

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
ESCUELA DE ZOOTECNIA**



**EVALUACIÓN DE TRES DIFERENTES FUENTES DE TANINOS  
VEGETALES EN LA CURTIEMBRE DE PIEL  
DE TILAPIA (*Oreochromis aureus*)**

**MARHIAN FERNANDA RODAS GARCÍA**

**Licenciada en Zootecnia**

**GUATEMALA, ABRIL DE 2015**



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
ESCUELA DE ZOOTECNIA**



**EVALUACIÓN DE TRES DIFERENTES FUENTES DE TANINOS  
VEGETALES EN LA CURTIEMBRE DE PIEL  
DE TILAPIA (*Oreochromis aureus*)**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD**

**POR**

**MARHIAN FERNANDA RODAS GARCÍA**

**Al Conferírsele el título profesional de**

**Zootecnista**

**En el grado de Licenciado**

**GUATEMALA, ABRIL DE 2015**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**  
**JUNTA DIRECTIVA**

DECANO:	M.Sc. Carlos Enrique Saavedra Vélez
SECRETARIA:	M.V. Blanca Josefina Zelaya Romillo
VOCAL I:	Lic. Sergio Amilcar Dávila Hidalgo
VOCAL II:	M.Sc. Dennis Sigfried Guerra Centeno
VOCAL III:	M.V. Carlos Alberto Sánchez Flamenco
VOCAL IV:	Br. Javier Augusto Castro Vázquez
VOCAL V:	Br. Andrea Analy López García

**ASESORES**

LIC. ZOOT. ROBERTO RUANO VIANA  
M.A. CARLOS ENRIQUE CORZANTES CRUZ  
LIC. ZOOT. VELISARIO DUARTE PAREDES

**HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

En cumplimiento con lo establecido por los reglamentos y normas de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración el trabajo de graduación titulado:

**EVALUACIÓN DE TRES DIFERENTES FUENTES DE TANINOS  
VEGETALES EN LA CURTIEMBRE DE PIEL  
DE TILAPIA (*Oreochromis aureus*)**

**Que fuera aprobado por la Honorable Junta Directiva de la  
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia**

**Como requisito previo a optar al título profesional de:**

**LICENCIADA EN ZOOTECNIA**

## **ACTO QUE DEDICO**

- A DIOS:** por brindarme la gran oportunidad de poder realizar esta importante etapa en mi vida dándome cada día vida, salud, fuerzas y protección para poder concluirlo.
- A MIS AMADOS PADRES:** quienes con tanto esfuerzo y dedicación me apoyaron cada día de mi carrera para que no me faltara nada. No tengo palabras para agradecerles esta gran oportunidad que me han dado, espero puedan disfrutar tanto este triunfo como yo, porque antes de ser mío es suyo mis amados padres de quiénes tengo tan magnífico ejemplo de lucha y arduo trabajo día a día.
- A MIS HERMANOS:** Ale, Gaby, Prisci y Teban. Espero que pueda ser de ejemplo en cuanto a superación profesional para un futuro, ya que el camino no es fácil, pero puede que se facilite un poco al tener preparación universitaria. Gracias por todos su apoyo y los quiero mucho.
- A JUAN MA:** mi inseparable amigo de la universidad desde el primer año. Muchísimas gracias por tu apoyo mi vida, gracias por estar conmigo en las buenas y en las malas al igual que estar pendiente de cumplir esta meta. Te amo mucho.
- A CLAUDIA, ILEANITA Y LUCKY:** muchas gracias por siempre alentarme a concluir mi carrera y a darme su apoyo incondicional, que Dios las bendiga siempre.

**A MIS FAMILIARES:**

Tía Ericka y Mami, quienes desde pequeña han estado conmigo deseando este logro profesional. Lamento mucho que Mami se haya adelantado al cielo; pero espero que desde allí ella se sienta orgullosa de su nieta que tanto la amó y seguirá amando su recuerdo. De igual manera a Mamá Alix quién es la esencia de la perseverancia y disciplina gracias por su gran corazón lleno de amor y ternura, tengo tanto que aprenderle Mamá. De igual forma a mi tía Sonia y demás familiares que me resulta muy difícil poder nombrarlos en tan poco espacio, sin embargo ustedes saben quiénes son.

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A LA FMVZ:**

Por ser mi casa de estudios en los últimos 5 años y darme la oportunidad que muy pocos pueden tener, en alcanzar la educación superior para ser más competitiva en el campo laboral. Dios bendiga la FMVZ y a sus catedráticos.

### **A MIS ASESORES:**

Por compartir sus conocimientos, su tiempo, su colaboración y palabras de ánimo para realizar esta tesis lo mejor posible.

### **A LOS**

### **PROFESIONALES:**

Lic. Velisario Duarte quien desde Chiquimula contribuyó en el desarrollo de la tesis con su experiencia en curtiembre. Gracias por hacer su esfuerzo en viajar desde dicho departamento. Lic. Corzantes, gracias por su motivación cada vez que lo encontraba en la facultad. A Lesly Díaz, gracias por su paciencia y apoyo incansable cada vez que llegaba a la facultad para las correcciones de la tesis.

# ÍNDICE

<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>II. HIPÓTESIS</b> .....	3
<b>III. OBJETIVOS</b> .....	4
3.1 Objetivo General.....	4
3.2 Objetivos Específicos.....	4
<b>IV. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	5
4.1 Historia.....	5
4.2 La piel.....	5
4.3 Procedencia de las pieles.....	6
4.4 Tipos de conservación.....	7
4.5 Proceso de curtiembre.....	8
4.6 Tipos de curtiembre.....	10
4.7 Procesos posteriores a la curtiembre.....	14
4.8 Normativas para la evaluación física de la calidad del cuero.....	17
4.8.1 Normativa ISO-International Organization for Standartization.....	18
4.8.2 Normativa IULTS-International Union of Leather Technologist and Chemists Societie.....	18
4.8.3 Norma de ensayo físico del cuero IUP 6.....	19
4.8.4 Norma de ensayo físico del cuero IUP 8.....	19
4.8.5 Norma de ensayo físico del cuero IUP 9.....	19
<b>V. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	21
5.1 Materiales.....	21
5.1.2 Recursos humanos.....	21
5.1.3 Recursos de laboratorio.....	21
5.1.4 Recursos de estudio.....	21
5.1.5 Recursos de campo.....	22

5.2	Metodología.....	22
5.2.1	Clasificación de los tratamientos evaluados.....	23
5.2.2	Proceso de curtiembre.....	23
5.2.3	Evaluación física de las variables.....	25
5.2.4	Análisis estadístico.....	26
<b>VI.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>27</b>
6.1.	Comparación de costos.....	32
<b>VII.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>33</b>
<b>VIII.</b>	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>34</b>
<b>IX.</b>	<b>RESUMEN.....</b>	<b>35</b>
	<b>SUMMARY.....</b>	<b>36</b>
<b>X.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>37</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

### **Cuadro No.1**

Clasificación de los tratamientos.....23

### **Cuadro No. 2**

Resistencia a la tracción y elongación (IUP6- VNI I50 3376).....28

### **Cuadro No. 3**

Resistencia al desgarro (IUP8-UNI I50 3377).....29

### **Cuadro No. 4**

Resistencia de la flor a la rotura-Lastómetro (IUP 9-UNI3379).....30

### **Cuadro No. 5**

Comparación de costos por tratamiento.....31

## ÍNDICE DE FIGURAS

### **Figura No. 1**

Resistencia a la tracción y elongación (IUP6-UNI I50 3376).....28

### **Figura No. 2**

Resistencia del desgarro (IUP8-UNI I50 3377).....29

### **Figura No. 3**

Resistencia de la flor a la rotura Lastómetro (IUP9- UNI 3379).....31

## I. INTRODUCCIÓN

Actualmente Guatemala produce una aproximada cantidad de 30,480 TM de peces, ya que es considerada una alternativa para satisfacer las necesidades alimentarias del área rural, aportando un excelente valor nutritivo a la dieta así como generación de fuente de empleo tanto en el sector industrial así como artesanal (12).

Para muchos la piel es considerada como material de desecho, ya que se tiene escaso conocimiento en el país de su beneficio como subproducto. Su aprovechamiento es una buena alternativa para la producción de piel utilizable, debido a su resistencia a procesos de curtiembre y teñido conforme las necesidades de la industria.

La piel de tilapia con valor agregado puede beneficiar el sector artesanal, donde se puede dar cabida sobre todo a las mujeres de sectores rurales o de las propias áreas pesqueras, lo cual garantiza una mejor interacción con el medioambiente.

Entre los artículos que se pueden fabricar con esta piel tenemos carteras, billeteras, portafolios, chaquetas, monederos, llaveros, porta chequeras, cinturones, correas para relojes, apliques para traje de baño y pantalones, zapatos, entre otros artículos.

Esta alternativa podría ser una opción muy atractiva, en cuanto a su exportación, y de esta forma encontrar la oportunidad de expandir la oferta nacional en el mercado europeo, ya que es considerado como principal comprador de este tipo de cuero por su alta demanda en la industria de la confección y tapicería del viejo mundo.

Tomando en consideración la información anterior, se presenta a consideración la investigación de diferentes fuentes de taninos para el proceso de curtiembre, el cual se encuentra dentro de la línea de investigación de alternativas de productividad, con el desarrollo de nuevos productos agroindustriales y artesanales.

## II. HIPÓTESIS

El uso de las diferentes fuentes de taninos vegetales, Quebracho (*Schinopsis balansae*), Nacascalote (*Caesalpineia coriaria*) y Mangle Rojo (*Rhizophora mangle*) en la curtiembre de la piel de tilapia (*Oreochromis aureus*) no afecta sus características físicas en términos de resistencia a la tracción y elongación ( $\text{N/mm}^2$ ), resistencia al desgarro ( $\text{N/mm}$ ) y resistencia de la flor a la rotura (N).

### **III. OBJETIVOS**

#### **3.1. General**

Generar información sobre los resultados al utilizar taninos orgánicos en la curtiembre de piel de tilapia.

#### **3.2. Específicos**

- Evaluar las diferentes fuentes de taninos de Nacascalote, Quebracho y Mangle Rojo en la curtiembre de piel de tilapia en base a las variables de resistencia a la tracción ( $\text{N/mm}^2$ ), resistencia al desgarro ( $\text{N/mm}$ ) y resistencia de la flor a la rotura (N).
- Establecer una comparación económica entre los diferentes tratamientos.

## **IV. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **4.1 Historia**

La preparación de las pieles es sin lugar a dudas la más antigua de las industrias, ya que los pueblos primitivos no conocían la fabricación de materias textiles, y buscaban en los cueros y pieles el vestido para cubrir sus cuerpos; al igual que lo hicieron los sidonios.

Los chinos atribuyen a Tening-Fang, fundador de la dinastía de los Chang, el descubrimiento del curtido, mil setecientos setenta y seis años antes de Cristo (4).

### **4.2 La piel**

La piel de todos los peces, al igual que los vertebrados, esta compuesta también por dos capas importantes: la epidermis y la dermis o corium. La epidermis derivada del ectodermo embrionario que se encuentra compuesta, al igual que los mamíferos, por un epitelio pluriestratificado. Descansa sobre la dermis, nutriéndola ya que esta región posee vasos sanguíneos donde las sustancias alcanzan a las células epiteliales por difusión a través del segmento. Los vertebrados terrestres poseen un estrato corneo en la dermis, formada como bien es sabido por la queratina. En los peces en cambio, no ocurre tal cronificación. En el caso de los ciclóstomos, la dermis secreta una delgada película no celular denominada cutícula y que más adelante se tratará de ella.

Por otro lado la dermis se origina del esodermo embrionario y esta compuesta por tejido conjuntivo fibroelástico relativamente pobre en células. En los ciclostomos forma una capa compacta. En los peces en general, la dermis consiste en una capa superior muy delgada de tejido difuso, zona denominada estrato compacto. Esta zona es rica en fibras de colágeno las cuales están dispuestas en forma paralela a la flor y entrecruzadas entre sí en láminas.

Finalmente se encuentra el tejido subcutáneo o hipodermis, caracterizado por poseer tejido conjuntivo desorganizado y también adiposo, el cual sostiene a la dermis a través de musculatura.

Los estratos celulares de la epidermis contienen células mucosas que producen mucina, la cual es una glucoproteína que forma el mucus, una delgada secreción lubricante. Las células mucosas derivan de la membrana basal de la epidermis y cuando alcanzan la superficie forman un lumen a través del cual se libera su contenido. Las células mucosas difieren en número y tamaño dependiendo de la especie.

Con la mucina se reduce la fricción del pez con el agua permitiéndole alcanzar mayores velocidades con un gasto menor de energía y brindando protección a la piel de colonizaciones de parásitos y hongos (19).

#### **4.3 Procedencia de las pieles**

##### **a.) Procedencia de las pieles**

Las pieles destinadas para el proceso de curtiembre deben obtenerse de tilapias las cuales se han manejado con cuidadosa atención a la salud para lo cual basta con examinar su aspecto exterior que se encuentre libre de hongos, parásitos, bacterias o síntomas de enfermedades virales.

##### **b.) Extracción de la tilapia**

Los peces extraídos de su medio, deben almacenarse en hielo para su posterior utilización (22).

Para lograr una buena conservación de las pieles es necesario evitar que

estas se contaminen durante el fileteado y su posterior transporte a la sección de conservación.

Para ello se recomienda que al sacar la piel del animal se recoja directamente en recipientes limpios y adecuados para que no se ensucien con los restos de carne obtenidos del fileteado, que en mayor o menor cantidad pueden encontrarse en el suelo (19).

### **c.) Descarnado**

Este proceso es muy importante ya que de esto depende una buena conservación. Una vez efectuada la recolección de las pieles estas pasan a la sección de conservación. Ahí se extienden sobre una mesa limpia con el lado cárnico hacia arriba para efectuar un descarnado total, el cual consiste en quitar en lo posible toda la carne de la piel con un cuchillo bien afilado y teniendo el cuidado de no hacer agujeros, ya que esto le haría perder su valor comercial. En esta operación deberá eliminarse de la piel todas aquellas partes que no sirvan para la obtención de cuero, tales como colas, partes de espinas, ya que estos restos por su propia naturaleza y grosor son difíciles de secar adecuadamente o que la sal de conservación llegue a penetrar y que perjudique la preservación.

La conservación tiene como finalidad detener los procesos naturales de descomposición y mantener las pieles en el mejor estado posible desde la extracción hasta que se inicien los procesos de curtiembre, pues si las pieles no son conservadas se pudren rápidamente por la acción de hongos y bacterias, razón por la cual debe agregárseles sal y/o secarse (19).

#### **4.4 Tipos de conservación**

##### **a.) Por salmuera**

Consiste en sumergir las pieles en un baño de agua saturada con sal (relación de una libra de sal por un litro de agua) y mantenerlas así hasta su uso posterior (4).

##### **b.) Por salado seco**

Después del fileteado y descarnado total se lavan las pieles con agua, luego se escurren por un tiempo de diez minutos, para después colocarlas con la carne hacia arriba agregándoles abundante sal. Es necesario controlar el almacenamiento de las pieles en este tipo de conservación, ya que un calentamiento excesivo produce descomposición de la piel (19).

##### **c.) Por congelación**

Las pieles lavadas se acomodan carne con carne y se procede a mantenerlas bajo cero grados.

#### **4.5 Proceso de curtiembre**

##### **a.) Remojo**

Consiste en un lavado el cual tiene por objeto, limpiar las pieles, eliminar parte de la sal y las impurezas presentes. Lo que ocurre corresponde al proceso de remojo propiamente tal. La abundante cantidad de agua ayuda a proporcionar una mejor humectación de la piel. En la curtiembre de tipo industrial se utiliza el tensoactivo (detergente), el cual es un producto auxiliar para el remojo, acelera el

proceso y elimina parcialmente las grasas naturales que en conjunto con bactericidas dejan las pieles limpias de suciedad. En resumen el proceso de remojo tiene como objeto que las pieles saladas adquieran una flexibilidad similar a la que tenía cuando se separó del animal (19).

### **b.) Apelmbrado**

El pelambre tiene como objeto retirar la capa pigmentada gelatinosa y la totalidad de las escamas, aplicando sobre dicha superficie abundante cal, obteniendo así pieles totalmente limpias con la textura necesaria para proseguir el proceso (19).

### **c.) Desencalado**

Proceso donde se lava la piel para remover la cal y el sulfuro (en el caso se tenga la accesibilidad de trabajar con este último), para evitar posibles interferencias en las etapas posteriores del curtido y en el que se emplean volúmenes considerables de agua. Entre los compuestos químicos que se emplean están los ácidos orgánicos tamponados (sulfúrico, clorhídrico, láctico, fórmico, bórico y mezclas), las sales de amonio, el bisulfito de sodio, el peróxido de hidrógeno, azúcares y melazas, e inclusive ácido sulfoftálico (19).

### **d.) Piquelado**

El proceso de piquelado comprende la preparación química de la piel para el proceso de curtido, mediante la utilización de ácido fórmico y sulfúrico principalmente, que hacen un aporte de protones, los que se enlazan con el grupo carboxílico, permitiendo la difusión del curtiente hacia el interior de la piel sin que se fije en las capas externas del colágeno (13).

### **e.) Curtiembre**

La curtiembre es el proceso en el que mediante la adición de un curtiente se consigue estabilizar la estructura de la piel por formación de uniones transversales entre las fibras de la piel. El producto curtiente bloquea los grupos carboxilo, en el caso de los curtientes minerales, o los grupos amino, en el caso de los curtientes vegetales, y se une al coloide proteico aumentando el entrecruzamiento de las fibras de colágeno. Así, la piel se convierte en una materia duradera frente a la degradación física o biológica. Cada tipo de piel se puede tratar con distintos procedimientos de curtido, que se eligen según el uso al que este destinado el cuero. Los dos principales son el curtido mineral y el vegetal. El curtido al cromo se puede completar muchas veces en un solo día, mientras que el curtido vegetal puede exigir muchas semanas o meses (esto depende del tipo de especie del que provenga la piel) dando como resultado un cuero más firme, con mayor resistencia al agua y al estiramiento (19).

El pH es sin duda uno de los parámetros más importantes en todas las operaciones químicas del procesamiento del cuero, ya que este, por estar constituido de proteína con carácter anfotero, modifica la forma de reacción con varias sustancias del valor de pH del medio. En el caso del cuero, debido a los procesos de curtido, el pH normal es ácido. Sin un cuero presenta pH muy bajo (exceso de acidez) podemos tener problemas de baja resistencia al rasgado de las fibras a largo plazo. Esto ocurre porque el exceso de ácidos en la estructura del cuero (principalmente ácido sulfúrico) afecta las fibras, destruyéndolas lentamente, generando un cuero delgado (16).

## **4.6 Tipos de curtiembre**

### **a.) Curtiembre al cromo**

Se utiliza sulfato de cromo básico con un contenido aproximado de 26% de  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ , con pH de 2.5 a 2.6 y 33 a 35 por ciento de basicidad. El cuero obtenido presenta cualidades inmejorables tales como resistencia a la luz, agua, calor y gran aptitud para la tintura y acabado, ya que el cromo permite que las pieles sean introducidas en agua caliente sin que surja deterioro (11).

### **b.) Curtiembre al aluminio**

Se utiliza sulfato de aluminio Alm que tiene un contenido de 15.3 por ciento de óxido de aluminio ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) y que es lo que realmente curte, a un pH de 3.3. Este proceso no da una curtiembre plena o absoluta puesto que puede ser reversible a través del lavado, pero es una práctica de conservación ante todo en pieles livianas y de lujo; por ejemplo carteras, billeteras, portafolios, chaquetas, monederos, llaveros, porta chequeras, cinturones, correas para relojes, apliques para traje de baño y pantalones, zapatos, entre otros artículos.

El sulfato de aluminio se utiliza en la operación de pieles porque no tiene influencia en el color natural, no deja olor, da un artículo liviano pero un tanto reseco, lo cual puede contrarrestarse a través de un engrase (11).

### **c.) Curtiembre al ácido sulfúrico**

Realmente este proceso no da una curtiembre sino que más bien es una conservación demasiado antigua y actualmente en desuso, reversible 100 por ciento a través del lavado, con el gravamen que si al lavarse no se tienen los controles adecuados puede lograrse una destrucción de las fibras de colágeno,

este proceso es uno de los métodos utilizables para el aprovechamiento de la proteína en la fabricación de gelatinas puras (12).

#### **d.) Curtiembre vegetal**

El método más antiguo para producir cueros es el uso de ciertas sustancias vegetales, conocidas con el nombre de taninos naturales. Los taninos son sustancias que se producen en diversas partes de las plantas, como en las cortezas, frutos, hojas, raíces y semillas; a pesar de tener un origen común la especificidad de las plantas le da a los taninos diferencias en color, calidad y concentración (22).

El tanino es un compuesto que se oxida al contacto con el aire, es inodoro y de sabor agrio, soluble en agua, alcohol y acetona; reacciona con el cloruro férrico y otras sales; poco tóxico por ingestión. La clasificación de los taninos se hace con base en los siguientes criterios: productos resultantes de la destilación seca (hidrolizante y condensada) y por sus orígenes (fisiológicos y patológicos).

El nacascolote (*Caesalpinea coriaria*) proveniente del genero dedicado a Andrea Cesalpino (1519-1613), filósofo, médico y botánico italiano, incluyó aproximadamente 150 especies y se ubica en la familia Fabaceae, subfamilia Caesalpinioideae del epíteto que procede del latín coriarius, que significa “curtidor”, refiriéndose a los taninos que contiene esta planta, usados para curtir. Esta planta contiene taninos hidrolizables pertenecientes al grupo de los oligotaninos (24).

Quebracho (*Schinopsis balansae*) provenientes de schinus nombre genérico que deriva del griego schinos, que es el nombre antiguo del “lentisco”, una planta perteneciente a la misma familia y el epíteto balansae, que designa la especie, rinde honor al botánico y explorador francés Benedict Balansa (1825-1891) (14).

El quebracho pertenece a los taninos condensados constituidos por unidades flavonoides, los cuales soportan diversos grados de condensación, carbohidratos y restos de aminoácidos. En cuanto a de mangle rojo (*Rhizophora mangle*) proveniente del género *Rhizophora* referente a árboles tropicales pertenecientes a la familia *Rhizophoraceae* y el vocablo mangle de donde se deriva mangrove (en alemán, francés e inglés) es originalmente guaraní y significa árbol retorcido y fue descrito por Carlos Linneo y publicado en *Species Plantarum* en el año 1753 (25) (26) (27). Así mismo pertenece a los taninos condensados (catecoles) (21).

Para la extracción de los taninos se utiliza una mezcla de agua y alcohol, o simplemente agua; posteriormente se decanta y evapora a baja temperatura para obtener el producto final.

El extracto tánico es un material de naturaleza vegetal, soluble en agua, que combinado con la proteína del cuero tiende a hacer una piel resistente a la putrefacción. El curtiente vegetal brinda firmeza, cuerpo, peso, color, menor flexibilidad y menor suavidad (20).

En el curtido de cueros de calidad, utilizando taninos vegetales, hay que cuidar de una serie de factores importantes; concentración del tanino, el pH (para obtener la máxima fijación y para controlar el endurecimiento), la temperatura (para lograr una operación económica y evitar que se dañen los cuero) y la velocidad de penetración de los curtientes (3).

El extracto de quebracho contiene alrededor de 65 a 70 por ciento de tanino cuando es de buena calidad, con un 6 a 10 por ciento de materiales insolubles (16).

El contenido de tanino de la corteza varía entre el 15 y el 36 por ciento en base al peso seco. La corteza del mangle rojo se recolecta, se seca y se pulveriza con el fin de obtener un alto rendimiento de tanino (15).

La semilla de nacascolote apreciada por su alto contenido de taninos en los frutos entre 40 a 50 por ciento del tipo hidrolizable y 7.5 por ciento de taninos catequínicos, con excelente potencial para ser utilizada para la curtiduría (17).

#### **4.7 Procesos posteriores a la curtiembre**

##### **a.) Rebajado**

El objetivo de esta operación es darle al cuero el espesor requerido para el artículo final, es decir, conseguir cueros de espesura uniforme, tanto en un cuero específico como en un lote de cueros. Antiguamente se rebajaba a cuchillo, actualmente se realiza con máquinas de rebajar que constan de un cilindro con cuchillas con filo helicoidal. En aquellas máquinas que no tienen este cilindro, la retención la realiza el propio operario con su cuerpo (19).

##### **b.) Neutralizado**

El objetivo del neutralizado es para para posibilitar a los recurtientes y colorantes una penetración regular en el cuero y evitar sobrecargar la flor y con ello evitar sus consecuencias negativas (poro basto, tensión en la flor).

El bicarbonato de sodio  $\text{NaHCO}_3$ : Es el más utilizado. Tiene buena acción en profundidad y peligro de desacidulación excesiva sólo en cantidades elevadas. Si se disuelve a más de  $35^\circ\text{C}$  de lo contrario se forma carbonato sódico. Una sobre dosis de bicarbonato sódico lleva irremisiblemente a pH muy por encima de 6. Las consecuencias serán: soltura de flor y flor basta.

Si el cuero no está neutralizado y se pone en contacto con la piel humana, puede producirse una cierta irritación en la zona de contacto que es debida a la acidez e independiente de los problemas de alergia al cromo particulares (7).

### **c.) Recurtido**

Es el proceso en el cual se le da una determinada calidad al cuero. Por ejemplo: cueros blandos o duros, elásticos o rígidos, suaves o ásperos, etc. Esto se logra mediante la adición de reactivos precisos y específicos los cuales se encuentran en el mercado de la industria química bajo distintas denominaciones de fantasía, también se pueden utilizar curtientes vegetales, minerales o sintéticos, los cuales no cambiarán en lo absoluto aunque que el cuero presente una curtiembre al cromo. La diferencia está en las cualidades que aquellos reactivos otorgaran al producto final, en todo caso, cualquiera que sea el producto agregado el objetivo es rellenar el cuero y darle una determinada calidad final (19).

### **d.) Teñido**

El teñido del cuero ha tenido un desarrollo importante que se ha mantenido con la introducción de los pigmentos en el acabado. Este consiste en un conjunto de operaciones cuya finalidad es conferirle al cuero determinada coloración, ya sea superficialmente, en parte del espesor o en todo el espesor para mejorar su apariencia, adaptarlo a la moda e incrementar su valor. El tiempo de operación se encuentra entre treinta minutos a una hora (19).

### **e.) Engrase**

Es darle la suavidad requerida al cuero dependiendo de su utilización final, con el objeto de lograr un buen engrase adecuado es necesario utilizar diferentes tipos de engrasantes para conseguir un equilibrio y uniformidad en lo que respecta a penetración interna y superficial, otorgando un tacto suave y delicado, con un aspecto natural del cuero (19).

## **f.) Secado**

El secado depende del medio usado y la forma de conducir esta operación física, ya que pueden producirse modificaciones importantes en las características del cuero terminado. Reducción de la humedad y concentración de la superficie, al secar al aire colgados libremente el cuero se encoge, se dobla, endurece y se pronuncia el poro.

Para obtener características buenas y contrarias se debe secar pegando a una placa plana. Las menos evidentes son: variación del punto isoeléctrico, formación de diversos enlaces en las fibras, productos y migraciones de sustancias solubles a la superficie. El secado rápido origina un cuero de mala calidad, mientras que un secado lento y controlado produce todo lo contrario (19).

## **g.) Ablandado**

Durante el proceso de secado, con el retiro del agua superficial y de los capilares, se da una compactación (acomodación) y una retracción de las fibras, resultando en un cuero rígido en ciertas áreas. El ablandamiento es una operación que consiste en romper mecánicamente la adhesión entre las fibras confiriéndole al cuero flexibilidad y blandura.

La finalidad del mismo consiste entonces en separa las fibras compactas durante el secado, esto es hacer que las fibras que sufrieron retracción vuelvan a sus posiciones originales, a través de un traccionamiento mecánico. De igual forma promueve una acción lubricante de los aceites de engrase instalados en la estructura fibrosa (5).

## **h.) Acabado en Seco**

Finalizada la operación de ablandado es conveniente secar los cueros manteniéndolas planas hasta alcanzar un contenido final de humedad del, pero fundamentalmente para obtener el mayor rendimiento posible de superficie y retirar parte de su elasticidad, alcanzando una estabilidad de la forma, obteniendo un cuero más armado (10).

### **4.8 Normativas para la evaluación física de la calidad del cuero**

Las normas sirven para acordar una calidad en la que se pueda pactar, entre comprador y vendedor, qué características son fundamentales en un cuero dado para poder producir con él un objeto determinado, cómo deben ser controladas y cuáles deben ser los resultados de los métodos que lo harán aceptable, por ejemplo, si hablamos de cuero para calzado de seguridad es importante medir la permeabilidad al vapor de agua pero no la resistencia a la flexión.

Conocer mejor los métodos de curtiembre y su relación con el parámetro que miden la calidad nos ha de permitir conocer más profundamente el cuero para mejorar sus características, controlar de forma más objetiva nuestras producciones para defenderlas mejor de las quejas de los consumidores y promover unas especificaciones de calidad que satisfagan las exigencias de uso de los consumidores a la vez que preserven los valores estéticos y sensoriales que han hecho del cuero, ya que es el material noble, distinguido y hermoso que todos apreciamos en diferentes productos.

Las especificaciones actuales de calidad sólo tienen en cuenta una parte de estos factores (propiedades de uso y calidad ecológica), es por ello que, es tan importante conocer las normas de calidad que pueden influir poderosamente en el aspecto final de un material tan especial como es el cuero (8).

#### **4.8.1 Normativa ISO - International Organization for Standardization**

Es una federación de ámbito mundial, una organización no gubernamental establecida en 1947. Es el mayor sistema mundial para la colaboración técnica e industrial de ámbito internacional. Los trabajos de ISO son descentralizados y se llevan a cabo por los comités y subcomités técnicos. La Secretaría Central en Ginebra coordina las operaciones ISO, controla las votaciones y sistemas de aprobación y publica los estándares internacionales.

El ISO TC/120 es el comité para cueros y pieles tanto en bruto como curtidos. Los comités ISO TC/137 e ISO TC/45 cubren el calzado de cuero y el de otros materiales y el ISO TC/176 es el comité para el aseguramiento de la calidad (8).

#### **4.8.2 Normativa IULTCS - International Union of Leather Technologists and Chemists Societies**

Agrupada, en la actualidad, a más de 40 países de todo el mundo, ya en su conferencia inaugural (entonces como International Association of Leather Trades'Chemist IALTC) en 1897 se aprobó como un objetivo la adopción de métodos de análisis normalizados, así como la investigación en todos los temas relacionados con las industrias del cuero. La elaboración de normas de ensayo la delegó en tres comisiones de trabajo:

- 1- La IUC, Comisión Internacional para análisis químicos
- 2- La IUP, Comisión Internacional para ensayos físicos
- 3- La IUF, Comisión Internacional para ensayos de solidez

La IUC y la IUP producen normas de ensayo, bien sean químicas o físicas, que implican en el ensayo toda la muestra de cuero en su globalidad, mientras

que, las normas IUF solo someten a ensayo la superficie del cuero o bien observan como un agente externo altera la misma.

Las Comisiones están formadas por miembros de Institutos de cuero y de calzado y por miembros de la industria química y de curtidos. Ellos seleccionan y estudian métodos de ensayo, comparan y evalúan los resultados obtenidos con los mismos en diferentes laboratorios y proponen los borradores de norma para su adopción por el Consejo de Delegados en el Congreso bienal de la Unión (8).

#### **4.8.3 Norma de ensayo físico del cuero IUP 6**

Esta norma ve la determinación de la resistencia al desgarre y a la tracción. Estos ensayos son utilizables en todos los tipos de cueros. Las mismas muestras pueden utilizarse para llevar a cabo todos o algunos de los ensayos. Se verifica la resistencia del cuero en cuanto a la intensidad de tracción y a la elongación porcentual, cuando son sometidos al test en la máquina de tracción (dinamómetro) por carga específica y en el punto de ruptura (32).

#### **4.8.4 Norma de ensayo físico del cuero IUP 8**

Indica la determinación de la resistencia al desgarro (continuado). Verifica la resistencia de cuero en cuanto al desgarro progresivo, después de sufrir un corte (32).

#### **4.8.5 Norma de ensayo físico del cuero IUP 9**

Determina la elasticidad superficial y resistencia de la capa de flor. Verifica la medida de distensión y de resistencia de la capa flor por el test de ruptura. Este método puede aplicarse a cualquier clase de cuero ligero, pero se ha procurado que pueda utilizarse especialmente en cueros para empeine de calzado. Para

cueros de flor modificada se considera como capa flor aquella superficie que ha sido preparada o acabada de modo que simule la capa flor o que se procura utilizarla en lugar de la flor de un cuero ordinario. Para evitar problemas en la fabricación del calzado, se realiza este test, ya que cuando el zapato está montado la flor se estira aproximadamente un 25 por ciento (6).

## **V. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **5.1 Materiales**

#### **5.1.2 Recursos Humanos**

- Tesista
- Asesores: Lic. Zoot. Roberto Ruano Viana, M.A. Enrique Corzantes, Lic. Zoot. Velisario Duarte.
- Personal del laboratorio de Bromatología de la Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Personal del laboratorio de tecnología del cuero del Instituto Técnico de Capacitación y Productividad (INTECAP).

#### **5.1.3 Recursos de laboratorio**

- Balanza analítica
- Mortero
- Tamiz
- Horno
- Termómetro
- Bandeja de asbesto
- Papel periódico
- Dinamómetro
- Lastómetro
- Termómetro

#### **5.1.4 Recursos de estudio**

- 60 pieles de tilapia
- Sales de Cromo
- Harina de semilla de Nacascote
- Harina de corteza de Quebracho
- Harina de corteza de Mangle Rojo

### 5.1.5 Recursos de campo

- Agua
- Jabón líquido
- Vinagre
- Sal común
- Aceite de cocina
- Recipientes plásticos
- Cuchillos
- Balanza analítica
- Mesa
- Reloj
- Calculadora
- Libreta
- Lapicero
- Hielera
- Hielo
- Bolsas plásticas
- Brocha
- Metro

## 5.2 Metodología

Las pieles se obtuvieron por medio de Guatilapia S.A, la cual tiene como mercado principal la venta de filetes, estando la piel en concepto de desecho al obtener la carne, las tilapias utilizadas fueron originarias del departamento Santa Rosa.

Las sales de Cromo, Quebracho y las semillas de Nacascalote son procedentes del departamento de Chiquimula, y por último, la corteza de Mangle Rojo se obtuvo de playas ubicadas en el Puerto de San José, Escuintla. Tanto las semillas de Nacascalote como el Mangle Rojo fueron procesados en un molino para obtener la harina curtiende de estos en el Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

### 5.2.1 Clasificación de los tratamientos evaluado

Para el experimento se procesaron 60 pieles de tilapia, distribuidas en 4 tratamientos de 5 repeticiones cada una, y siendo la unidad experimental de 3 pieles. Los tratamientos se clasificaron de la siguiente manera:

**Cuadro No. 1 Clasificación de los tratamientos**

<b>TRATAMIENTO 1 (Testigo)</b>	<b>TRATAMIENTO 2</b>	<b>TRATAMIENTO 3</b>	<b>TRATAMIENTO 4</b>
Sales de Cromo	Harina de semilla de Nacascalote	Harina de corteza de Quebracho	Harina de corteza de Mangle Rojo

Fuente: Elaboración propia

### 5.2.2 Proceso de curtiembre

Debido a que las pieles se encontraban congeladas fueron remojadas con agua fría, la cual se cambió a cada hora en un lapso de 8 horas, finalmente fueron lavadas con jabón líquido y abundante agua.

#### a.) Sales de Cromo (Testigo)

Se procedió a mezclar 87 gramos de sales de Cromo y 17 gramos de sal común en un recipiente plástico al cual se agregó 2 litros de agua, luego se sumergieron 15 pieles por un tiempo de 8 horas (23).

#### b.) Harina de Nacascalote

Se procedió a mezclar 87 gramos de harina de semilla de Nacascalote y 203 gramos de sal común al cual se agregó 2 litros de agua, luego se sumergieron 15 pieles por un tiempo de 24 horas (23).

### **c.) Harina de Quebracho**

Se mezcló 87 gramos de harina de corteza de Quebracho y 203 gramos de sal común al cual se agregó 2 litros de agua y 268 mililitros de vinagre (este evitó la formación de grumos en la solución), luego se sumergieron 15 pieles por un tiempo de 18 horas (23).

### **d.) Harina de Mangle Rojo**

Se pesó en una balanza 87 gramos de harina de corteza de Mangle Rojo, 203 gramos de sal común al cual se agregó 2 litros de agua, luego se mezclaron correctamente los diferentes componentes en los que se sumergieron 15 pieles por un tiempo de 18 horas.

Las mezclas de los 4 tratamientos fueron removidas a cada 20 minutos para evitar la sedimentación de las sales curtientes.

Al concluir el tiempo estipulado de cada tratamiento se retiraron las pieles de las soluciones curtientes y fueron trasladadas a recipientes plásticos con 10 litros de agua limpia, donde se mantuvieron por 20 minutos para ser finalmente lavadas con jabón y abundante agua.

Posteriormente, las pieles fueron extendidas por 20 minutos bajo sombra y sobre una superficie inclinada para el secado de las mismas. Para realizar el acabado de las pieles se aplicó con la yema de los dedos aceite de cocina sobre el área carnosa de estas (23).

### **5.2.3 Evaluación física de las variables**

Para evaluar las variables del experimento, las pieles tratadas fueron

expuestas a diferentes pruebas físicas que se norman según IULTCS (Unión Internacional de la Sociedad Técnica y Química del cuero, según siglas en inglés) que evalúan la calidad de los cueros y pieles para determinar el uso de estas. Las unidades experimentales fueron analizadas en el Instituto Técnico de Capacitación y Productividad (INTECAP), específicamente en el Laboratorio de Tecnología del cuero con respecto a las siguientes variables:

**a.) Resistencia a la tracción y elongación (IUP 6 – UNI ISO 3376) (N/mm<sup>2</sup>)**

Para la evaluación física de esta variable se utilizaron muestras de 50 mm x 20 mm de área de rotura, a una velocidad de 100 mm/min. La fuerza fue aplicada con un dinamómetro en el mismo sentido de la longitud más grande de la muestra. La medida para determinar esta variable es N/mm<sup>2</sup> (Nwtoms por milímetro cuadrado), para medir la presión y la fuerza ejercida sobre el cuero por el diámetro (18).

**b.) Resistencia al desgarro (IUP 8 – UNI ISO 3377) (N/mm)**

Para la evaluación de esta se utilizaron muestras de 50 mm x 25 mm de área de rotura, con fisura horizontal de 20 mm, a una velocidad de 100 mm/min. La fuerza de desgarro fue aplicada en el mismo sentido perpendicular a la longitud más grande de la muestra. Para esta prueba también se utilizó el dinamómetro expresando los resultados con la unidad de medida de newton por milímetro, el cual indica el esfuerzo de corte, es decir, la aplicación de una fuerza paralela a la superficie (cuero de tilapia), sobre la que actúa dicha fuerza (1).

**c.) Resistencia de la flor a la rotura – Lastómetro (IUP 9 – UNI ISO 3379)(N)**

Para la evaluación de esta prueba fue utilizado el Lastómetro, en compara-

ción de las anteriores. El ensayo se efectuó presionando una bola de acero contra el centro del lado carne de una probeta de cuero en forma de disco y firmemente sujeta a su periferia. La presión de bola y alargamiento de la probeta resultantes fueron registrados en el momento en que la flor se agrietó. La unidad del Sistema Internacional para describir esta prueba es newton (N) ya que este indica la fuerza que actúa sobre un cuerpo, es este caso sobre el cuero de tilapia (2). Todas las pruebas se realizaron con una temperatura ambiente entre 18 y 20°C, con una humedad relativa de 65 por ciento.

#### **5.2.4 Análisis estadístico**

Para la evaluación de las anteriores variables se utilizó un diseño experimental completamente al azar utilizando el análisis de varianza (ANDEVA), y posteriormente se aplicó la prueba de comparación de medias Tukey, por medio del software para análisis estadístico de aplicación general InfoStat.

## VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En base a las 60 pieles evaluadas a través de pruebas físicas de laboratorio, se obtuvieron los siguientes resultados estadísticos para cada una de las variables, los cuales se describen a continuación.

### **a.) Resistencia a la tracción y elongación (IUP 6 – UNI ISO 3376)**

De acuerdo con la prueba de medias de Tukey, reflejada en el cuadro 2, se detectaron diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0.05$ ) en los resultados, expresados en  $N/mm^2$ , estableciendo que el tratamiento de Cromo (testigo) mostro diferencia a los tres tratamientos restantes. Por su parte los tratamientos Nacascalote, Quebracho y Mangle Rojo mostraron igualdad entre ellos, siendo el tratamiento de Cromo superior a la resistencia a la tracción y elongación.

Por lo tanto el valor medio  $43.59 N/mm^2$  para el tratamiento de Cromo (testigo), según la normativa de UNI 10594, cargas máximas o iguales están recomendadas para la elaboración de algunos productos como calzado en empeine, peletería, tapicería y vestimenta.

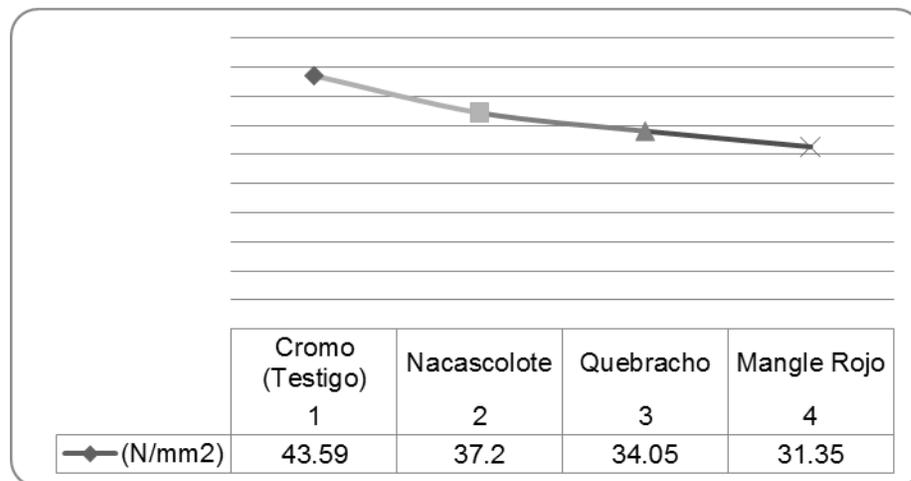
Lo anterior coincide con lo citado por Velisario (16), en relación a que las pieles curtidas con minerales, especialmente con cromo, son pieles más firmes y con mayor resistencia a la tracción.

**Cuadro No.2 Resistencia a la tracción y elongación (IUP 6–UNI ISO 3376)**

NÚMERO DE TRATAMIENTO	TIPO DE TRATAMIENTO	VALORES PROMEDIO (N/mm <sup>2</sup> )		
1	<b>Cromo (Testigo)</b>	43.59	A	
2	<b>Nacascalote</b>	37.20		B
3	<b>Quebracho</b>	34.05		B
4	<b>Mangle Rojo</b>	31.35		B

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ )  
 Quetzaltenango, junio 2009.

**Figura No. 1: Resistencia a la tracción y elongación (IUP 6 – UNI ISO 3376)**



Quetzaltenango, junio 2009.

**b.) Resistencia al desgarro (IUP 8-UNI ISO 3377)**

Conforme los resultados dados en N/mm, que muestra el cuadro 3, se determinó que los tratamientos de Quebracho y Nacascalote tienen igual resistencia al desgarro entre ellos, siendo superiores entre los tratamientos evaluados.

Lo anterior, respecto al tratamiento de Quebracho, coincide con lo citado por Rueda(21), en relación a que es un elemento curtiente apropiado, ya que aporta una concentración adecuada de taninos que penetran y se fijan en las fibras de colágeno de la piel, formando un cuero firme, sólido y pesado con resultados eficientes.

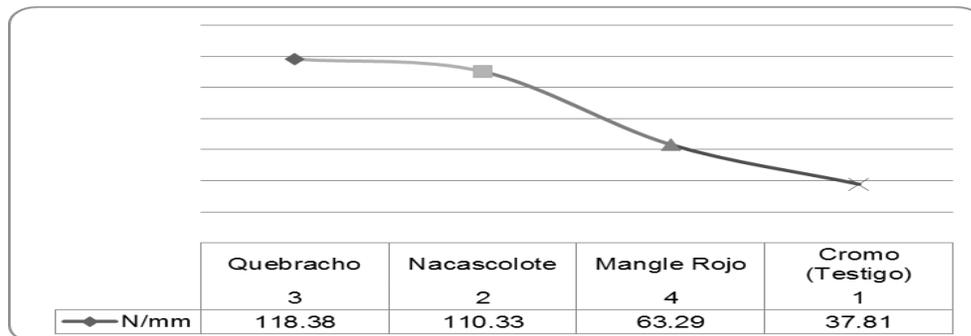
Por otro lado los valores obtenidos de esta prueba varían entre 37.81 hasta 118.38 N/mm, según las normas UNI 10594 con carga menores no se recomienda para calzado, tapicería, cueros técnicos y vestimenta.

**Cuadro No. 3: Resistencia al desgarró (IUP 8-UNI ISO 3377)**

NÚMERO DE TRATAMIENTO	TIPO DE TRATAMIENTO	VALORES PROMEDIO (N/mm)		
3	Quebracho	118.38	A	
2	Nacascalote	110.33	A	
4	Mangle Rojo	63.29		B
1	Cromo (Testigo)	37.81		C

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ )  
 Quetzaltenango, junio 2009.

**Figura No. 2: Resistencia al desgarró (IUP 8-UNI ISO 3377)**



Quetzaltenango, junio 2009

Fuente: Elaboración propia

### c.) Resistencia de la flor a la rotura-Lastómetro (IUP 9-UNI 3379)

Basándose en los valores obtenidos en el cuadro 4, se detectaron diferencias significativamente estadísticas que muestra que los tratamientos de Mangle Rojo, Nacascalote y Cromo (testigo) fueron iguales entre sí y a la vez diferentes al tratamiento de Quebracho, este último siendo el superior de los tratamientos a la resistencia de la flor a la rotura.

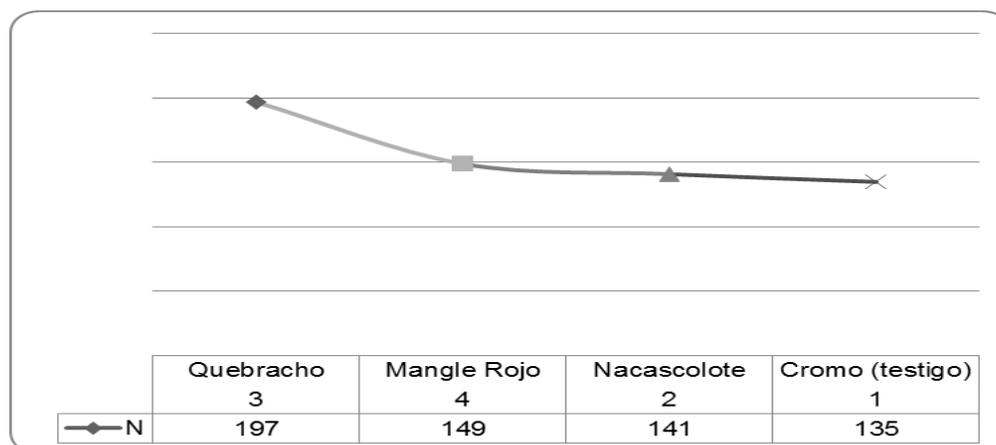
Silva (22) menciona que durante el proceso de curtido vegetal, los taninos se fijan al colágeno de la piel, principalmente por puentes de hidrógeno, estos enlaces son débiles pero numerosos. Los enlaces de hidrógeno no son suficiente fuertes en comparación a los enlaces covalentes que ocurren durante un proceso de curtido al cromo. Por otro lado los valores obtenidos de esta prueba varían entre 135 hasta 197 N, según las normas UNI 10594 con cargas semejantes a estos valores se recomienda para empeine de calzado, peletería, accesorios, y vestimenta.

**Cuadro No. 4: Resistencia de la flor a la rotura-Lastómetro (IUP 9-UNI 3379)**

<b>NÚMERO DE TRATAMIENTO</b>	<b>TIPO DE TRATAMIENTO</b>	<b>VALORES PROMEDIO (N)</b>		
<b>3</b>	<b>Quebracho</b>	197	<b>A</b>	
<b>4</b>	<b>Mangle Rojo</b>	149		<b>B</b>
<b>2</b>	<b>Nacascalote</b>	141		<b>B</b>
<b>1</b>	<b>Cromo (testigo)</b>	135		<b>B</b>

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ )  
Quetzaltenango, junio 2009.

**Figura No. 3: Resistencia de la flor a la rotura-Lastómetro (IUP 9-UNI 3379)**



Quetzaltenango, junio 2009.

Fuente: Elaboración propia

## 6.1 Comparación de costos

Se tomó en cuenta los costos de cada uno de los insumos que se utilizó para llevar a cabo la realización de cada tratamiento, identificando cuál fue el más económico, para el proceso de curtiembre en pieles de tilapia de 2 libras de peso. Los datos se describen en el siguiente cuadro.

**Cuadro No. 5 Comparación de costos por tratamiento**

COSTOS DE INSUMOS	TRATAMIENTOS			
	Cromo (Testigo)	Nacascalote	Quebracho	Mangle Rojo
Número de pieles curtidas por tratamiento	15	15	15	15
Gramos de Sustancias curtientes (Q.°)	2.26	4.93	2.19	4.93
Pieles de tilapia (Q.°)	12.50	12.50	12.50	12.50
Otros (Q.°)	1.02	1.83	3.93	1.83
<b>TOTAL</b>	<b>30.78</b>	<b>34.26</b>	<b>33.62</b>	<b>34.26</b>

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro no. 5, se observa que el tratamiento a base de Cromo (testigo) representó menor costo, seguido por el tratamiento de Quebracho. Existe una diferencia del 8.44 por ciento de costos entre el tratamiento testigo, los tratamientos de Nacascalote y Mangle Rojo, en los cuales hay un diferencial de 10.15 por ciento, es decir, 1.71 por ciento más que con Quebracho.

## VII. CONCLUSIONES

En base a las condiciones en que se realizó el presente trabajo, se concluye que:

- Los tratamientos con mejores resultados para la resistencia de tracción y elongación fue el Cromo (testigo).
- Para la resistencia a la prueba física de desgarro, los mejores tratamientos fueron Quebracho y Nacascolote.
- En la prueba física de resistencia de la flor a la rotura, el Quebracho fue el tratamiento que mejor resultado presentó.
- El tratamiento que representó menor costo fue el proceso a base de Cromo (testigo), debido a que es el producto más comercializado para el proceso de curtiembre en comparación del resto de tratamientos analizados.
- Los resultados de los taninos vegetales empleados en los procesos de curtiembre de piel de tilapia son similares y/o mejores que las sustancias minerales, obteniendo así buena alternativa para implementarla de forma artesanal en las diferentes comunidades de Guatemala.
- Por lo tanto, al haber analizado estadísticamente los resultados de las tres variables, se rechaza la hipótesis nula que indica que cada una de las fuentes de taninos aplicadas en el proceso de curtiembre de piel de tilapia, no afecta los resultados en base a la característica de resistencia a la tracción y elongación, resistencia al desgarro y resistencia de la flor a la rotura.

## VIII. RECOMENDACIONES

- Utilizar tanino de Quebracho y Nacascalote para la curtiembre de piel de tilapia debido a que mejora la resistencia al desgarro.
- Evaluar tanino de Quebracho y Nacascalote para la curtiembre de otras pieles de pescado, por ejemplo del Róbalo (*Centropomus robalito*).
- En futuras investigaciones sobre curtiembre de piel de tilapia evaluar diferentes tiempos de curtiembre para determinar el efecto sobre las variables estudiadas en este trabajo.
- Desarrollar investigaciones en busca de nuevas fuentes de taninos en las diferentes zonas del país que posean las concentraciones aptas para el proceso de curtiembre.

## IX. RESUMEN

En este trabajo de tesis se evaluó la efectividad de tres diferentes fuentes de taninos que fueron el nacascolote, quebracho y mangle rojo para la curtiembre de piel de tilapia en base a las siguientes variables: 1) Resistencia a la tracción; 2) Resistencia al desgarrado y 3) Resistencia de la flor a la rotura. Todos los resultados fueron analizados por método estadístico de Tukey. Por su parte los tratamientos anteriormente mencionados mostraron igualdad entre ellos, siendo el tratamiento de cromo (testigo), superior en lo que respecta a la resistencia de la tracción y elongación. El quebracho y el nacascolote presentaron resultados favorables superiores a los demás, demostrando mayor resistencia a la prueba física del desgarrado. En la última variable analizada del estudio, se encontró que el quebracho fue el que mejor resultados presentó a la resistencia de la flor a la rotura. Por último, se compararon los costos del proceso de curtiembre de cada tratamiento y se determinó que el cromo (testigo), es favorablemente más económico para tratar y curtir pieles en comparación de los demás tratamientos analizados por su alta demanda en comparación a las fuentes estudiadas en esta investigación. Aunque se demuestra que con fuentes naturales y no químicas se puede obtener igual o mejores resultados en la técnica de curtiembre de piel de tilapia.

## **SUMMARY**

In this thesis the effectiveness of three different sources were nacascolote tannins, quebracho and mangrove red leather tannery for tilapia based on the following variables were evaluated: 1) Tensile strength; 2) Tear resistance and 3) Flower Resistance to breakage. All results were analyzed by statistical method of Tukey. Meanwhile the aforementioned treatments showed equality between them, being chromium treatment (control), superior in regard to tensile strength and elongation. Nacascolote quebracho and others showed higher favorable results demonstrating improved resistance to physical evidence of tearing. The last variable analyzed in the study, it was found that the fuel quebracho best results submitted to the resistance to breakage flower. Finally, the costs of tanning process each treatment were compared and it was determined that chromium (control), it is more economical to treat favorably and tan leather compared to the other treatments analyzed by high demand compared to the sources studied in this investigation. Although it is found that natural and chemical sources can obtain equal or better results in the leather tanning art tilapia.

## X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Blatt, FJ. 1991. Fundamentos de la Física: Dinámica. Trad. (es) V González Pozo. 3ª ed. Naucalpan, MX, Prentice-Hall, Inc. 878 p.
2. Blatt, FJ. 1991. Fundamentos de la Física: Propiedades mecánicas de la materia. Trad. (es) V González Pozo. 3ª ed. Naucalpan, MX, Prentice-Hall, Inc. 878 p.
3. Castillo, A. 1994. Evaluación de dos técnicas para curtir piel de conejo como subproducto de la engorda. Guatemala, USAC. 65 p.
4. Cunicultura: curtido de pieles de conejo. s. f. r Latinoamericano de especies menores, regional del valle SENA. s.n.t. 28 p.
5. Com Cueronet. s.f. Ablandado. (en línea). Consultado 14 de oct. 2014. Disponible en <http://www.cueronet.com/flujograma/ablandado.htm>
6. \_\_\_\_\_. 2009 (a). Glosario del cuero. (en línea). Consultado 14 de may. 2013. Disponible en <http://www.cueronet.com/glosario/glosariof.htm>
7. \_\_\_\_\_. s. f (b). Neutralizado o desadiculación. (en línea). Consultado 14 de oct. 2014. Disponible en <http://www.cueronet.com/flujograma/neutralizado.htm>
8. \_\_\_\_\_. s. f (c). Normas. (en línea). Consultado 02 abr. 2013. Disponible en <http://www.cueronet.com/normas/index.htm>
9. \_\_\_\_\_. 2009 (d). Normas IUP. (en línea). Consultado 02 abr. 2013. Disponible en [http://www.cueronet.com/normas/normas\\_iup.htm](http://www.cueronet.com/normas/normas_iup.htm)

10. \_\_\_\_\_. s. f (e). Otras Operaciones previas al acabo. (en línea). Consultado 14 de oct. 2014. Disponible en <http://www.cueronet.com/flujograma/otras.htm>
11. Current practices from rawhide through beamhaose, tanning and retanning. 1983. Estados Unidos de Norte América, Rhom and Haas. 34 p.
12. Fishery Country Profile. República de Guatemala. FAO 2005. (en línea). Consultado 22 septiembre 2014. Disponible en [http://ftp.fao.org/fi/DOCUMENT/fcp/es/FI\\_CP\\_GT.pdf](http://ftp.fao.org/fi/DOCUMENT/fcp/es/FI_CP_GT.pdf)
13. Grant, E. 1988. Crías de especies menores de animales para la alimentación. UTAH, US, Brigham Young University. 624 p.
14. Hermida M del C. 2011. Verde Chaco. (en línea). Consultado 09 de jun. 2013. Disponible en <http://arbolesdelchaco.blogspot.com/2011/02/caraguata-chaguar.html>
15. Jiménez, J. *Rhizophora mangle* L. Usos. (en línea). Consultado 08 oct. 2014. Disponible en <http://www.fs.fed.us/global/iitf/Rhizophoramangle.pdf>
16. Lacerca, A; Franket, A. 2000. Curtientes vegetales (en línea). Montevideo; UR. Consultado 25 mar. 2008 disponible en <http://www.cueronet.com/tecnica/curtientesvegetales.htm>
17. Miranda, M; Santacruz, A; Ochoa, H. 2006. Especies forestales con diversidad de usos en un bosque tropical caducifolio de la comunidad indígena de Tomatlán, Jalisco México. (en línea). Consultado 08 oct. 2014. Disponible en [http://www.cucba.udg.mx/anterior/publicaciones1/avances/avances\\_2006/Agro nomia/RomanMirandaMariaLeonor/Roman\\_Miranda\\_Maria\\_Leonor.pdf](http://www.cucba.udg.mx/anterior/publicaciones1/avances/avances_2006/Agro nomia/RomanMirandaMariaLeonor/Roman_Miranda_Maria_Leonor.pdf)

18. Paèz, A. 1986. Hormigón Armado: Unidades. (en línea). Barcelona, ES. Consultado 15 may. 2013. 1292 p. disponible en [http://books.google.es/books?id=5wfVaiKduB8C&pg=PA9&=un+MPa+%3D++kgf/cm2&hl=es&sa=X&ei=Eci uT8BUyLiEB\\_WTtOEI&ved=0CDMQ6AE#AA#v=onepage&q=un%20MPa%20%3D%20%20kgf%2Fcm2&f=false](http://books.google.es/books?id=5wfVaiKduB8C&pg=PA9&=un+MPa+%3D++kgf/cm2&hl=es&sa=X&ei=Eci uT8BUyLiEB_WTtOEI&ved=0CDMQ6AE#AA#v=onepage&q=un%20MPa%20%3D%20%20kgf%2Fcm2&f=false)
19. Prado Pasos, LA. Proceso de curtido de pie de pescado: Piel de pescado (en línea). C. R. Consultado 20 mar. 2008. Disponible en <http://cueronet.com/exoticas/pescado.htm>
20. Román Miranda, ML. et al s. f. Especies forestales con diversidad de usos en un bosque tropical caducifolio de la comunidad indígena de Tomatlán, Jalisco, México (en línea). Jalisco, MX. Consultado 25 mar. 2008. Disponible en [http://cucba.udq.mx/anterior/publicaciones1/avances\\_2006/Agronomia/RomanMirandaMariaLeonor/Roman\\_Miranda\\_Maria\\_Leonor.pdf](http://cucba.udq.mx/anterior/publicaciones1/avances_2006/Agronomia/RomanMirandaMariaLeonor/Roman_Miranda_Maria_Leonor.pdf)
21. Rueda, P. 2005. Curtido mineral en pieles de cerdo, tiburón y tilapia en la granja experimental de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala, GUA. Consultado 03 ene.2011. Disponible en [http://digi.usa.edu.gt/bvirtual/digirevista\\_files/indes\\_archivos/Revista/Informes202-2006/Informes2005/%C!reaT%E9cnica/pieles.pdf](http://digi.usa.edu.gt/bvirtual/digirevista_files/indes_archivos/Revista/Informes202-2006/Informes2005/%C!reaT%E9cnica/pieles.pdf)
22. Silva. 1996. Breve curso de curtiduría. Quetzaltenango. Guatemala. 20p.
23. Velisario P. 2005. Evaluación de cuatro productos para curtir pieles de conejo. Lic. Zoot. Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 55p.
24. Wikipedia La enciclopedia libre. 2013. Andrea Cesalpino. (en línea). Consultado 09 jun. 2013. Disponible en [http://es.wikipedia.org/wiki/Andrea\\_Cesalpino](http://es.wikipedia.org/wiki/Andrea_Cesalpino)

25. \_\_\_\_\_. 2013 (a). Manglar. (en línea). Consultado 10 jun. 2013. Disponible en <http://es.wikipedia.org/wiki/Manglar>
26. \_\_\_\_\_. 2013 (b).2013. Rhizophora. (en línea). Consultado 10 jun. 2013. Disponible en <http://es.wikipedia.org/wiki/Rhizophora>
27. \_\_\_\_\_. 2013 (c). 2013. Rhizophora mangle. (en línea). Consultado 10 jun. 2013. Disponible en [http://es.wikipedia.org/wiki/Rhizophora\\_mangle](http://es.wikipedia.org/wiki/Rhizophora_mangle)

