde:

N_{vc} : rendimiento volumétrico

c : Factor de espacio muerto, que según bibliografía varía entre 4-6%, para la presente investigación se escoge el 5%

n : "Exponente poliprotico", que se calcula de acuerdo a la fórmula:

$$\ln\left(\frac{T_2}{T_1}\right) = \frac{n-1}{n} \ln\left(\frac{P_2}{P_1}\right) \quad \frac{n-1}{n} = \frac{\ln\left(\frac{T_2}{T_1}\right)}{\ln\left(\frac{P_2}{P_1}\right)} = A$$

A debe ser menor a 1, pro lo que se tiene

$$\frac{n-1}{n} = A n - 1 = A * n A = \frac{n-1}{n}$$

Se calcula A para el primer compresor que será igual a:

$$\frac{\ln\left(\frac{273}{308}\right)}{n} = A \ln\left(\frac{0,613}{1,61}\right) A = 0,12$$

Se calcula n:

$$A = \frac{n-1}{n} 0,12 * n = n - 1 n = 1,14$$

con este valor se calcula el rendimiento volumétrico:

$$n_{vc} = 1 + 0,05 - 0,05 * \left(\frac{0,612}{1,61}\right)^{\frac{1}{1,14}} n_{vc} = 93,28$$

Ahora se calcula el número real de potencia que se deben establecer para cada uno de los dos compresores de acuerdo a la estimación de potencia, que se muestra en el Cuadro 11.

Cuadro 11. ESTIMACIONES DE RENDIMIENTO

| $\frac{P_2}{P_1}$ | $n_{vc}(\%)$ | $n_i(\%)$ | $n_m(\%)$ | $n_c(\%)$ |
|-------------------|--------------|-----------|-----------|-----------|
| 2 | 0,93 | 0,84 | 85-93 | 85-90 |
| 4 | 0,96 | 0,86 | 85-93 | 85-90 |
| 6 | 0,59 | 0,47 | 85-93 | 85-90 |

Fuente: Calet, O. (2009).

C. EVALUACIÓN DE LAS RESISTENCIA FÍSICAS DE LAS PIELES UTILIZANDO EL PROTOTIPO MECÁNICO DE REFRIGERACIÓN MEDIANTE PLACAS PARA LA CONSERVACIÓN DE PIELES MENORES

1. Resistencia a la tensión

Los valores medios reportados por la resistencia a la tensión de las pieles de conejo y de cuy reportaron diferencias estadísticas ($P > 0,05$), por efecto de la refrigeración en el prototipo mecánico de la Facultad de Ciencias Pecuarias, considerándose una tensión media de $1059,24 \text{ N/cm}^2$ y de $1190,64 \text{ N/cm}^2$; al tratarse de pieles de cuy y de conejo respectivamente con un error típico de 96,21 y 102,08, para cada uno de los casos mencionados, y sobre una mediana de $1229,49 \text{ N/cm}^2$ para las pieles de conejo que registraron mejores resultados de resistencia a la tensión en comparación de las pieles de cuy que reportaron medianas de $1041,90 \text{ N/cm}^2$, es decir que al refrigerar las pieles de conejo se consigue una mejor conservación de la fibra de colágeno de manera que al realizar la curtición los resultados son satisfactorios.

Lo que es corroborado según lo expuesto por la casa química INDOQUIMICA (2017), quien manifiesta que en el animal vivo, la piel está protegida de las bacterias externamente por las capas córneas de la epidermis e internamente por sistemas de defensa puestos en acción al ser vencida la resistencia de las capas externas. Después de la muerte del animal, los medios de defensa interna dejan de actuar quedando la piel sujeta a la acción, microorganismos y a la actividad de enzimas del propio tejido que constituye la piel, Enseguida se procede a desollar al animal, es decir, retirar su piel mecánicamente. Al ser desprendida la piel se encuentra libre de bacterias en la superficie que estaba unida al cuerpo (lado carne), pero se contaminará de en general al entrar en contacto con otras pieles y con el suelo. También es importante considerar que entre 26 y $30 \text{ }^\circ\text{C}$, temperatura que puede tener una piel recientemente extraída, las bacterias comienzan a atravesar la piel desde el lado carne ya en las primeras 4 – 5 horas para penetrar totalmente una piel de oveja en 12 – 14 horas y una bovina en 22 – 24 horas.

Para conservar la piel en buenas condiciones debería eliminarse el exceso de grasa e inclusive realizarse un descarnado en verde; este representa un 10% sobre el peso de la piel y es una mejora formación de agujeros en la piel y su completa importante para la conservación de degradación. Un mecanismo utilizado es la refrigeración de la piel que permite el descenso de la temperatura en forma gradual, hasta el punto de inhibición de los microorganismos que debilitan el tejido interfibrilar y no permitir el ingreso de los productos químicos que intervienen en la transformación de piel en cuero, por lo tanto al existir una buena refrigeración se consigue el adecuado rigor mortis o maduración de la piel para que se conserve fresca y no existan daño autolítico: Separación de fibras, cuero con más quiebre, y menor resistencia la tensión.

Cuadro 12. EVACUACIÓN DE LAS RESISTENCIAS FÍSICAS DE LAS PIELES UTILIZANDO EL PROTOTIPO MECÁNICO DE REFRIGERACIÓN MEDIANTE PLACAS PARA LA CONSERVACIÓN DE PIELES MENORES

| ESTADÍSTICAS | Resistencia a la tensión, | | Porcentaje de elongación, | | Lastometría, mm. | |
|---------------------------|---------------------------|----------|---------------------------|--------|------------------|--------|
| | Cuy | Conejo | Cuy | Conejo | Cuy | Conejo |
| Media | 1059,24 | 1190,64 | 44,38 | 43,75 | 6,25 | 6,50 |
| Error típico | 96,21 | 102,08 | 1,57 | 1,61 | 0,26 | 0,12 |
| Mediana | 1041,90 | 1229,49 | 45,00 | 43,75 | 6,27 | 6,51 |
| Moda | - | - | 45,00 | - | - | - |
| Desviación estándar | 192,42 | 204,15 | 3,15 | 3,23 | 0,51 | 0,23 |
| Varianza de la muestra | 37026,50 | 41677,67 | 9,90 | 10,42 | 0,26 | 0,05 |
| Curtosis | -4,65 | 1,56 | 2,23 | -1,20 | -5,56 | -4,88 |
| Coefficiente de asimetría | 0,20 | -1,04 | -1,13 | 0,00 | -0,06 | -0,12 |
| Rango | 388,48 | 482,14 | 7,50 | 7,50 | 0,98 | 0,47 |
| Mínimo | 882,35 | 910,71 | 40,00 | 40,00 | 5,74 | 6,25 |
| Máximo | 1270,83 | 1392,86 | 47,50 | 47,50 | 6,72 | 6,72 |
| Cuenta | 4236,98 | 4762,55 | 177,50 | 175,00 | 25,00 | 25,98 |
| Prueba t | 0,19 | ns | 0,24 | Ns | 0,21 | Ns |

Fuente: Calet, O. (2009).

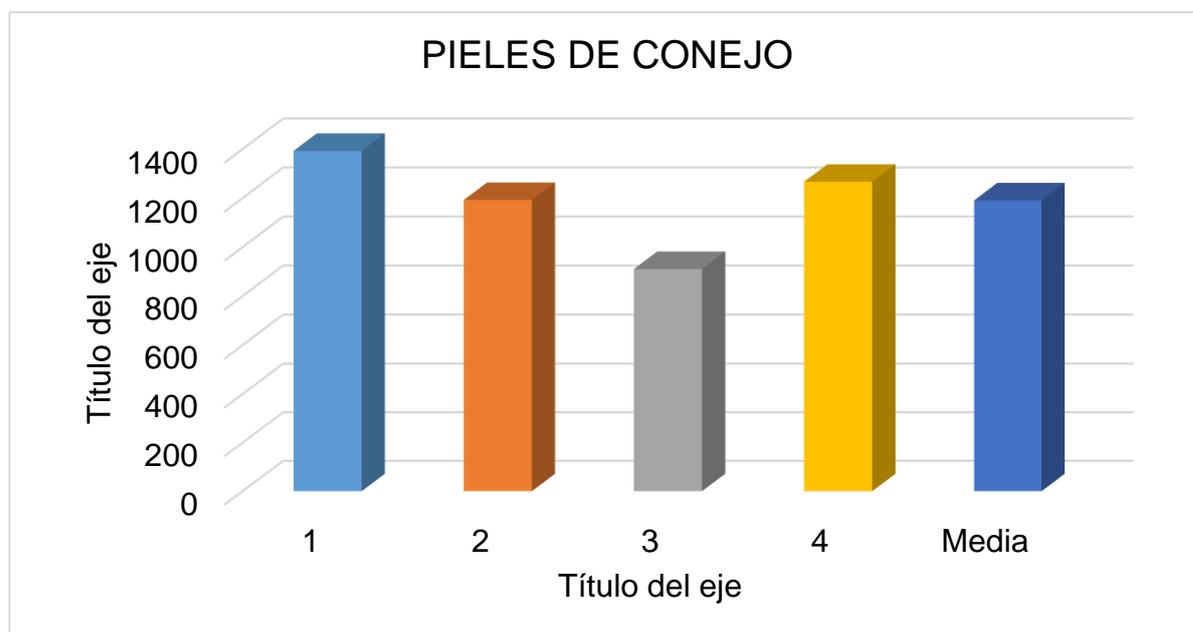
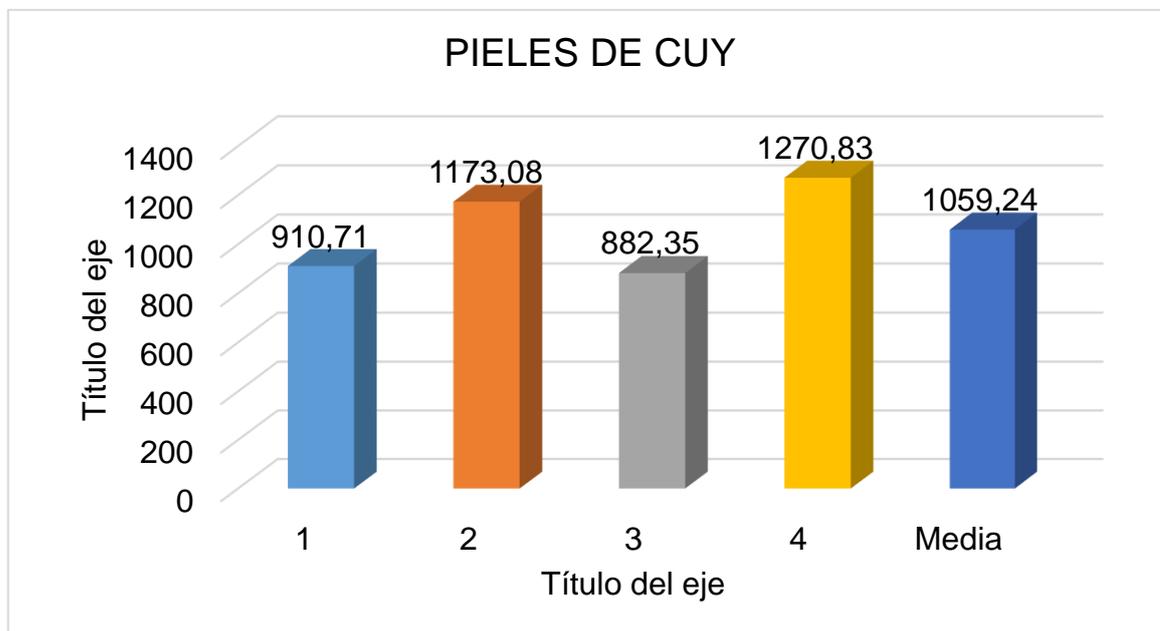


Gráfico 13. Comportamiento de la resistencia a la tensión de las pieles utilizando el prototipo mecánico de refrigeración mediante placas para la conservación de pieles menores.

Los valores expuestos cumplen con las normativas de la Asociación Española del Cuero que en su norma técnica IUP 8 (2002), infiere como mínimo permisible de 800 a 15000 N/cm²; y que valores inferiores representan pieles que se rompen fácilmente sobre todo tomando en cuenta las pieles menores tienen una estructura fibrilar muy fina y delicada y que puede romperse fácilmente al ser sometidas a fuerzas multidireccionales externa.

Los resultados son similares a los expuestos por Villa, V. (2016), quien al realiza la curtición de pieles de conejo en estado fresco con 16% de curtiente mimosa reporto medias de resistencia a la tensión de 1417,81 N/cm², es decir que la refrigeración de las pieles menores no desmejora sus resistencias físicas

2. Porcentaje de elongación

La evaluación estadística del porcentaje de elongación no reporto diferencias estadísticas de acuerdo a la prueba t' student, estableciéndose la elongación más alta en las pieles de cuy con valores medios de 44,38 %, un error típico de 1,57 y una mediana de 45% al igual que el valor que más se repite o moda mientras tanto que en las pieles de conejo se registró una media más baja y que fue de 43,75% ; un error típico de 1,61 y una mediana de 43,75, sin existir moda es decir ningún valor de porcentaje se repite. Por lo tanto se considera al utilizar el prototipo mecánico de refrigeración de las pieles no existe influencia sobre el tipo de piel sea este de conejo o de cuy validando el funcionamiento del mencionado equipo que puede ser utilizado para cualquier tipo de pieles.

Lo que es corroborado según Soler, J. (2005), , quien menciona que mantener una buena temperatura de refrigeración en el centro de la piel es fundamental para asegurar una correcta conservación, pero si no aplicamos ningún método de conservación una vez muerto y desollado el animal, se producen efectos negativos es decir un método biológico normal de deterioro de la piel, como material proteico que es, será susceptible de descomponerse en un proceso que

presenta varias etapas que se desarrollan a una velocidad que dependerá de las condiciones de temperatura y humedad del ambiente. (Gráfico 14).

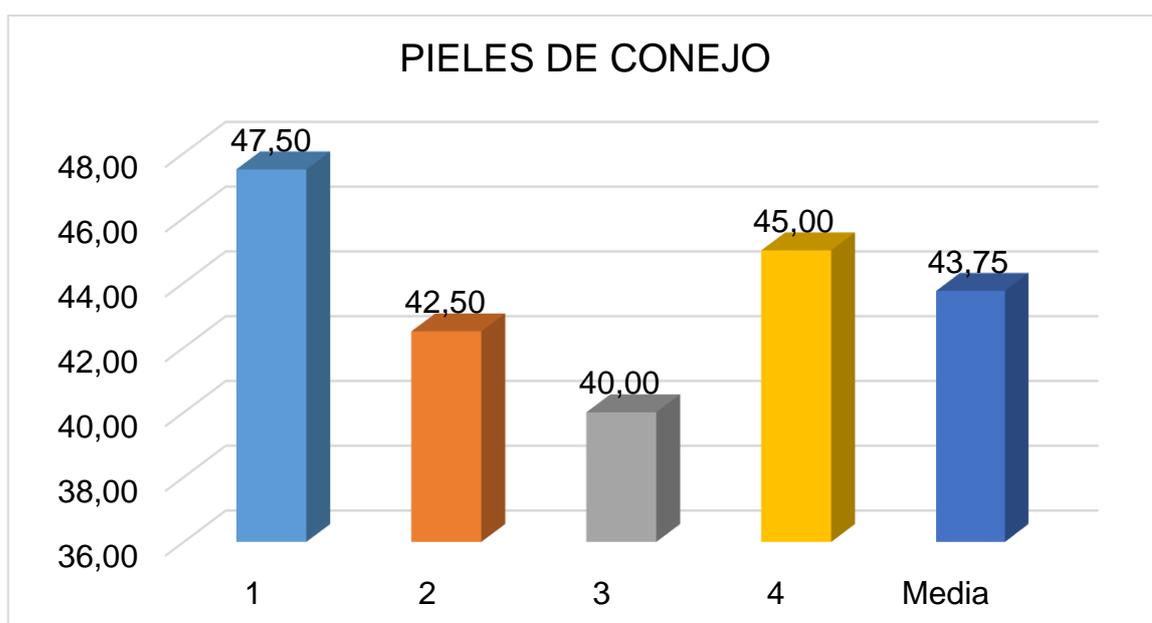
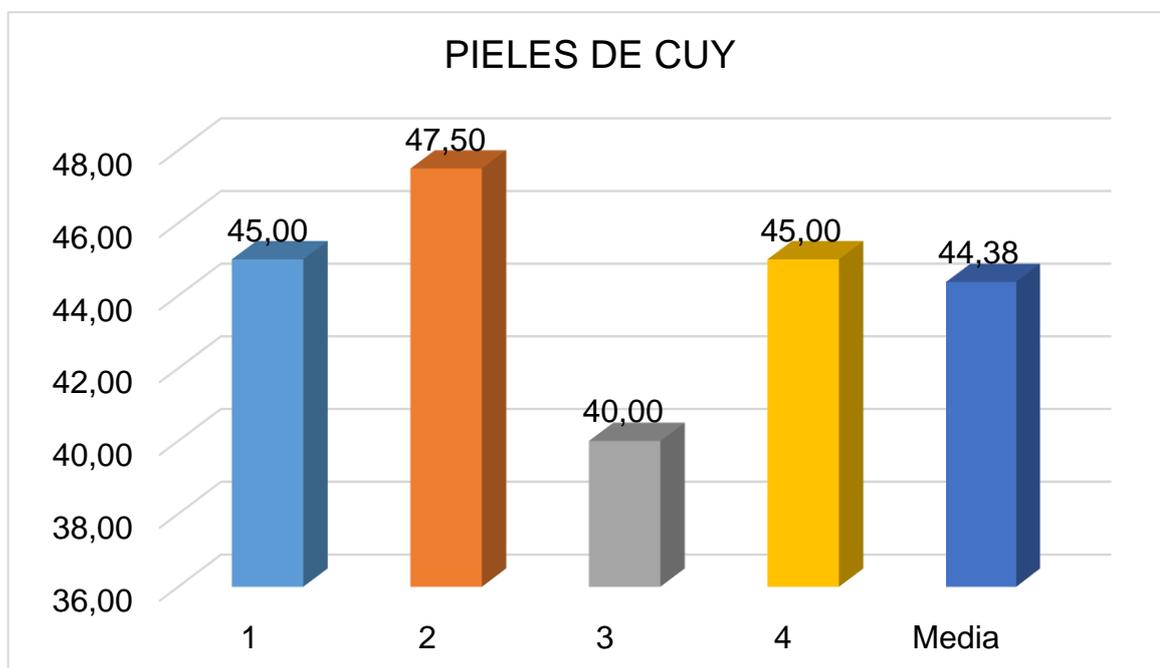


Gráfico 14. Comportamiento de la resistencia a la tensión de las pieles utilizando el prototipo mecánico de refrigeración mediante placas para la conservación de pieles menores.

Cuando no se produce una buena refrigeración puede presentarse el desprendimiento del pelo, picado de la flor, soltura de flor, disminución de las propiedades de resistencia, hasta la formación de agujeros en la piel y su completa degradación, y sobre todo no ingresaran los productos químicos para la transformación de piel en cuero de manera que las resistencias físicas se verán afectadas y el momento de realizar el estirado de la piel sea en el momento de la confección o del uso se rompan fácilmente produciéndose, descendiendo la calidad de la piel. Por lo que es necesario la refrigeración de la piel para permitir su correcta conservación que aunque resulta un método más alto económicamente a calidad de la piel se mejora significativamente.

Los resultados expuestos cumplen con las exigencias de calidad de la Asociación Española del Cuero que es el organismo que regenta los límites en los que se deben encontrar las diferentes resistencias físicas del cuero y que para el caso del porcentaje de elongación es la norma técnica IUP 8 (2002), donde se manifiesta que el cuero debe presentar entre 40 a 80% antes de producirse el primer daño en la superficie del cuero al ser alargado en los equipos propios de medición.

3. Lastometría

El análisis de las estadísticas descriptivas de la resistencia física lastometría de las pieles no reportaron diferencias estadísticas por efecto de la congelación en el prototipo mecánico de congelación de pieles menores, determinándose las medias más altas en la piel de cuy con 6,50 mm, y que desciende a 6,25 en las de conejo mientras que error típico fue de 0,26 y 0,12 en los casos mencionados sin existir un valor que se repite es decir moda pero que la mediana fue de 6,51 mm, en las pieles de cuy y de 6,27 mm, en las pieles de conejo. Es decir que una mejor lastometría se consiguió al utilizar pieles de conejo que han sido refrigeradas en el prototipo mecánico.

Aseveraciones que son conformadas con lo expuesto por Ceirano, Z. (2016), quien manifiesta que El avance en el arte de preparar la piel acompaña los

cambios que experimenta el hombre como especie. Al comienzo éste aprendió como conservar las pieles por tratamiento con el humo del fuego o por medio del tratamiento con hojas secas o residuos vegetales. Poco a poco fue incorporando técnicas para que las pieles no sólo se conserven por más tiempo, sino también para otorgarles determinadas propiedades físico-mecánicas que aún mejoran su comportamiento en el uso. El empleo de cueros y peletería se fue difundiendo cada vez más en las civilizaciones y atendían necesidades civiles y militares, cabe mencionar que en su momento también se constituyó en el material idóneo donde escribir, los pergaminos: piel depilada con cal y secadas, sin embargo un sistema que es recomendable utilizar es la refrigeración de la pieles menores que permite que las fibras observen su gran resistencia para que al producirse el roce o fricción entre ellas o con cuerpos extraños no se provoque el deterioro y se rompan fácilmente sea en el momento de la confección o del uso diario ya que la piel al conservarse en su estado original tiene la capacidad de receptar todos los productos químicos hasta el interior de las fibras de colágeno. La lastometría mide la carga máxima que el cuero logra resistir antes de presentar una ruptura de la zona donde se está aplicando dicha carga. Esta variable de resistencia física es muy importante para proyectar la resistencia que presenta el artículo al momento tanto de la

Los resultados expuestos cumplen con las exigencias de la Asociación Española en la Industria del Cuero que de acuerdo a la norma IUF 450 (2002), infiere como límite de calidad un mínimo de lastometría de 7,5 mm, para considerarse cueros de buena calidad.

D. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL PROTOTIPO MECÁNICO DE REFRIGERACIÓN MEDIANTE PLACAS PARA LA CONSERVACIÓN DE PIELES MENORES.

1. Temperatura de refrigeración

Los valores medios de temperatura de refrigeración, determinaron diferencias estadísticas ($P < 0.05$), al conservar la piel de cuy vs de conejo en el prototipo

mecánico refrigeradora de pieles menores, debido a que las medias fueron de

3,75°C, para la piel de cuy y 3,88°C las de conejo, como se ilustra en el (Gráfico 14), con un error típico de 0,25°C y 0,13°C para el caso de la piel de cuy y de conejo respectivamente, el error típico es una medida de dispersión promedio de las desviaciones de los valores muestrales hacia su valor medio. Cuando el valor es pequeño significa que los datos son similares a su valor medio, lo contrario ocurre cuando el valor es más amplio. Los reportes de la mediana indican resultados de 4,0 °C, para la piel de cuy y de conejo, además existe valor que se repiten es decir se evidencio moda de 4 °C, para ambos casos, teniendo un valor de la desviación estándar de 0,50 °C, para la piel del cuy y de 0,25 °C, para la piel de conejo.

Cuadro 13. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL PROTOTIPO MECÁNICO DE REFRIGERACIÓN MEDIANTE PLACAS PARA LA CONSERVACIÓN DE PIELES MENORES.

| ESTADÍSTICAS | Temperatura | | Tiempo | |
|---------------------------|-------------|--------|--------|--------|
| | Cuy | Conejo | Cuy | Conejo |
| Media | 3,75 | 3,88 | 25,75 | 25,75 |
| Error típico | 0,25 | 0,13 | 0,25 | 0,25 |
| Mediana | 4,00 | 4,00 | 26,00 | 26,00 |
| Moda | 4,00 | 4,00 | 26,00 | 26,00 |
| Desviación estándar | 0,50 | 0,25 | 0,50 | 0,50 |
| Varianza de la muestra | 0,25 | 0,06 | 0,25 | 0,25 |
| Curtosis | 4,00 | 4,00 | 4,00 | 4,00 |
| Coefficiente de asimetría | -2,00 | -2,00 | -2,00 | -2,00 |
| Rango | 1,00 | 0,50 | 1,00 | 1,00 |
| Mínimo | 3,00 | 3,50 | 25,00 | 25,00 |
| Máximo | 4,00 | 4,00 | 26,00 | 26,00 |
| Cuenta | 4,00 | 4,00 | 4,00 | 4,00 |
| Prueba t | 0,34 | Ns | 0,00 | ** |

Según el Servicio Ecuatoriano de Normalización. (2015), para la conservación de piel, es necesaria la instalación de cámaras frigoríficas de conservación, un sistema de refrigeración se utiliza para mantener un espacio a una temperatura menor que la del entorno. La temperatura normal de trabajo de las cámaras de refrigeración para conservar pieles oscila entre 1 y 4°C. Lo que es corroborado según la información de Eduardo U. (2010), quien menciona que la temperatura de refrigeración de pieles es aquella donde se evita la formación de los cristales de hielo y estabiliza la condición líquida del agua, manteniendo las características de una piel fresca y sin conservación pero evitando el desarrollo bacteriano.

Además, Hidalgo, L. (2004) manifiesta que los fenómenos que se origina durante la refrigeración de las pieles es la formación de una fase sólida sistemáticamente organizada a partir de una solución, el proceso de conservación por refrigeración, La aplicación del frío es uno de los métodos para la conservación de las pieles por un tiempo más prolongado especialmente de animales menores .

El frío va a inhibir los agentes alterantes de una forma total o parcial. Las pieles, luego del desuello, si no son conservadas apropiadamente sufren alteraciones por el ataque de microorganismos presentes en el medio ambiente. Por lo tanto, si las pieles no son procesadas inmediatamente en la curtiembre es necesario presévalas para su adecuado almacenamiento. En la actualidad se está imponiendo el sobre enfriamiento. La ventaja de este método es que impide o retrasa el crecimiento de microorganismos patógenos y además no produce cristales de hielo. Es importante que la disminución de la temperatura no sea excesivamente rápida porque si no se producirá acortamiento por frío.

Ademas Ceirano, Z. (2016), indica que la degradación biológica (con diferentes grados de extensión), que sufren luego del desuello afecta la calidad de los cueros

que se elaboran con ellas. Cuando se inicia el proceso con una materia prima

(piel) alterada, la curtición no es la ideal, obteniendo un producto deficiente con la consecuente pérdida de valor, tanto de la materia prima como del cuero, por lo que es de gran utilidad mantener una cámara de refrigeración para conservar las pieles de especies menores, (Gráfico 15)

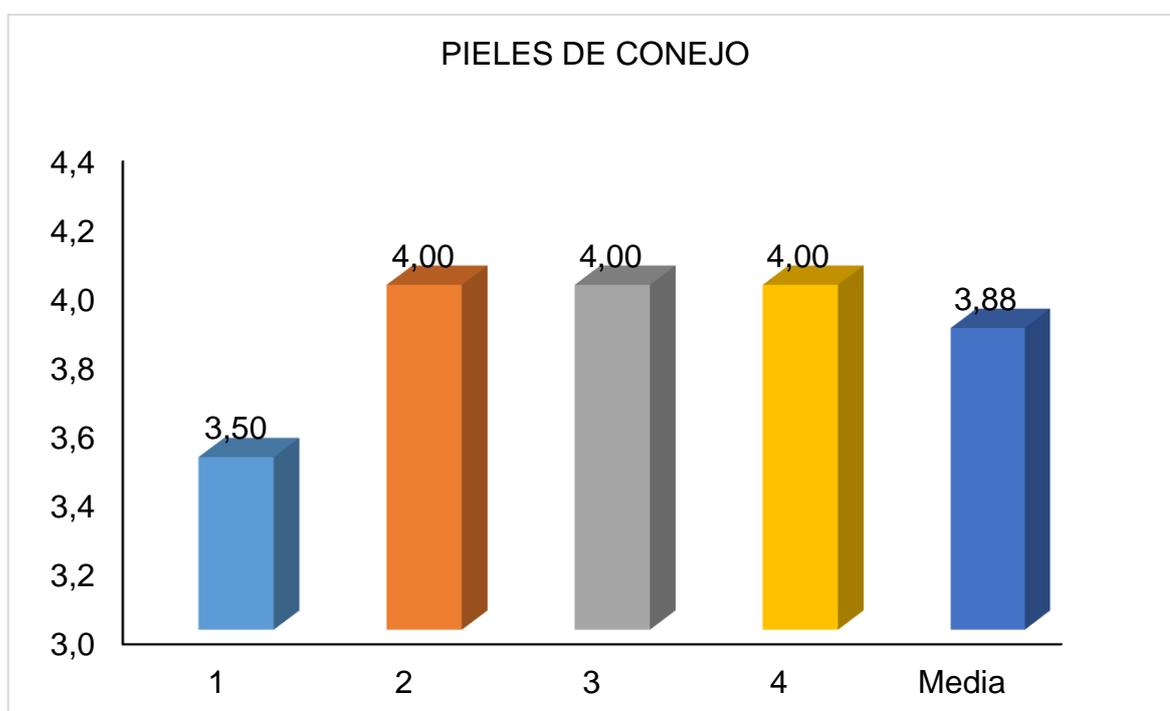
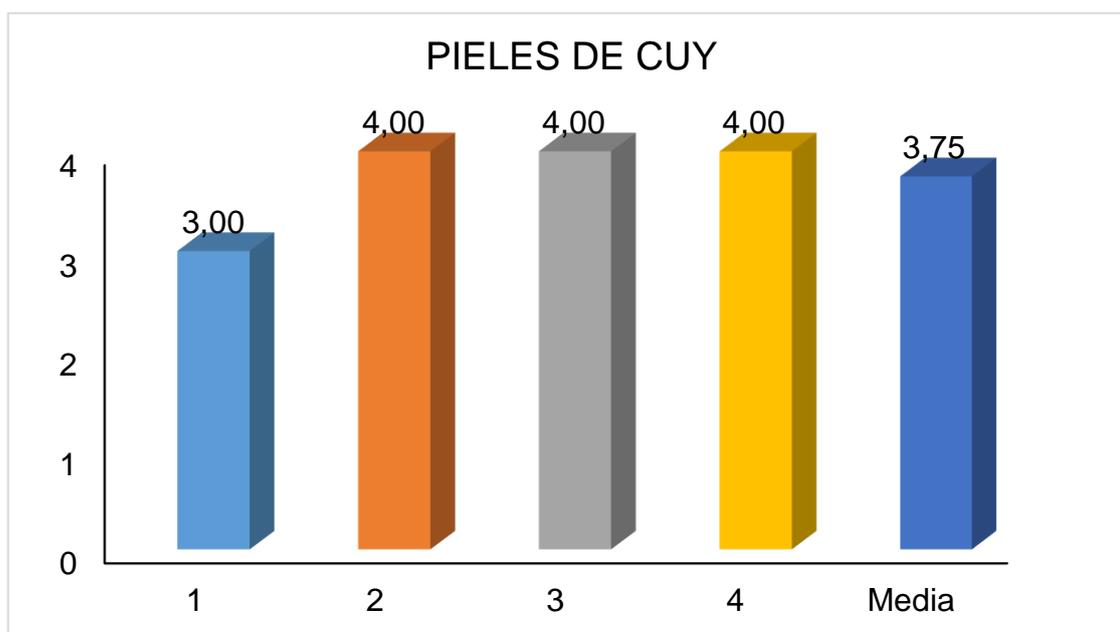


Gráfico 15. Comportamiento de la temperatura de refrigeración de las pieles utilizando el prototipo mecánico de refrigeración mediante placas para la conservación de pieles menores.

2. Tiempo de conservación

Para la determinación del tiempo de conservación, se tomaron 4 muestras de pieles de cuy y 4 de conejo para validar el prototipo mecánico de refrigeración, no se registraron diferencias estadísticas ($P < 0,05$), al comparar los dos tipos de pieles, con una media de 25,75, y un error experimental de 0,25 días, para el caso de la piel de cuy, y de conejo, además se reportó una mediana de 26,00 días, para la piel de cuy y de conejo, apreciando valores que se repiten es decir que existe una moda la misma que tiene un valor de 26,00 días. En lo que tiene que ver con las medidas de dispersión se aprecia una desviación estándar de 0,50 para ambos casos, como se ilustra en el gráfico 16.

Es decir que prototipo mecánico puede ser utilizados sin problema para cualquier tipo de pieles de animales menores, lo que es corroborado según la formación que nos brinda Cotance, A. (2004), quien indica que el tiempo de conservación de las pieles, es el lapso transcurrido desde el principio de la fase de pre-refrigeración hasta el tiempo que pueden estar las pieles en el equipo de refrigeración, depende, por una parte, de la temperatura a la que fue diseñado el equipo inicial y final, de la cantidad de calor a extraer, y por otra de las dimensiones (espesor), y forma que presente la piel, como de los parámetros de transmisión térmica. El proceso de refrigeración termina cuando la mayor parte del agua congelable se transforma en hielo en el centro térmico de la piel.

En la mayoría de casos la temperatura del centro térmico coincide en ese momento con la temperatura de almacenamiento. Si el producto se retira antes de ese momento resultará una refrigeración lenta en el centro del mismo y pérdida de la calidad en la piel congelada. Almacenar pieles insuficientemente enfriados podría perjudicar otros que se encuentren en el interior del prototipo. Como se puede observar tanto los valores estadísticos para la piel de cuy y la piel de conejo son similares se puede afirmar que el equipo conserva a la misma temperatura y por un lapso de tiempo similar dichas pieles, es decir por un periodo de 25,75 días, que es tolerable, ya que para realizar los respectivos procesos a la piel se requiere que se conserven en buenas condiciones.

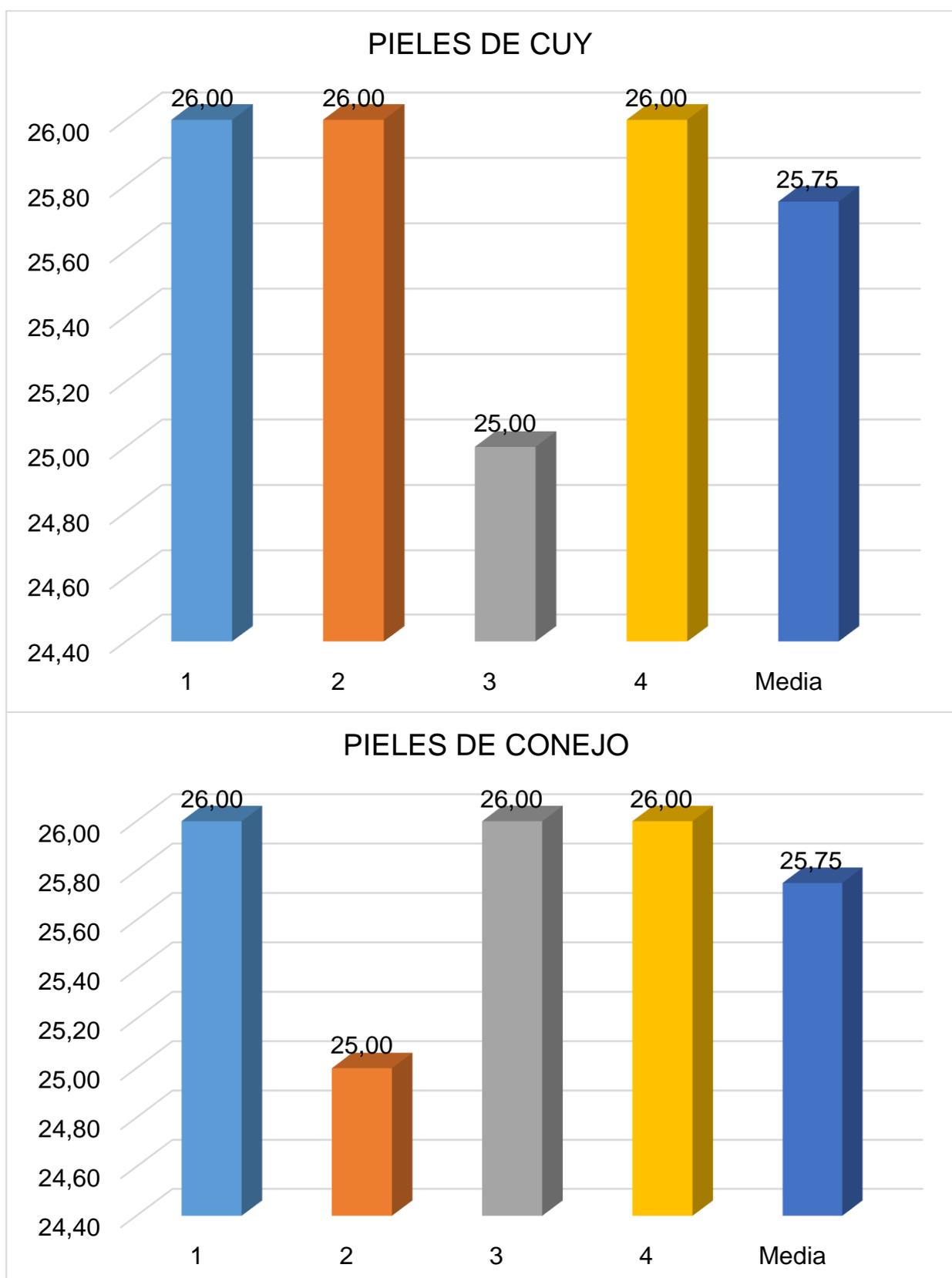


Gráfico 16. Comportamiento del tiempo de conservación de la piel utilizando el prototipo mecánico de refrigeración mediante placas para la conservación de pieles menores.

E. EVALUACIÓN DE LAS CALIFICACIONES SENSORIALES DE LAS PIELES UTILIZANDO EL PROTOTIPO MECÁNICO DE REFRIGERACIÓN MEDIANTE PLACAS PARA LA CONSERVACIÓN DE PIELES MENORES

1. Tacto

Los valores medios reportados por la variable sensorial tacto de la piel conservados en el prototipo mecánico refrigeradora de pieles menores de la Facultad de Ciencias Pecuarias, reportaron diferencias estadísticas, estableciéndose una media de 3,75 puntos para la piel de cuy y calificaciones de muy buena según la escala propuesta por Hidalgo, L. (2017), y 4,50 puntos la de conejo, y calificación excelente según la mencionada escala, como se ilustra en el gráfico 4, con un error típico de 0,25 para el primer caso y de 0,29 en el segundo caso, el error típico es una medida de dispersión promedio de las desviaciones de los valores muestrales hacia su valor medio. Cuando el valor es pequeño significa que los datos se ubican cercanos a su valor medio, lo contrario ocurre cuando el valor es amplio.

Los reportes de la mediana indican resultados de 4,00 puntos para la piel de cuy y 4,50 puntos para la de conejo, además existió respuestas que se repita es decir una moda de 4,00 puntos para la piel de cuy y 5,00 puntos para la piel de conejo, teniendo un valor de la desviación estándar de 0,50 para la piel de cuy y 0.58 para la piel de conejo es decir no hay diferencias entre dichos valores.

Al respecto Libreros, J. (2003), indica que el control de calidad en cuanto al tacto, depende, en gran parte, del número de extremidades libres de las fibras. Se ha comprobado experimentalmente que, bajo la influencia de la torsión para pieles de igual finura, las más largas tienen tendencia a penetrar en el interior del colágeno, mientras que las más cortas tienden a permanecer en la periferia. Por el contrario, en un conjunto de fibras de colágeno de gran dispersión de finura, las más finas migran hacia el interior mientras que las más gruesas y por lo tanto más largas y con menos extremidades libres se colocan hacia el exterior y en consecuencia presentarán un tacto más áspero en la piel. (Gráfico 17).

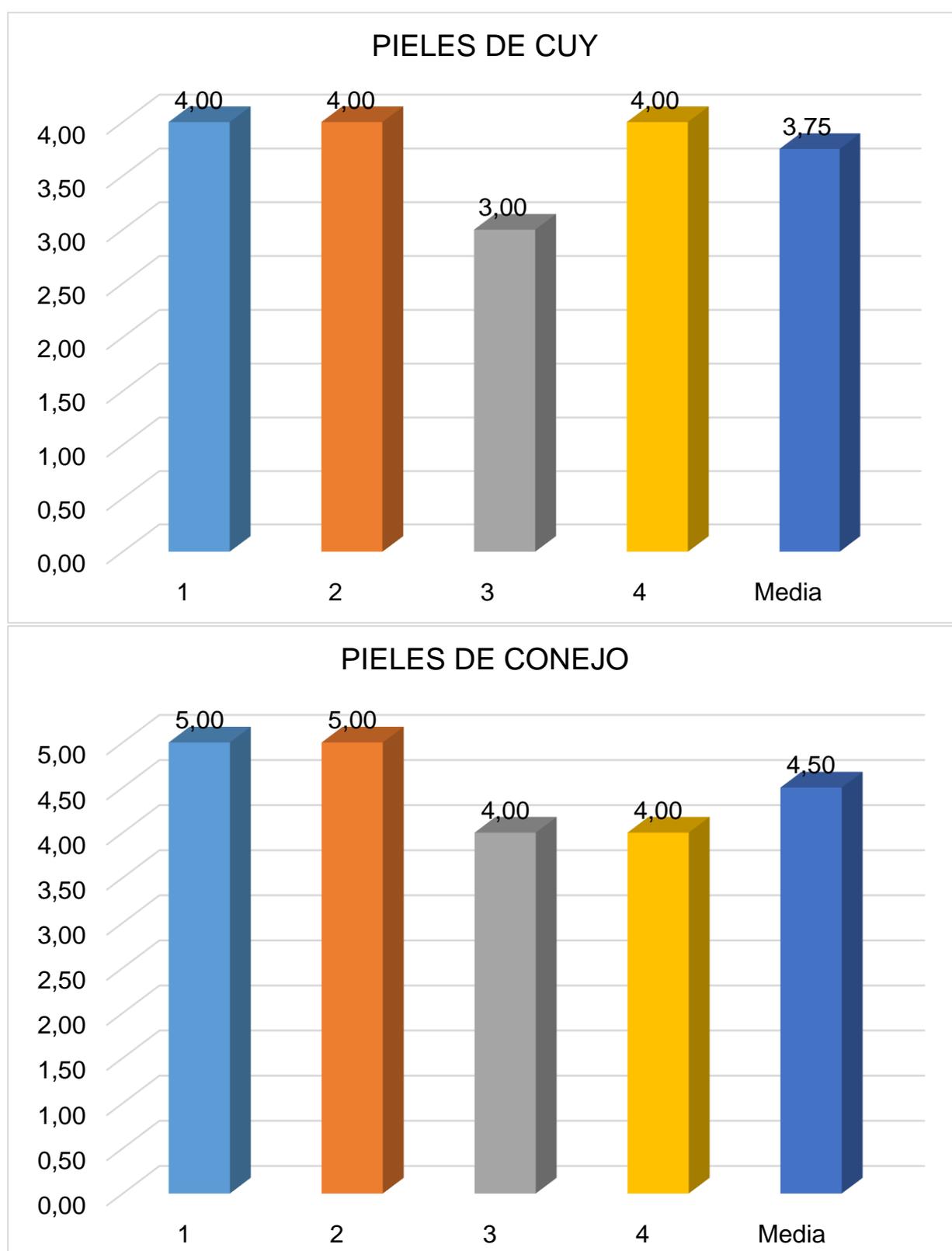


Gráfico 17. Comportamiento del tacto de las pieles utilizando el prototipo mecánico de refrigeración mediante placas para la conservación de pieles menores.

Lo que es corroborado según Carrizo, H. (2014), donde se indica que la piel presenta una gran variación de tacto, dependiendo del animal, la dieta, la sanidad y el clima. Estas características morfológicas influyen en la voluminosidad, carácter y estilo de la piel por lo tanto el momento de hacer una percepción con la palma de mano la sensación ira de agradable a áspera ya que en el pelo se pueden encontrar, a veces, fibras gruesas y rígidas con una médula o canal central, continuo o fragmentado, conteniendo restos de núcleos celulares y vesículas de aire. Se observó que al utilizar el prototipo mecánico, refrigeradora de pieles menores de la Facultad de Ciencias Pecuarias, las pieles de conejo tiene mejor tacto que la del cuy con un valor de 4,50 puntos mientras que la del cuy tiene un valor de 3,75. Además indica que la finura proporciona un mejor tacto a las pieles y tomando en cuenta la escala de calidad hecha por Hidalgo, L. (2004), podemos decir que 4,50; se aproxima a 5 puntos por lo tanto se considera que la piel de conejo tiene un excelente tacto mientras que la de cuy una calificación muy buena.

2. Llenura

La apreciación sensorial de la calificación de llenura determinó, diferencias estadísticas, por efecto de la conservación de las pieles menores en el prototipo mecánico de refrigeración de la Facultad de Ciencias Pecuarias, estableciéndose una media de 4,75 puntos para la piel de cuy y 3,50 puntos para la de conejo, y calificaciones de excelente y buena respectivamente según la escala propuesta por Hidalgo, L. (2017), como se ilustra en el gráfico 4, con un error típico de 0,25 para el primer caso y de 0,29 en el segundo caso, el error típico es una medida de dispersión promedio de las desviaciones de los valores muestrales hacia su valor medio.. Los reportes de la mediana indican resultados de 5,00 puntos para la piel de cuy vs 3,50 puntos en la piel de conejo, además existieron valores que se repiten en ambos casos es decir se evidencio moda la misma que tiene un valor de 5,00 para la piel de cuy y 4,00 la de conejo, también la respuesta de la desviación estándar fue de 0,50 para la primera piel y de 0,58 para la segunda piel, conociendo que la desviación estándar nos indica cuánto pueden alejarse los

valores respecto a la media, por lo tanto es útil para buscar probabilidades de la calidad de las pieles al ser refrigeradas en el prototipo mecánico.

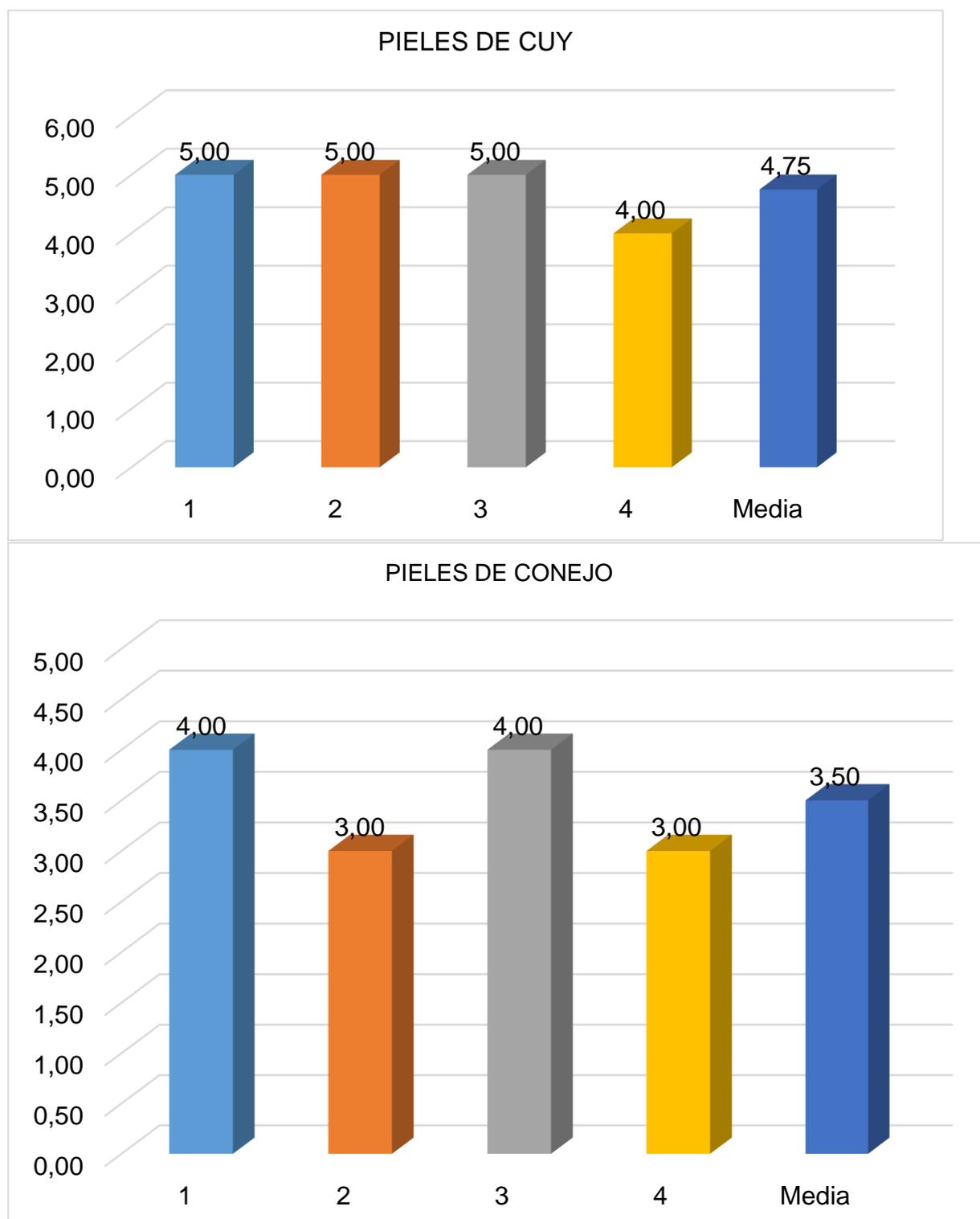


Gráfico 18. Comportamiento de llenura de las pieles utilizando el prototipo mecánico de refrigeración mediante placas para la conservación de pieles menores.

Cabe resaltar lo que manifiesta Marsal, F. (2009), quien reporta que la llenura es una característica sensorial del cuero substancial para la calidad, en vista de que la resistencia física, la homogeneidad de la forma, la estabilidad del diseño, la vida útil, entre otras están en función de esta medición sensorial, por lo que podemos afirmar que a valores más altos de llenura la calidad es mejor.

Stryer, L. (2005), manifiesta que otra forma de evaluar la calidad de las pieles es mediante la evaluación de las pruebas sensoriales, donde un experto califica los cueros y determina sus cualidades y le otorga respuestas a las características, en la valoración de la llenura se evalúa que cantidad de productos han ingresado al estar las fibras abiertas producto de una buena conservación en este caso refrigeración que ha logrado penetrar y que son convertidas mediante interacciones físicas, mientras más llenas se encuentren las pieles mayor ha sido la conversión del colágeno, pero hay que tener cuidado con esta características ya que la llenura puede afectar directamente a las pruebas físicas es decir no es óptimo que un cuero se encuentre muy lleno ya que disminuirá la resistencia a la tensión, también se perderá pietaje puesto que para disminuir la llenura de la piel se procede al descarnado y rebajado en donde mediante el efecto mecánico se elimina el exceso de piel en la flor pero genera pérdidas ya que los residuos no pueden ser utilizados de nuevo para curtir. La piel de cuy tratada en el prototipo mecánico, refrigeradora de pieles menores de la Facultad de Ciencias Pecuarias, tuvo una mejor llenura con un valor de 4,75, mientras que la de conejo tuvo un valor de 3,5.

En la evaluación de las medias reportadas por el análisis sensorial de llenura de las dos pieles, se aprecian calificaciones similares a las registradas por Caguana, M. (2011), quien reporto una calificación de 4,75 puntos y calificación de Excelente al utilizar 20% de quebracho sulfitado en la curtición de pieles frescas. Finalmente, al apreciar la llenura se puede afirmar que el proceso de conservación de pieles por refrigeración no incidió sobre la calidad de las pieles ya que los reportes antes indicados infieren una calificación de muy bueno y excelente que es un indicativo de una óptima calidad.

3. Blandura

En la determinación de la blandura utilizando el prototipo mecánico, refrigeradora de pieles menores de la Facultad de Ciencias Pecuarias, se registraron diferencias estadísticas, determinándose una media de 3,50 puntos para la piel de cuy y de 4,50 puntos para la piel de conejo; es decir existe un cambio sustancial en la calidad de las pieles, como se indica en el Gráfico 19, además continuando con la estadística descriptiva se observa un valor del error típico de 0,29 para los dos casos en estudio, es decir que la dispersión de los datos en relación a la media es amplia, por lo tanto se aprecia que los resultados no fueron homogéneos, además podemos indicar un valor de la mediana de 3,50 puntos, para la piel de cuy y 4,50 3,50 puntos, para la de conejo, por lo tanto se afirma que una mayor blandura se consigue al refrigerar las pieles de conejo.

Al respecto Lacerca, M. (2003), menciona que la blandura es la capacidad que tiene el cuero para que al ser sometido a repetidos dobleces regresar a su estado original, es decir la flexibilidad que presenta la piel al doblarse bajo la acción de su propio peso infiriendo que cuando la blandura es mejor esta acción es más rápida, para lo que se utiliza los sentidos del tacto y de la vista, ya que se observará la deformación y se realizara la determinación de la sensación que provoca al regresar a su estado inicial. La luz influye en la oxidación, principalmente de las grasas. Las cámaras de refrigeración permanecen ha oscuras para evitar la oxidación, principalmente de las grasas.

Los resultados son similares al compararlos con las calificaciones de blandura de Caguana, M. (2012), quien al evaluar las calificaciones sensoriales de las pieles de cuy para peletería media curtida con diferentes niveles, (15%, 17,5% y 20%) de tanino vegetal quebracho ATS registró ponderaciones de 4,56 puntos es decir que la conservación por refrigeración no influye sobre la calidad de las pieles, s como de Jácome, J. (2016), quien al realizar la evaluación de las calificaciones sensoriales de las pieles de conejo curtidas con diferentes niveles de sulfato de aluminio en combinación con 4% de granofín F 90, reporto calificaciones de 5 puntos al utilizar 6% de sulfato de aluminio. (Gráfico19).

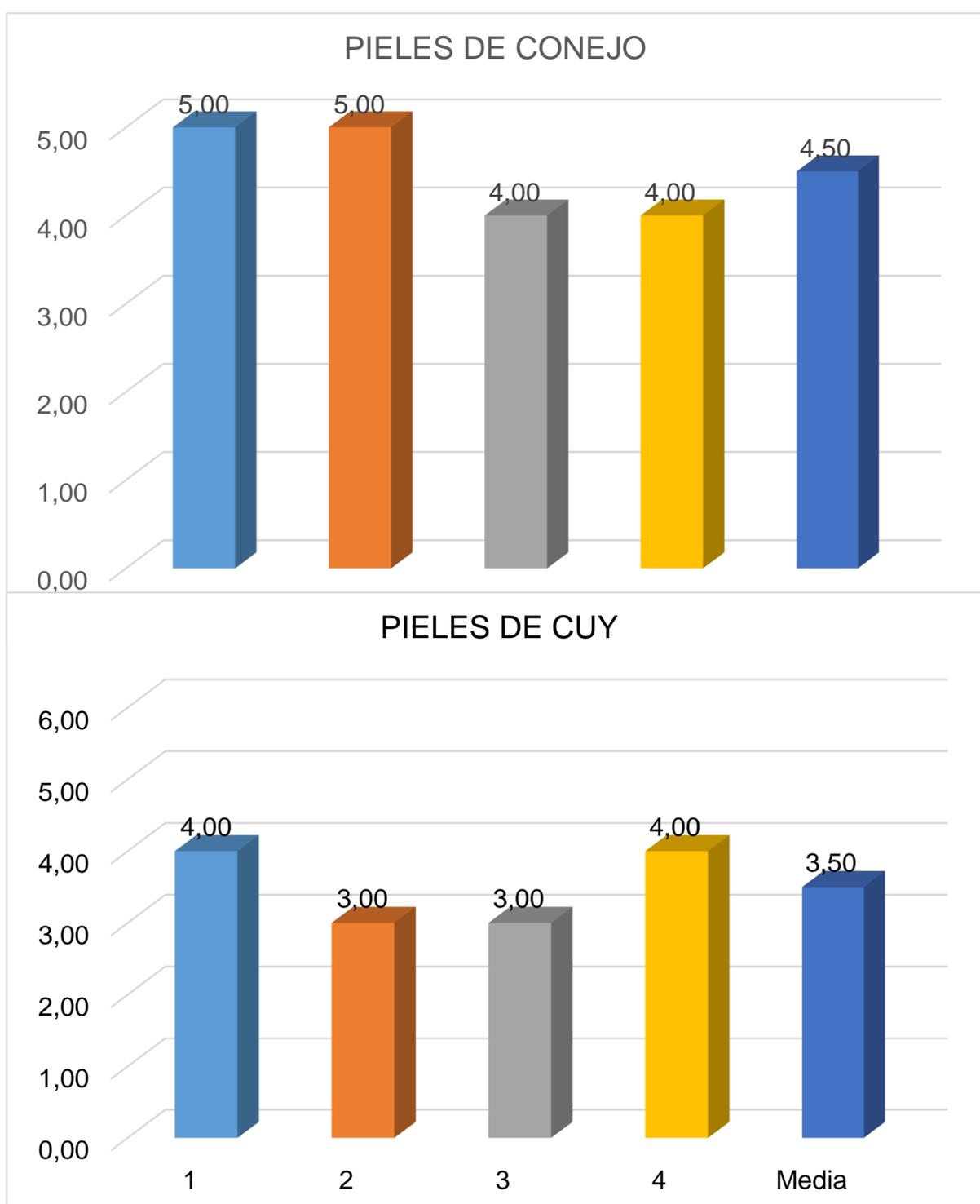


Gráfico 19. Comportamiento de blandura de las pieles utilizando el prototipo mecánico de refrigeración mediante placas para la conservación de pieles menores.

4. Eficiencia

Para la determinación de la eficiencia del prototipo mecánico, refrigeradora de pieles menores de la Facultad de Ciencias Pecuarias, se tomó las medidas de evaluación temperatura de refrigeración, como nos indica el Cuadro 14.

Cuadro 14. VALORES EXPERIMENTALES DE LA TEMPERATURA DE REFRIGERACIÓN, EN EL PROTOTIPO MECÁNICO, REFRIGERADORA DE PIELES MENORES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

| PRUEBAS | VALOR DESEADO | VALOR OBTENIDO |
|----------|---------------|----------------|
| 1 | 4,50 | 3,00 |
| 2 | 4,50 | 4,00 |
| 3 | 4,50 | 4,00 |
| 4 | 4,50 | 4,00 |
| 5 | 4,50 | 3,50 |
| 6 | 4,50 | 4,00 |
| 7 | 4,50 | 4,00 |
| 8 | 4,50 | 4,00 |
| Promedio | 4,50 | 3,81 |

Fuente: Estación Agrometeorológica de la F.R.N. de la ESPOCH (2016).

$$Eficiencia\ del\ prototipo = \frac{Resultado\ Observado}{Resultado\ esperado} \times 100$$

$$Eficiencia\ del\ prototipo = \frac{3,81}{4,50} \times 100$$

$$Eficiencia\ del\ prototipo = 84,62$$

La información que menciona Frankel, A.(2009), indica que la eficiencia se da cuando se utilizan menos recursos para lograr un que las pieles se conserven sin que estas pierdan sus propiedades físicas, o al contrario, cuando se logran más objetivos con los mismos o menos recursos es por ello que se sometió a un análisis de eficiencia, los equipos de refrigeración que se utilizan para la conserva

de pieles debe tener una eficiencia ente el 75%-90%, con esta información se puede decir que el equipo se encuentra dentro de los parámetros establecidos, ya que a eficiencia realizado con pieles de cuy y de conejo es de 84,62%, y por ende es un equipo con una alta eficiencia.

F. PROYECCIÓN ECONÓMICA

El prototipo mecánico de refrigeración en placas para pieles menores que fue instalado en el Laboratorio de Curtiembre de pieles de la Facultad de Ciencias Pecuarias permite la reducción de la temperatura del producto para evitar la proliferación bacteriana que es causante de la descomposición del tejido interfibrilar de colágeno, es decir inhibe las reacciones normales de deterioro en las pieles con lo que se eleva la vida útil de producto, por lo tanto fue necesario escoger los materiales adecuados y sobre todo dimensionar el equipo para que cumpla estrictamente con el objetivo para el cual fue diseñado . Tomando en consideración estos parámetros se determinó que el costo total del equipo fue de 2733,92 dólares americanos los cuales se indican en el Cuadro 15, que resulta sumamente más bajo que el de uno, de similares características que fue preformado en 5000 dólares, sin incluir costos de importación que muchas veces llegan a considerarse un porcentaje alto, incrementando el costo en forma considerable y sobre todo las molestias de no disponer del equipo en una forma más rápida.

Las aseveraciones antes descritas tienen su fundamento en las pruebas tanto físicas como sensoriales de las pieles que consiguieron pasar los valores establecidos por las normas de calidad del cuero de la Asociación Española en la industria del cuero, tanto en las normas IUP (porcentaje de elongación y resistencia a la tensión), como IUF (lastometría), así como de a escala sensorial creada con la finalidad de cuantificar la sensación que provoca a los sentidos el roce de la piel.

En conclusión se puede afirmar que el diseño y construcción de un prototipo mecánico de refrigeración en placas de las pieles menores permitirá solucionar los grandes problemas de conservación de las pieles para el mundo peletero que por se ubicado muchas veces en mercados internacionales tiene mayores exigencias de calidad.

Cuadro 15. COSTOS DE LA CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO MECÁNICO DE REFRIGERACIÓN MEDIANTE PLACAS PARA LA CONSERVACIÓN DE PIELES MENORES.

| CANT. | DESCRIPCIÓN | V. UNITARIO | V. TOTAL |
|-------|--|-------------------|-------------|
| 12 | Planchas Acero inoxidable AISI 304 de 1,2m x 1,2 m | 100 | 1000 |
| 2 | Planchas de Galvanizado | 50 | 100 |
| 1 | Motor para refrigeración Brasileño | 200 | 200 |
| 1 | Sensor de temperatura | 40 | 40 |
| 6 | Tubos de cobre de ¼" | 6 | 36 |
| 3 | Ventiladores | 25 | 75 |
| 1 | Juego de placas peltier | 100 | 100 |
| 4 | Bisagras de Acero | 2,50 | 10 |
| 2 | Manijas | 5 | 10 |
| 1 | Cerradura | 10 | 10 |
| 1 | Rejilla Acero inoxidable | 100 | 100 |
| 8 | Metros de lana de vidrio en plancha | 10 | 80 |
| 5 | Libras de suelda 7018 | 4 | 20 |
| 1 | Caja de remaches | 15 | 15 |
| 5 | Metros Empaque de caucho | 6 | 30 |
| 1 | Cable acometida completo | 15 | 15 |
| | Mano de Obra | 600 | 600 |
| | | Sub Total | 2441 |
| | | IVA Tarifa 12% | 292,92 |
| | | TOTAL | 2733,92 |

V. CONCLUSIONES

- Al diseñar y construir un prototipo mecánico, en el laboratorio de curtición pieles de la Facultad de Ciencias Pecuarias, se solucionó el inconveniente de la conservación de pieles menores debido a que la disminución de temperatura mediante placas, no permite que los microorganismos que producen la putrefacción de la piel proliferen.
- La eficiencia de la cámara fría mediante placas fue de 84,62% que resulta alta sobre todo tomando en cuenta que es un equipo de producción nacional, y sobre todo se tiene la seguridad que esta eficiencia se ira elevando a medida que se vaya calibrando el equipo a las condiciones de uso del laboratorio.
- La valoración de las resistencias físicas de las pieles que sirvieron para validar el prototipo mecánico de refrigeración en placas, determinó los resultados más altos de resistencia a la tensión (1190,64 N/cm²), y lastometría (6,50 mm), en las pieles de conejo, al igual que las calificaciones sensoriales más altas de tacto (4,50 puntos), y blandura (4,50puntos), que tienen un mejor comportamiento a la refrigeración en relación a la las pieles de cuy que son más ligeras.
- Al realizar en forma adecuada los manuales de procedimiento y protocolo, que contemple todos los requerimientos necesarios para su normal funcionamiento y mantenimiento, utilizando normas de seguridad industrial se evitara riesgos en la cámara fría, y sobre todo se conseguirá elevar la vida útil del equipo.
- Los costos de construcción e implementación de prototipo mecánico de refrigeración mediante placas para la conservación de pieles menores fueron de \$ 2733,92 que al ser comparadas con equipos similares de procedencia internacional resultan muy bajos pero sin desmejorar las cualidades del equipo ya que las pruebas así lo validan sin embargo se utilizó mano de obra y materiales de producción nacional consiguiendo mejorar a economía de nuestro país y solucionar el gran problema de conservación de las pieles.

VI. RECOMENDACIONES

Los resultados expuestos permiten determinar las siguientes recomendaciones:

- Es aconsejable incursionar en el diseño y construcción de los prototipos mecánicos para conseguir solucionar el gran problema de conservación de pieles menores que tienen un tiempo de vida útil corto después del desuello, y que utilizando la refrigeración en placas se consigue cortar la cadena de descomposición de la piel.
- Una vez validado el funcionamiento del prototipo mecánico de refrigeración de en placas se recomienda sociabilizar los resultados que se obtienen en la investigación para que los entes que conforman la cadena productiva de la piel sobre todo para peletería.
- Realizar la refrigeración de pieles de otras especies para saber si los resultados son similares a los descritos en las pieles utilizadas es decir que las resistencias físicas y sensoriales sean las adecuadas ya que el proceso de refrigeración fue efectuado en forma adecuada controlando el tiempo y temperatura.
- Se recomienda la construcción de prototipos mecánicos similares que permitan no solo solucionar los inconvenientes generados por una mala conservación de las pieles sino también se reactive la economía nacional al utilizar materiales y mano de obra existente en nuestro país.

VII. LITERATURA CITADA

1. ABRAHAM, A. 2001. Caprinocultura I. 1a ed. México, México D.F. Edit. Limusa. pp 25 – 83.
 2. ADZET, J. 2005. Química Técnica de Tenería. 1a ed. Igualada, España. Edit Romanya-Valls. pp 105,199, 215.
 3. ALEANDRY, F. 2009 1000 preguntas y 1000 respuestas sobre la comercialización de pieles de cuyes, conejos y chinchillas 1a ed. Buenos Aires, Argentina Edit. Banner pp 78 79, 85 -90.
 4. ARTIGAS, M. 2007. Manual de Curtiembre. Avances en la Curtición de pieles. 2a ed. Barcelona-España. Edit. Latinoamericana. pp. 12, 24, 87,96.
 5. BACARDIT, A. 2004. Química Técnica del Cuero. 2a ed. Cataluña, España. Edit. COUSO. pp. 12-52-69.
- BELLO, M. 2010. El desengrase de cueros ovinos. Recirculación de baños en la curtición de cueros ovinos con lana. 2a ed. Madrid, España. pp. 11 – 16.
6. BUENSTRA, A. 2010 El tejido subcutáneo de la piel. Disponible en: <https://www.infermeravirtual.com/files/media/file/95/Tejidos%2C%20membranas%2C%20piel%20y%20derivados.pdf?1358605871>
 7. BURSCH, C. 2014. La refrigeración de las pieles como un método de conservación. Disponible en el sitio web: http://www.espatentes.com/pdf/2174114_t3.pdf

8. CABASTROL, A. 2000 Como se realiza un Pelambres con calcon cal de las pieles menores. Disponible en: <http://www.ambientebogota.gov.co/documents/24732/3987442/Remoj+--+Pelambre.pdf>
9. CALET, O. 2009. La conservación de las pieles menores. Disponible en: http://www.espatentes.com/pdf/0364755_A1.pdf
10. CANTERA, A. 2009. Efluentes de curtiembre Reutilización de los licores de pelambre, C.S. Buenos Aires, Argentina. presentado en el VI Congreso Latinoamericano de Químicos del Cuero. p. 17.
11. CARPINTEROS, H. 2007. El Descarnado El Descarnado de las pieles menores. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3113/1/96T00232.pdf>
12. CARRIZO, H. 2003 Como conservar las pieles menores para evitar la degradación bacteriana. Disponible en: http://www.indigoquimica.net/pdf/biblioteca/enciclopedia/Capitulo_02_Conservacion_de_la_piel.pdf
13. CORENGIA, C. 2004. Manual de Crianza de Animales. 1a ed. Ciudad de México, México. Edit. KAPERLUZ. pp. 8 – 23.
14. COTANCE, A. 2004. Ciencia y Tecnología en la Industria del Cuero. 1a ed. Igualada, España. Edit. Curtidores Europeos. pp. 23 - 32.
15. Estación Agrometereológica de la F.R.N. de la ESPOCH (2016).

16. EQUIPO PARA REALIZAR LAS PRUEBAS FÍSICAS DEL CUERO (Lastometro). Disponible en: <http://www.ucol.mx/content/cms/13/file/NOM/Nom-113.pdf>
17. FERNANDEZ, O. 2001. Flujograma de curtiembre. 1a ed. Sao Paulo Brasil. EditEdit. COURSe. Pp 52-58.
18. FRANKEL, A. 2009. Manual de Tecnología del Cuero. 2a ed. Buenos Aires, Argentina. Edit. Albatros. pp. 112 -148.
19. GAVILÁNEZ, F. 2015 Curticiones con productos orgánicos de las pieles. Disponible en: http://www.qderm.es/inicio/fotos/0a1700_gal.pdf
20. GRATACOS, E. 2009. Como extraer las pieles de animales menores. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2297/1/27T0209.pdf>
21. GREIFF, H. 2016. Normalización del ensayo del cuero. Disponible en: http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/NORMAS_2014/DRO/nte_inen_iso_13365extracto.pdf
22. HERFELD, H. 2006. Investigación en la mecanización racionalización y automatización de la industria del cuero. 2a ed. Rusia, Moscú Edit. Chemits. pp 157 – 173.
23. HIDALGO, L. 2004. Texto básico de Curtición de Pieles. 2a ed. Riobamba, Ecuador. Edit ESPOCH. pp. 15 -58.
24. JESÚS, M. 2015. Bartolini, P. La epidermis de la piel de especies menores. Disponible en: <http://ocw.unican.es/ciencias-de-la-salud/fisiologia->

general/materiales-de-clase-1/bloque-ii/Tema%2011-Bloque%20II-La%20Piel.%20Estructura%20y%20Funciones.pdf

25. JOSÉ, K. 2015. Agraz, G. Preparación de las pieles para su conservación. Disponible en: <http://www.inti.gob.ar/atp/pdf/cuadernilloCueros.pdf>
26. JULIO, A. 2013. Histología de la piel. Disponible en: <http://www.medigraphic.com/pdfs/facmed/un-2003/un034d.pdf>
27. JURAN, J. 2003. Los ligantes y su utilización. s.n. Barcelona, España. Edit. ALBATROS. pp. 56-96.
28. LACERCA, M. 2003. Curtición de Cueros y Pieles. 1a ed. Buenos Aires, Argentina. Edit. Albatros. pp 1, 5, 6, 8, 9,10.
29. LIBREROS, J. 2003. Manual de Tecnología del cuero. 1a ed. Edit. EUETII. Igualada, España. pp. 13 – 24, 56, 72.
30. MANRIQUE, A. 2017. Características y técnicas de manejo de un lastometro. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/5779/1/27T0294.pdf>
31. MONSALVE, Y. 2009. Estudio de Caracterización del Cuero. Santa Fe de Bogotá. Edit. SENA. pp. 84 -87.
32. MORERA, J. 2000. Química Técnica de Curtición. 2a ed. Igualada, España. Edit. Escola Superior d'Adoberia. pp. 12 -69.
33. PORTAVELLA, M. 2005. Tenería y medioambiente, aguas residuales. Vol 4. Barcelona, España. Edit CICERO. pp. 91, 234, 263.

34. SOLER, J. 2008. Procesos de Curtido. 1a ed. Barcelona, España. Edit. CETI. pp 45 -56.
35. STRYER, L. 2005. Bioquímica. 2 a.Ed. Barcelona, España. Edit Reverté S.A. pp 12 – 16.
36. ULLMAN, T. 2006. Enciclopedia de tecnología química, XII, T. XIII. Barcelona España., Edit Kirk-Othmer. pp. 672-678.
37. VERA, V. Y CEIRANO, Z.(2016) Evaluación y preservación de pieles, cueros y sus manufacturas. 1a ed. Barcelona, España Edit. Centro de Investigación y Desarrollo del Cuero (CITEC). pp 505 y 508.

ANEXOS

Anexo 1. Estadísticas descriptivas de la resistencia a la tensión de las pieles utilizando el prototipo el prototipo mecánico de refrigeración mediante placas para la conservación de pieles menores.

| Tratamiento | Repetición | Valor | Esperado | Obs - Espera | (Obs - Esperado) |
|-------------------------|------------|---------|----------|--------------|------------------|
| Pieles de cuy | | | | | |
| T1 | 1 | 910,71 | 1059,24 | -148,53 | 22061,19 |
| T1 | 2 | 1173,08 | 1059,24 | 113,83 | 12957,85 |
| T1 | 3 | 882,35 | 1059,24 | -176,89 | 31290,58 |
| T1 | 4 | 1270,83 | 1059,24 | 211,59 | 44769,89 |
| | Media | 1059,24 | | Sumatoria | 111079,50 |
| | | | | Varianza | 37026,50 |
| | | | | Desviación | 192,4227144 |
| Pieles de conejo | | | | | |
| T2 | 1 | 1392,86 | 1190,64 | Obs - Espera | (Obs - Esperado) |
| T2 | 2 | 1192,31 | 1190,64 | 1,67 | 2,8 |
| T2 | 3 | 910,71 | 1190,64 | -279,92 | 78356,4 |
| T2 | 4 | 1266,67 | 1190,64 | 76,03 | 5780,6 |
| | Media | 1190,64 | | Sumatoria | 84139,8 |
| | | | | Varianza | 28046,6 |
| | | | | Desviación | 167,5 |

Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales

| | Variable 1 | Variable 2 |
|-------------------------------------|------------|------------|
| Media | 1059,24 | 1190,64 |
| Varianza | 37026,50 | 41677,67 |
| Observaciones | 4,00 | 4 |
| Varianza agrupada | 39352,09 | |
| Diferencia hipotética de las medias | 0,00 | |
| Grados de libertad | 6,00 | |
| Estadístico t | -0,94 | |
| P(T<=t) una cola | 0,19 | ns |
| Valor crítico de t (una cola) | 1,94 | |
| P(T<=t) dos colas | 0,39 | |
| Valor crítico de t (dos colas) | 2,45 | |

Anexo 2. Estadísticas descriptivas del porcentaje de elongación de las pieles utilizando el prototipo el prototipo mecánico de refrigeración mediante placas para la conservación de pieles menores.

Piel de cuy

| Tratamiento | Repetición | Valor | Esperado | Obs - Espera | (Obs - Esperado) ² |
|-------------|------------|-------|----------|--------------|-------------------------------|
| T1 | 1 | 45,00 | 0,00 | 45,00 | 2025,00 |
| T1 | 2 | 47,50 | 0,00 | 47,50 | 2256,25 |
| T1 | 3 | 40,00 | 0,00 | 40,00 | 1600,00 |
| T1 | 4 | 45,00 | 0,00 | 45,00 | 2025,00 |
| | Media | 44,38 | | Sumatoria | 7906,25 |
| | | | | Varianza | 2635,42 |
| | | | | Desviación | 51,34 |

Pieles de conejo

| Tratamiento | Repetición | Valor | Esperado | Obs - Espera | (Obs - Esperado) ² |
|-------------|------------|-------|----------|--------------|-------------------------------|
| T2 | 1 | 47,50 | 43,75 | 3,75 | 14,0625 |
| T2 | 2 | 42,50 | 43,75 | -1,25 | 1,5625 |
| T2 | 3 | 40,00 | 43,75 | -3,75 | 14,0625 |
| T2 | 4 | 45,00 | 43,75 | 1,25 | 1,5625 |
| | Media | 43,75 | | Sumatoria | 31,3 |
| | | | | Varianza | 10,4 |
| | | | | Desviación | 3,2 |

Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales

| | Variable 1 | Variable 2 |
|-------------------------------------|------------|------------|
| Media | 44,22 | 42,81 |
| Varianza | 9,73 | 4,56 |
| Observaciones | 4,00 | 4,00 |
| Varianza agrupada | 7,15 | |
| Diferencia hipotética de las medias | 0,00 | |
| Grados de libertad | 6,00 | |
| Estadístico t | 0,74 | |
| P(T<=t) una cola | 0,24 | Ns |
| Valor crítico de t (una cola) | 1,94 | |
| P(T<=t) dos colas | 0,48 | |
| Valor crítico de t (dos colas) | 2,45 | |

Anexo 3. Estadísticas descriptivas de la lastometría de las pieles utilizando el prototipo el prototipo mecánico de refrigeración mediante placas para la conservación de pieles menores.

Pieles de cuy

| Tratamiento | Repetición | Valor | Esperado | Obs - Espera | (Obs - Esperado) ² |
|-------------|------------|-------|----------|--------------|-------------------------------|
| T1 | 1 | 6,72 | 6,25 | 0,47 | 0,22 |
| T1 | 2 | 5,88 | 6,25 | -0,37 | 0,14 |
| T1 | 3 | 5,74 | 6,25 | -0,51 | 0,26 |
| T1 | 4 | 6,67 | 6,25 | 0,42 | 0,17 |
| | Media | 6,25 | | Sumatoria | 0,79 |
| | | | | Varianza | 0,26 |
| | | | | Desviación | 0,51 |

Pieles de conejo

| Tratamiento | Repetición | Valor | Esperado | Obs - Espera | (Obs - Esperado) ² |
|-------------|------------|-------|----------|--------------|-------------------------------|
| T2 | 1 | 6,25 | 6,50 | -0,25 | 0,06 |
| | 2 | 6,67 | 6,50 | 0,17 | 0,03 |
| T2 | 3 | 6,35 | 6,50 | -0,15 | 0,02 |
| T2 | 4 | 6,72 | 6,50 | 0,22 | 0,05 |
| | Media | 6,50 | | Sumatoria | 0,16 |
| | | | | Varianza | 0,05 |
| | | | | Desviación | 0,23 |

Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales

| | Variable 1 | Variable 2 |
|-------------------------------------|------------|------------|
| | 6,251 | 6,50 |
| | 0,263 | 0,05 |
| Observaciones | 4,000 | 4 |
| Varianza agrupada | 0,158 | |
| Diferencia hipotética de las medias | 0,000 | |
| Grados de libertad | 6,000 | |
| Estadístico t | -0,871 | ns |
| P(T<=t) una cola | 0,209 | |
| Valor crítico de t (una cola) | 1,943 | |
| P(T<=t) dos colas | 0,417 | |
| Valor crítico de t (dos colas) | 2,447 | |

Anexo 4. Estadísticas descriptivas de la temperatura de refrigeración de las pieles utilizando el prototipo el prototipo mecánico de refrigeración mediante placas para la conservación de pieles menores.

Pieles de cuy

| Tratamiento | Repetición | Valor | Esperado | Obs - Espera | (Obs - Esperado) ² |
|-------------|------------|-------|----------|--------------|-------------------------------|
| T1 | 1 | 3,00 | 3,75 | -0,75 | 0,56 |
| T1 | 2 | 4,00 | 3,75 | 0,25 | 0,06 |
| T1 | 3 | 4,00 | 3,75 | 0,25 | 0,06 |
| T1 | 4 | 4,00 | 3,75 | 0,25 | 0,06 |
| | Media | 3,75 | | Sumatoria | 0,75 |
| | | | | Varianza | 0,25 |
| | | | | Desviación | 0,50 |

Pieles de conejo

| Tratamiento | Repetición | Valor | Esperado | Obs - Espera | (Obs - Esperado) ² |
|-------------|------------|-------|----------|--------------|-------------------------------|
| T2 | 1 | 3,50 | 3,88 | -0,38 | 0,14 |
| | 2 | 4,00 | 3,88 | 0,13 | 0,02 |
| T2 | 3 | 4,00 | 3,88 | 0,13 | 0,02 |
| T2 | 4 | 4,00 | 3,88 | 0,13 | 0,02 |
| | Media | 3,88 | | Sumatoria | 0,19 |
| | | | | Varianza | 0,06 |
| | | | | Desviación | 0,25 |

Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales

| | Variable 1 | Variable 2 |
|-------------------------------------|------------|------------|
| Media | 3,750 | 3,875 |
| Varianza | 0,250 | 0,0625 |
| Observaciones | 4,000 | 4 |
| Varianza agrupada | 0,156 | |
| Diferencia hipotética de las medias | 0,000 | |
| Grados de libertad | 6,000 | |
| Estadístico t | -0,447 | |
| P(T<=t) una cola | 0,335 | Ns |
| Valor crítico de t (una cola) | 1,943 | |
| P(T<=t) dos colas | 0,670 | |
| Valor crítico de t (dos colas) | 2,447 | |

Anexo 5. Estadísticas descriptivas del tiempo de refrigeración de las pieles utilizando el prototipo el prototipo mecánico de refrigeración mediante placas para la conservación de pieles menores.

Pieles de cuy

| Tratamiento | Repetición | Valor | Esperado | Obs - Espera | (Obs - Esperado) ² |
|-------------|------------|-------|----------|--------------|-------------------------------|
| T1 | 1 | 26,00 | 25,75 | 0,25 | 0,06 |
| T1 | 2 | 26,00 | 25,75 | 0,25 | 0,06 |
| T1 | 3 | 25,00 | 25,75 | -0,75 | 0,56 |
| T1 | 4 | 26,00 | 25,75 | 0,25 | 0,06 |
| | Media | 25,75 | | Sumatoria | 0,75 |
| | | | | Varianza | 0,25 |
| | | | | Desviación | 0,50 |

Pieles de conejo

| Tratamiento | Repetición | Valor | Esperado | Obs - Espera | (Obs - Esperado) ² |
|-------------|------------|-------|----------|--------------|-------------------------------|
| T2 | 1 | 26,00 | 25,75 | 0,25 | 0,06 |
| | 2 | 25,00 | 25,75 | -0,75 | 0,56 |
| T2 | 3 | 26,00 | 25,75 | 0,25 | 0,06 |
| T2 | 4 | 26,00 | 25,75 | 0,25 | 0,06 |
| | Media | 25,75 | | Sumatoria | 0,75 |
| | | | | Varianza | 0,25 |
| | | | | Desviación | 0,50 |

Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales

| | Variable 1 | Variable 2 |
|-------------------------------------|------------|------------|
| Media | 25,75 | 25,75 |
| Varianza | 0,25 | 0,25 |
| Observaciones | 4,00 | 4,00 |
| Varianza agrupada | 0,25 | |
| Diferencia hipotética de las medias | 0,00 | |
| Grados de libertad | 6,00 | |
| Estadístico t | 0,00 | ** |
| P(T<=t) una cola | 0,50 | |
| Valor crítico de t (una cola) | 1,94 | |
| P(T<=t) dos colas | 1,00 | |
| Valor crítico de t (dos colas) | 2,45 | |

Anexo 6. Estadísticas descriptivas del tacto de las pieles utilizando el prototipo el prototipo mecánico de refrigeración mediante placas para la conservación de pieles menores.

| Pieles de cuy | | | | | | |
|---------------|------------|-------|----------|--------------|-------------------------------|--|
| Tratamiento | Repetición | Valor | Esperado | Obs - Espera | (Obs - Esperado) ² | |
| T1 | 1 | 4,00 | 3,75 | 0,25 | 0,06 | |
| T1 | 2 | 4,00 | 3,75 | 0,25 | 0,06 | |
| T1 | 3 | 3,00 | 3,75 | -0,75 | 0,56 | |
| T1 | 4 | 4,00 | 3,75 | 0,25 | 0,06 | |
| | Media | 3,75 | | Sumatoria | 0,75 | |
| | | | | Varianza | 0,25 | |
| | | | | Desviación | 0,50 | |

| Pieles de conejo | | | | | | |
|------------------|------------|-------|----------|--------------|-------------------------------|--|
| Tratamiento | Repetición | Valor | Esperado | Obs - Espera | (Obs - Esperado) ² | |
| T2 | 1 | 5,00 | 4,50 | 0,50 | 0,25 | |
| | 2 | 5,00 | 4,50 | 0,50 | 0,25 | |
| T2 | 3 | 4,00 | 4,50 | -0,50 | 0,25 | |
| T2 | 4 | 4,00 | 4,50 | -0,50 | 0,25 | |
| | Media | 4,50 | | Sumatoria | 1,00 | |
| | | | | Varianza | 0,33 | |
| | | | | Desviación | 0,58 | |

| | Variable 1 | Variable 2 |
|-------------------------------------|------------|------------|
| Media | 3,75 | 4,50 |
| Varianza | 0,25 | 0,33 |
| Observaciones | 4,00 | 4,00 |
| Varianza agrupada | 0,29 | |
| Diferencia hipotética de las medias | 0,00 | |
| Grados de libertad | 6,00 | |
| Estadístico t | -1,96 | |
| P(T<=t) una cola | 0,0486 * | |
| Valor crítico de t (una cola) | 1,94 | |
| P(T<=t) dos colas | 0,10 | |
| Valor crítico de t (dos colas) | 2,45 | |

Anexo 7. Estadísticas descriptivas de la llenura de las pieles utilizando el prototipo el prototipo mecánico de refrigeración mediante placas para la conservación de pieles menores.

Pieles de cuy

| Tratamiento | Repetición | Valor | Esperado | Obs - Espera | (Obs - Esperado) ² |
|-------------|------------|-------|----------|--------------|-------------------------------|
| T1 | 1 | 5,00 | 4,75 | 0,25 | 0,06 |
| T1 | 2 | 5,00 | 4,75 | 0,25 | 0,06 |
| T1 | 3 | 5,00 | 4,75 | 0,25 | 0,06 |
| T1 | 4 | 4,00 | 4,75 | -0,75 | 0,56 |
| | Media | 4,75 | | Sumatoria | 0,75 |
| | | | | Varianza | 0,25 |
| | | | | Desviación | 0,50 |

Pieles de conejo

| Tratamiento | Repetición | Valor | Esperado | Obs - Espera | (Obs - Esperado) ² |
|-------------|------------|-------|----------|--------------|-------------------------------|
| T2 | 1 | 4,00 | 3,50 | 0,50 | 0,25 |
| | 2 | 3,00 | 3,50 | -0,50 | 0,25 |
| T2 | 3 | 4,00 | 3,50 | 0,50 | 0,25 |
| T2 | 4 | 3,00 | 3,50 | -0,50 | 0,25 |
| | Media | 3,50 | | Sumatoria | 1,00 |
| | | | | Varianza | 0,33 |
| | | | | Desviación | 0,58 |

Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales

| | Variable 1 | Variable 2 |
|--------------------------------|------------|------------|
| Media | 4,75 | 3,50 |
| Varianza | 0,25 | 0,33 |
| Observaciones | 4,00 | 4,00 |
| Estadístico t | 3,27 | |
| P(T<=t) una cola | 0,01 | ** |
| Valor crítico de t (una cola) | 1,94 | |
| P(T<=t) dos colas | 0,02 | |
| Valor crítico de t (dos colas) | 2,45 | |

Anexo 8. Estadísticas descriptivas de la blandura de las pieles utilizando el prototipo el prototipo mecánico de refrigeración mediante placas para la conservación de pieles menores.

Pieles de cuy

| Tratamiento | Repetición | Valor | Esperado | Obs - Espera | (Obs - Esperado) ² |
|-------------|------------|-------|----------|--------------|-------------------------------|
| T1 | 1 | 4,00 | 3,50 | 0,50 | 0,25 |
| T1 | 2 | 3,00 | 3,50 | -0,50 | 0,25 |
| T1 | 3 | 3,00 | 3,50 | -0,50 | 0,25 |
| T1 | 4 | 4,00 | 3,50 | 0,50 | 0,25 |
| | Media | 3,50 | | Sumatoria | 1,00 |
| | | | | Varianza | 0,33 |
| | | | | Desviación | 0,58 |

Pieles de conejo

| Tratamiento | Repetición | Valor | Esperado | Obs - Espera | (Obs - Esperado) ² |
|-------------|------------|-------|----------|--------------|-------------------------------|
| T2 | 1 | 5,00 | 4,50 | 0,50 | 0,25 |
| | 2 | 5,00 | 4,50 | 0,50 | 0,25 |
| T2 | 3 | 4,00 | 4,50 | -0,50 | 0,25 |
| T2 | 4 | 4,00 | 4,50 | -0,50 | 0,25 |
| | Media | 4,50 | | Sumatoria | 1,00 |
| | | | | Varianza | 0,33 |
| | | | | Desviacion | 0,58 |

Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales

| | Variable 1 | Variable 2 |
|--------------------------------|------------|------------|
| Media | 3,5 | 4,5 |
| Varianza | 0,3 | 0,33 |
| Observaciones | 4 | 4 |
| Estadístico t | -2,45 | |
| P(T<=t) una cola | 0,025 * | |
| Valor crítico de t (una cola) | 1,94 | |
| P(T<=t) dos colas | 0,0498 | |
| Valor crítico de t (dos colas) | 2,4469 | |

Anexo 9. Manual del prototipo mecánico de refrigeración mediante placas para la conservación de pieles menores”

“IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO MECÁNICO DE REFRIGERACIÓN MEDIANTE PLACAS PARA LA CONSERVACIÓN DE PIELES MENORES”



INFORMACIÓN DE SEGURIDAD

Al usar el prototipo Mecánico de refrigeración, observe las precauciones básicas de seguridad, incluidas las siguientes:

Lea todas las instrucciones antes de su instalación y uso, a fin de prevenir accidentes o daños a la máquina. Este prototipo Mecánico de refrigeración está diseñado exclusivamente para uso Industrial del campo de la curtiembre. Úselo sólo como se describe en este Manual de funcionamiento del prototipo. Sólo use el prototipo Mecánico de refrigeración para el propósito para el que fue diseñado. Este aparato cumple con los requerimientos actuales de seguridad. El uso inapropiado el prototipo Mecánico de refrigeración puede llevar a daños

personales y materiales. Conserve este manual de operación en un lugar seguro y entrégueselo a cualquier futuro usuario.

En donde ubicar su Prototipo Mecánico de Refrigeración.

- ✓ Se recomienda que el prototipo Mecánico de refrigeración este ubicado en un lugar nivelado, lo más ventilado posible.
- ✓ Debe existir una distancia entre la parte posterior del prototipo Mecánico de refrigeración y la pared de unos 15 cm, con el fin de obtener una buena circulación de aire.
- ✓ No exponer el prototipo Mecánico de refrigeración a fuentes directas de calor, como el sol, cocinas, calentadores de agua, etc. Ni a exceso de Humedad.
 - ✓ No es recomendable empotrar el prototipo Mecánico de refrigeración, si su necesidad es hacerlo asegúrese de que exista en la parte posterior ductos de evacuación del aire caliente.

Como instalar el Prototipo Mecánico de Refrigeración

- ✓ Asegúrese de verificar que el voltaje y frecuencia del lugar donde se va a instalar el Prototipo Mecánico de Refrigeración sea el indicado.
- ✓ Para seguridad el Prototipo Mecánico de Refrigeración deberá ser conectado a tierra.
- ✓ Conecte el cordón de servicio del Prototipo Mecánico de Refrigeración al tomacorriente.

Precauciones

- ✓ No use extensiones ni adaptadores múltiples que compartan otros artefactos, debido a que ocasionan pérdidas de voltaje y recalentamiento de cables.
- ✓ Si el sector de ubicación del Prototipo Mecánico de Refrigeración sufre de apagones de luz constantes o si la corriente eléctrica es inestable es muy probable que el compresor del Prototipo Mecánico de Refrigeración se dañe.

Recomendamos apagar el Prototipo Mecánico de Refrigeración hasta que se halla estabilizado la energía eléctrica.

FUNCIONAMIENTO

Encendido y apagado

- ✓ Para encender el Prototipo Mecánico de Refrigeración gire la perrilla desde la posición OFF (apagado), hacia los números en forma ascendente según su necesidad, cuanto más alto frío obtendrá en su refrigeración.
- ✓ Para el apagado del Prototipo Mecánico de Refrigeración gire la perrilla desde la posición de 4-5 (encendido), a la posición de OFF.

Control de temperatura.

- ✓ 1-2 No Recomendable pero ayuda a mantener la temperatura interna del Prototipo Mecánico de Refrigeración.
- ✓ 3-5 Recomendable: Normal en esta posición obtendrá la temperatura adecuada para una carga normal de pieles y siempre de mantenerse encendida a la temperatura de 4-5 grados.
- ✓ **Nota:** después de encender el Prototipo Mecánico de Refrigeración déjelo funcionar en temperatura media por 2 a 3 horas antes de introducir las pieles.
- ✓ **Importante:** recuerda que la ubicación del Prototipo Mecánico de Refrigeración, la temperatura ambiente y la frecuencia de aperturas de puertas puede afectar a las temperaturas internas; por lo que debe ajustarse el control de temperatura según las condiciones mencionadas.

Utilización de rejillas

Se debe mantener limpias para evitar la proliferación de bacterias.

Son accesibles al momento de sacarlas y de fácil manejo para la colocación de las pieles no se necesita retirar la rejilla de acero inoxidable es a criterio opcional del ocupante de la máquina.

RECOMENDACIONES

- ✓ Procure mantener una buena distribución de las pieles durante su conservación.
- ✓ No almacenar líquidos en envases herméticos, como gaseosas, cervezas, etc. , podrían provocar reacción desagradable.
- ✓ No introduzca sustancias tóxicas, éstas pueden contaminar las pieles y provocar reacciones desagradables.
- ✓ No vuelva a refrigerar las pieles una vez sacado para realizar la siguiente etapa de la curtiembre.
- ✓ Luego de abrir las puertas del Prototipo Mecánico de Refrigeración asegúrese de que estas queden herméticamente cerradas.
- ✓ Nota: en caso de que el Prototipo Mecánico de Refrigeración vaya a permanecer fuera de uso temporalmente o por un tiempo prolongado, retire todos los que pueda provocar malos olores y sequen el interior del artefacto dejando las puertas abiertas.

Limpieza y Mantenimiento

Desenchufe el prototipo Mecánico de refrigeración antes de empezar a limpiar.

Nunca limpie el prototipo Mecánico de refrigeración con fluidos inflamables como alcohol, querosén, gasolina, thinner, solventes o productos químicos / abrasivos como detergentes, ácidos, vinagre. Tampoco use productos de limpieza tales como detergentes en polvo, detergentes abrasivos, limpiadores alcalinos, paños químicos, solventes, alcohol ni agua caliente para limpiar el refrigerador pues podrían dañar la pintura y las partes plásticas. Si no va a utilizar el prototipo Mecánico de refrigeración por largo tiempo, desenchúfelo, límpielo y seque su

interior, luego ciérrelo bien. No limpie el prototipo Mecánico de refrigeración echándole directamente agua ni a la parte interna ni a la parte externa.

Parte interna

- ✓ Antes de empezar la limpieza, recuerde que objetos húmedos se adhieren fácilmente a superficies extremadamente frías. Por eso, no toque estas superficies con paños, objetos o manos húmedas.
- ✓ Limpie el interior del refrigerador con un paño humedecido en una solución de agua tibia y bicarbonato de sodio (una cucharada de sopa de bicarbonato para cada litro de agua). Nunca utilice objetos metálicos, cepillos, productos abrasivos o alcalinos para limpiar las superficies plásticas en el interior del prototipo Mecánico de refrigeración. Enjuáguelo y séquelo con cuidado para no dañarlo.

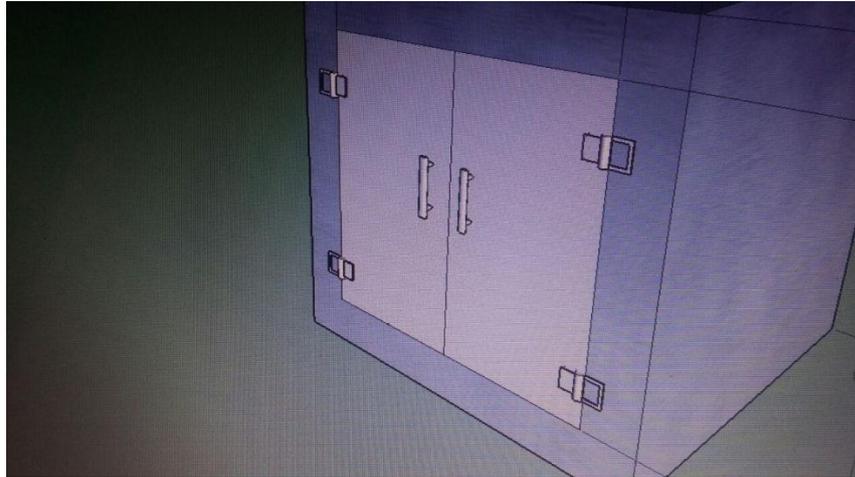
Parte externa

- ✓ Limpie la parte externa con un paño humedecido en agua tibia y jabón neutro. Cada 6 meses realice la limpieza de la parte posterior del prototipo Mecánico de refrigeración.
- ✓ La tierra allí acumulada interfiere en el perfecto funcionamiento del condensador y consecuentemente el desempeño del prototipo Mecánico de refrigeración, ocasionando más consumo de energía eléctrica. Desconecte el prototipo Mecánico de refrigeración antes de iniciar la limpieza y cuide de no tocar el condensador ni el compresor. Estos pueden estar calientes.

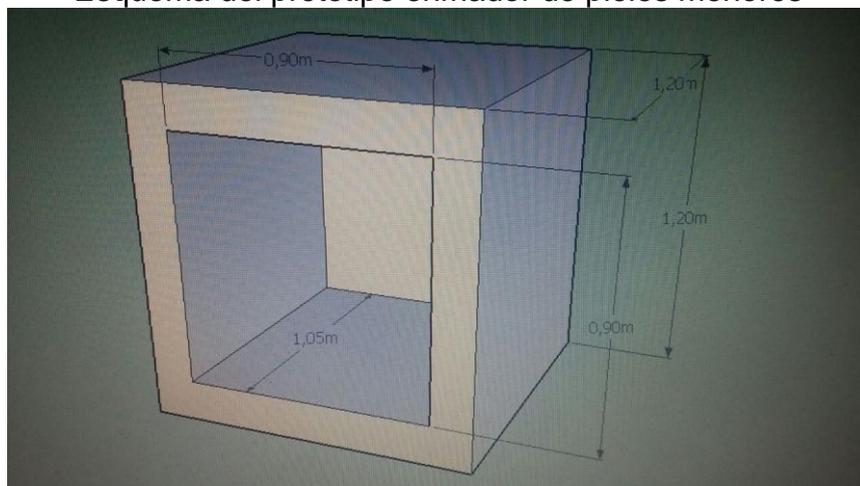
Limpieza Rejillas

- ✓ Utilice un paño suave con una solución de agua jabonosa caliente con bicarbonato.(2 cucharadas en un litro de agua).
- ✓ No Utilice detergentes, aerosoles, productos corrosivos o productos abrasivos fuertes.
- ✓ No use estropajos puede estropear el acabado.

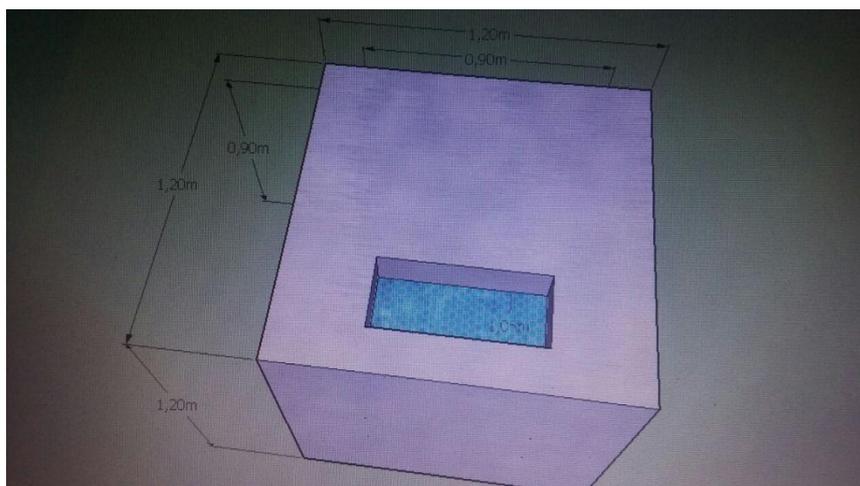
Anexo 10. Planos del prototipo mecánico.



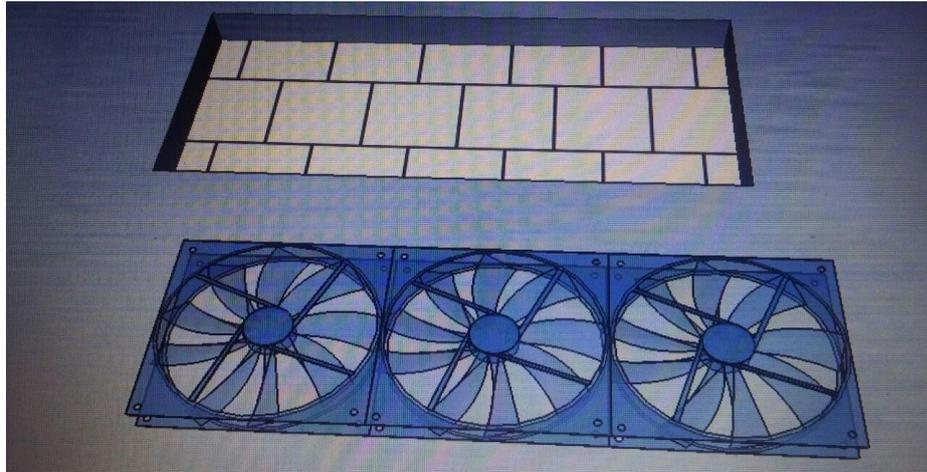
Esquema del prototipo enfriador de pieles menores



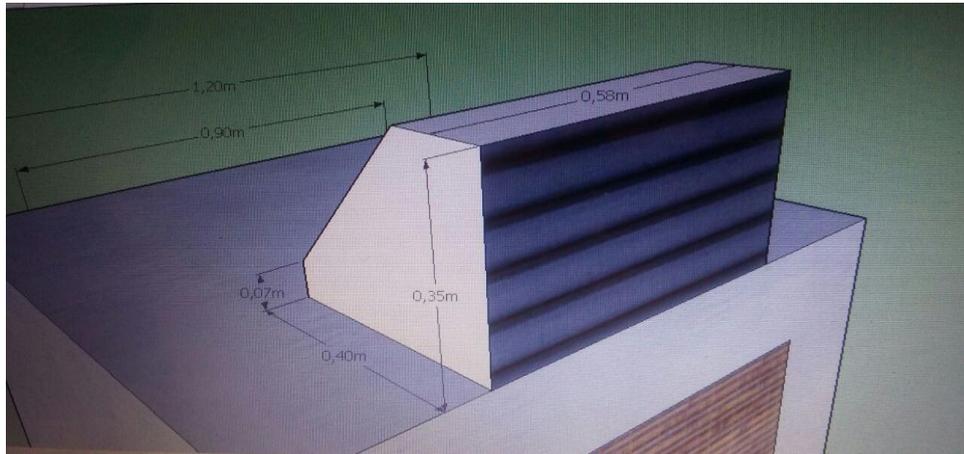
Interior del prototipo mecánico enfriador de pieles menores



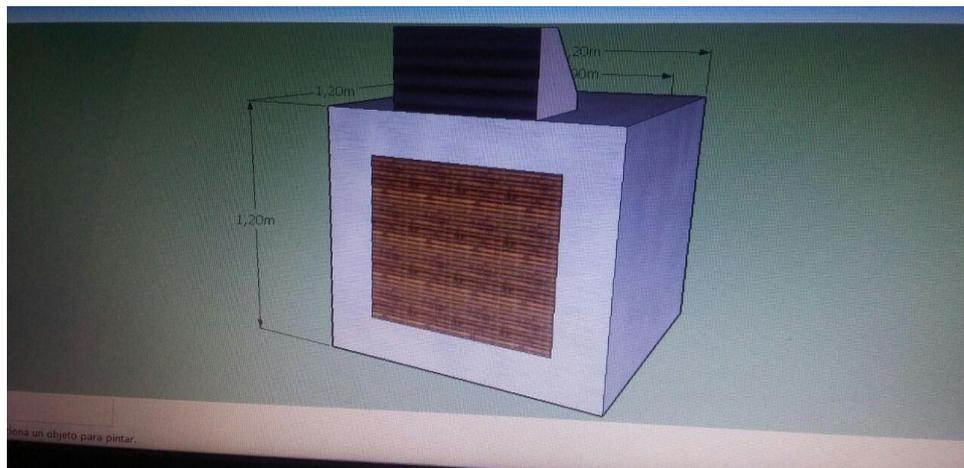
Espacio dispuesto para colocación de placas del prototipo mecánico de pieles menores



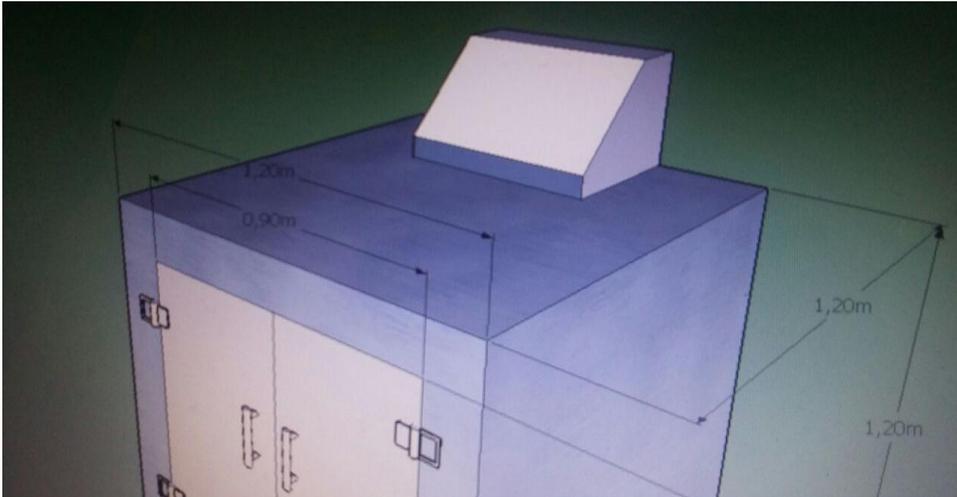
Ventilación y placas del prototipo mecánico enfriador para pieles menores



Sistema de enfriamiento a través de placas del prototipo mecánico enfriador de pieles menores

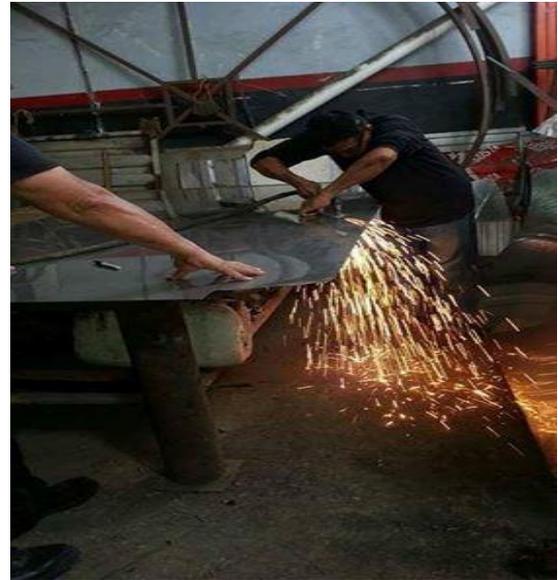


Sistema de enfriamiento a través de refrigerante del prototipo mecánico enfriador de pieles menores



Dimensionamiento del prototipo mecánico enfriador de pieles menores

Anexo 11. Fotos Construcción del Prototipo Mecanico.



Cortado de material.



Soldadura de las piezas del prototipo



Ensamblaje de la maquina



Prototipo Mecánico

Anexo 11. Pruebas sensoriales y físicas de las pieles de conejo y cuy conservadas en el prototipo Mecánico de la Facultad de Ciencias Pecuaria



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

NOMBRE DEL SOLICITANTE: Yasmina Auxiliadora Pita Aveiga y María Alexandra Manosalvas Vaca

Correo : pitayasmina@gmail.com.

TIPO DE CUERO: Pieles de conejo

FECHA DE ANÁLISIS: 20 -06 207

ESPECIFICACIÓN: Análisis sensoriales de las pieles de conejo

TRATAMIENTO: Pieles de conejo conservadas en el prototipo mecánico para conservación de pieles de especies menores de la Facultad de ciencias Pecuarias

DESTINO: Planta de curtiembre de pieles

ANÁLISIS SENSORIAL DE LAS PIELS

| PIELS DE CONEJO | | | |
|------------------------------|----------------------------|----------------|-----------------|
| REPETICIONES | PRUEBAS SENSORIALES | | |
| | TACTO | LLENURA | BLANDURA |
| 1 | 5 | 4 | 5 |
| 2 | 5 | 3 | 5 |
| 3 | 4 | 4 | 4 |
| 4 | 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: Yasmina Auxiliadora Pita Aveiga y María Alexandra Manosalvas Vaca

Correo : pitayasmina@gmail.com.

TIPO DE CUERO: Pieles de cuy

FECHA DE ANÁLISIS: 20 -06 207

ESPECIFICACIÓN: Análisis sensoriales de las pieles de cuy

TRATAMIENTO: Pieles de cuy conservadas en el prototipo mecánico para conservación de pieles de especies menores de la Facultad de ciencias Pecuarias

DESTINO: Planta de curtiembre de pieles

ANÁLISIS SENSORIAL DE LAS PIELES

| PIELES DE CUY | | | |
|------------------------------|----------------------------|----------------|-----------------|
| REPETICIONES | PRUEBAS SENSORIALES | | |
| | TACTO | LLENURA | BLANDURA |
| 1 | 4 | 5 | 4 |
| 2 | 4 | 5 | 3 |
| 3 | 3 | 5 | 3 |
| 4 | 4 | 4 | 4 |
| CALIFICACIÓN (PUNTOS) | | | |

OBSERVACIONES:.....
.....
.....

Ing. Luis Eduardo Hidalgo Almeida. PhD.
RESPONSABLE

DATOS CLIENTE

CÓDIGO: 003-003
NOMBRE: María Manosalvas y Yasmina Pita
C.I.: 0603206137 / 230002790-7
DIRECCIÓN: Álamos 2
TELÉFONO: 0987249584
CORREO ELECTRÓNICO: pitayasmina@gmail.com
RESPONSABLE DE ENTREGA: Ing. Gladis Macas.

DATOS GENERALES

REGISTRO: 0037
FECHA DE RECEPCIÓN: 22 de mayo del 2017
FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME: 26 de mayo del 2015
DE MUESTRAS: 48
IDENTIFICACIÓN: Pieles de conejo y cuy conservadas en el prototipo mecánico de la Facultad de Ciencias Pecuarias
CONDICIONES AMBIENTALES: Específicas del laboratorio



TÉRMINOS Y CONDICIONES

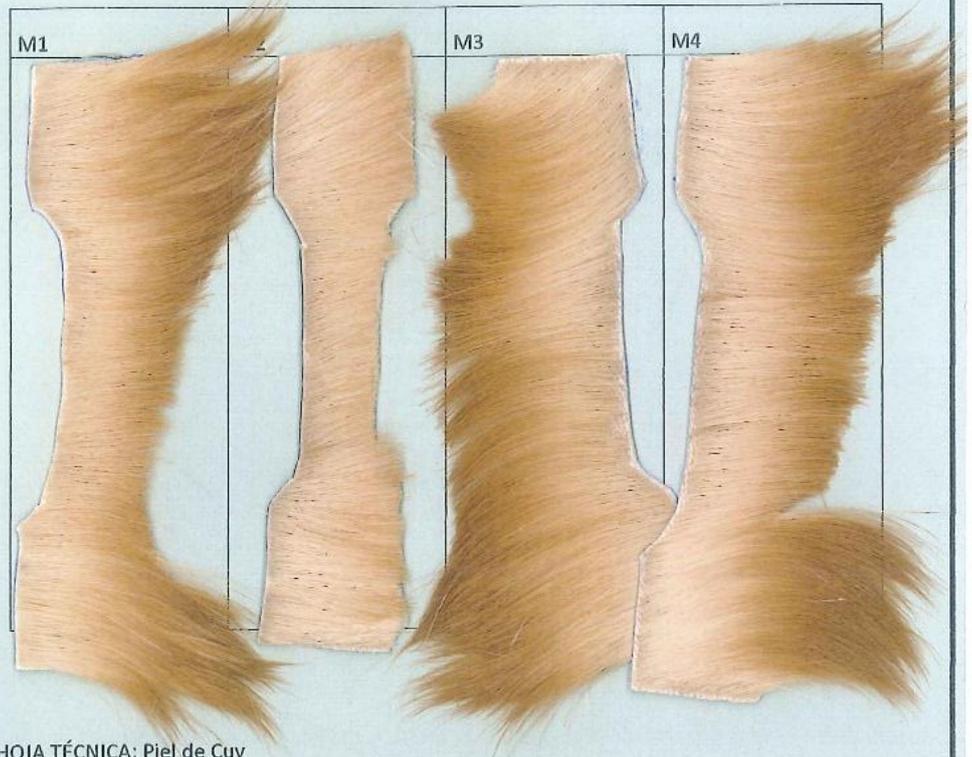
1. El presente servicio se ajusta a lo establecido en las "Políticas y Condiciones del Servicio de Pruebas del Laboratorio" de las cuales el solicitante declara estar enterado y de acuerdo al plasmar su firma en el recibo del informe.
2. Este informe solo será válido y autentico en papel membretado de la institución y deberá presentar las firmas del Asesor Técnico y el sello del laboratorio en todas las hojas. En caso de la originalidad de este informe, podrá solicitar información al Laboratorio para su validación.
3. La identificación de las muestras son responsabilidad del solicitante del servicio ya que tales datos se toman al momento de elaborar la orden de trabajo.
4. Los resultados de estas pruebas solo corresponden a las muestras recibidas en el laboratorio de las cuales se guarda una muestra para cualquier aclaración dentro de los 2 meses a la fecha de la primera emisión del informe, siempre y cuando exista sobrante y la muestra no haya caducado.
5. Las fechas de inicio y terminación de los ensayos están contempladas en el periodo de tiempo entre la fecha de inicio del servicio y la fecha de emisión del informe.
6. Toda acción relativa a las pruebas y emisión de un informe se realizara solo en un plazo no mayor a 60 días naturales posteriores a la primera emisión del informe.

SE PROHÍBE LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE INFORME SIN LA AUTORIZACIÓN POR ESCRITO DEL LABORATORIO CORRESPONDIENTE.

LDPF

LABORATORIO DE PRUEBAS FÍSICAS

MUESTRAS : Pieles de Cuy



HOJA TÉCNICA: Piel de Cuy

| PRUEBA | UNIDAD | METODO DE ENSAYO | RESULTADO OBTENIDO | NIVEL SUGERIDO |
|---|--------|------------------|--------------------|------------------|
| Resistencia a la tensión (N/cm ²) | M1 | IUP6 | 910,71 | 800 a 1500 |
| | M2 | | 1173,08 | |
| | M3 | | 882,35 | |
| | M4 | | 1270,83 | |
| Elongación (%) | M1 | IUP6 | 45,00 | 40 a 80 |
| | M2 | | 47,50 | |
| | M3 | | 40,00 | |
| | M4 | | 45,00 | |



MUESTRAS: Pieles de cuy



HOJA TÉCNICA: Pieles de cuy

| PRUEBA | UNIDAD | METODO DE ENSAYO | RESULTADO OBTENIDO | NIVEL SUGERIDO |
|-------------|--------|------------------|--------------------|----------------|
| Lastometria | M1 | IUF 450 | 6,72 | 7,5 mm |
| | M2 | | 5,88 | |
| | M3 | | 5,74 | |
| | M4 | | 6,67 | |
| Temperatura | M1 | | 3 | 4,5 °C |
| | M2 | | 4 | |
| | M3 | | 4 | |
| | M4 | | 4 | |
| Tiempo | M1 | | 26 | Horas |
| | M2 | | 26 | |
| | M3 | | 25 | |
| | M4 | | 26 | |



MUESTRAS : Pieles de Conejo



HOJA TÉCNICA: Piel de Conejo

| PRUEBA | UNIDAD | METODO DE ENSAYO | RESULTADO OBTENIDO | NIVEL SUGERIDO |
|---|--------|------------------|--------------------|------------------|
| Resistencia a la tensión (N/cm ²) | M1 | IUP6 | 1392,86 | 800 a 1500 |
| | M2 | | 1192,31 | |
| | M3 | | 910,71 | |
| | M4 | | 1266,67 | |
| Elongación (%) | M1 | IUP6 | 47,50 | 40 a 80 |
| | M2 | | 42,50 | |
| | M3 | | 40,00 | |
| | M4 | | 45,00 | |



MUESTRAS: Pieles de Conejo



HOJA TÉCNICA: Pieles de Conejo

| PRUEBA | UNIDAD | METODO DE ENSAYO | RESULTADO OBTENIDO | NIVEL SUGERIDO |
|-------------|--------|------------------|--------------------|----------------|
| Lastometria | M1 | IUF 450 | 6,25 | 7,5 mm |
| | M2 | | 6,67 | |
| | M3 | | 6,35 | |
| | M4 | | 6,72 | |
| Temperatura | M1 | | 3,5 | 4°C |
| | M2 | | 4 | |
| | M3 | | 4 | |
| | M4 | | 4 | |
| Tiempo | M1 | | 26 | Horas |
| | M2 | | 25 | |
| | M3 | | 26 | |
| | M4 | | 26 | |

OBSERVACIONES:

Panamericana Sur Km 1 ½ Teléfono: 593(03)2998350 EXT: 350 Dec., 152 Vice.
Mail: Laboratorio.lrtce@gmail.com





LABORATORIO DE PRUEBAS FÍSICAS

- Muestreo realizado de acuerdo con la norma IUP 6.
- El equipo utilizado para este ensayo de Resistencia a la Tensión del Cuero es un dinamómetro.
- Los resultados de las pruebas en el Laboratorio de Curtiembre son obtenidos de las muestras proporcionadas por nuestro cliente.

FECHA DE ENTREGA: 26 de Mayo de 2017.

ENTREGO CONFORME

Ing. Gladis Macás.

RECIBI CONFORME

Maria Alexandra Manosalvas Vaca y Yasmina Auxiliadora Pita Aveiga

