

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA
FACULTAD DE ZOOTECNIA**



**“CARACTERIZACIÓN DE LA PIEL DE ALPACA SECO
SALADO Y PROCESADA HASTA PELAMBRE
CON FINES COMESTIBLES PARA PERROS”**

Presentada por:

JULIO CESAR TOLENTINO GARRIAZO

Tesis para Optar el Título Profesional de:

INGENIERO ZOOTECNISTA

Lima – Perú

2021

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE ZOOTECNIA

**“CARACTERIZACIÓN DE LA PIEL DE ALPACA SECO
SALADO Y PROCESADA HASTA PELAMBRE
CON FINES COMESTIBLES PARA PERROS”**

Presentada por:

JULIO CESAR TOLENTINO GARRIAZO

Tesis para Optar el Título Profesional de:

INGENIERO ZOOTECNISTA

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

Dr. Jorge Luis Aliaga Gutiérrez
Presidente

Ph.D. Gustavo Gutiérrez Reynoso
Miembro

Ing. Jorge Gamarra Bojórquez
Miembro

Mg.Sc. Gloria Palacios Pinto
Asesora

Mg.Sc. Wilder Trejo Cadillo
Co- Asesor

DEDICATORIA

Con amor a Dios

A la familia Tolentino Garriazo que son mi
fortaleza.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, Manuel y Anita por su apoyo incondicional y su amor.

A mis hermanos, Yesica, Ana, Sorayda y Manuel por brindarme siempre su apoyo incondicional y ser mis principales ejemplos de superación.

A los esposos Ing. Mg. Sc. Gloria Palacios Pinto y Wilder Trejo Cadillo, por su completa confianza, enseñanza y apoyo durante mi formación profesional y redacción de esta interesante investigación.

A mis amigos: Ing. Mg. Sc. José Cantaro Segura, Jhonatan Paredes y Gonzalo Hernández, a quienes le agradezco su ayuda y estima.

A la empresa IPEPESA, al Ing. César Ismodes y al Téc. Dionisio Altamirano por permitirme realizar mis prácticas y enseñarme el arte de la curtición.

A los miembros del jurado: Dr. Jorge Aliaga Gutiérrez, Dr. Gustavo Gutiérrez Reynoso e Ing. Jorge Gamarra Bojórquez.

Al Proyecto Belga VLIR-USO y Vicerrectorado de Investigación de la UNALM por el financiamiento de esta tesis, como parte del 9° Concurso para subvención de tesis de pregrado – II Convocatoria (en el marco del proyecto P3 - VLIR – UNALM).

Al Laboratorio de Fibras Textiles, Pieles y Cueros "Alberto Pumayalla Diaz", por el apoyo en la parte experimental y en especial a los responsables: Ing. Jorge Gamarra Bojórquez e Ing. Carmen R. Silva Villavicencio.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	vi
ABSTRACT	vii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	2
2.1. SECTOR ALPAQUERO NACIONAL.....	2
2.1.1. Población de alpacas	2
2.1.2. Saca anual.....	2
2.1.3. Mortalidad en alpacas.....	3
2.1.4. Oferta de pieles.....	5
2.2. PIEL DE ALPACA	5
2.2.1. Zonas de la piel de alpaca.....	6
2.2.2. Estructura de la piel.....	6
2.2.3. Función de la piel	8
2.2.4. Composición química.....	9
2.2.5. Minerales	10
2.3. PROCESO DE OBTENCIÓN DE PIEL HASTA PELAMBRE	11
2.3.1. Desuello.....	11
2.3.2. Conservación	11
2.3.3. Remojo	12
2.3.4. Pelambre.....	12
2.4. JUGUETE PARA PERROS.....	12
2.4.1. Materia prima	13
2.4.2. Proceso productivo	14
2.5. BENEFICIOS	15

III. MATERIALES Y MÉTODOS	17
3.1. UBICACIÓN DEL ENSAYO Y FECHA DE EJECUCIÓN.....	17
3.2. PROCEDENCIA Y CANTIDAD DE MATERIA PRIMA	17
3.3. TRATAMIENTOS	18
3.4. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL.....	19
3.5. Proceso de remojo y pelambre	20
3.6. ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS DE PIEL.....	23
3.6.1. Análisis químico proximal de piel seco salada y apelambrada.....	23
3.6.2. Análisis mineral (Ca, Na y S) de la piel seco salada y apelambrada	23
3.6.3. Análisis microbiológico de la piel seco salada y apelambrada	23
3.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	24
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	25
4.1. RENDIMIENTO PRODUCTIVO	25
4.2. CARACTERIZACIÓN QUÍMICA NUTRICIONAL	26
4.2.1. Humedad y materia seca.....	26
4.2.2. Proteína total.....	27
4.2.3. Extracto etéreo.....	28
4.2.4. Extracto libre de nitrógeno	28
4.2.5. Ceniza.....	29
4.2.6. Requerimiento nutricional del perro.....	31
4.3. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO.....	32
V. CONCLUSIONES	35
VI. RECOMENDACIONES	36
VII. BIBLIOGRAFÍA.....	37
VIII. ANEXOS	43

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Población nacional de alpacas, según CENAGRO (2012) y MINAGRI (2017)	2
Tabla 2: Rango de las condiciones del crecimiento de <i>Clostridium perfringens</i>	4
Tabla 3: Rango de las condiciones del crecimiento de <i>Salmonella</i> spp	4
Tabla 4: Producción piel de alpaca del 2004 al 2015	5
Tabla 5. Composición química en base seca de la piel de alpaca, ovino, caprino y vacuno	9
Tabla 6: Caracterización química en base seca de un “juguete comestible”, en base a carnaza.....	15
Tabla 7: Análisis proximal en base seca, según tratamiento, nivel de proceso y región de piel (%).....	26
Tabla 8: Porcentajes de calcio, sodio y azufre, según tratamiento, nivel de proceso y región del cuerpo (%).....	30
Tabla 9: Análisis microbiológico, de piel seco salada y apelambrada	34

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Zonas de la piel	6
Figura 2: Niveles de proceso productivo	14
Figura 3: Pesado de la muestra afeitada de región cuello.....	19
Figura 4: Pieles seco saladas con detergente en pre-remojo, en rotación dentro del botal.....	20
Figura 5: Pieles limpias, sueltas y con menor grado de suciedad.....	21
Figura 6: Pieles parcialmente depiladas e hinchadas, obtenidas al final del proceso de pelambre.....	22
Figura 7: Retiro de fibras mediante el uso de la rancheta sobre lado de la flor.	23
Figura 8: Rendimiento de carnaza en base a piel de alpaca.	25

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Variación de agua (%) en los pesos de pieles seco saladas y apelmbradas	44
Anexo 2: Tabla de análisis químico proximal para el cuello seco salada	45
Anexo 3: Tabla de análisis químico proximal para el crupón seco salada.	46
Anexo 4: Tabla de análisis químico proximal para la falda seco salada.	47
Anexo 5: Análisis químico proximal para el cuello pelambre.	48
Anexo 6: Análisis químico proximal para el crupón pelambre.	49
Anexo 7: Análisis químico proximal para la falda pelambre	50
Anexo 8: Análisis de: calcio, sodio y azufre, en región de cuerpo cuello.	51
Anexo 9: Análisis de: calcio, sodio y azufre, en región de cuerpo crupón.	52
Anexo 10: Análisis de: calcio, sodio y azufre, en región de cuerpo falda.	53
Anexo 11: Propiedades de los productos químicos.	54
Anexo 12: Análisis de variancia de la Proteína.	55
Anexo 13: Análisis de variancia de la Ceniza.	56
Anexo 14: Análisis de variancia del ELN.	57
Anexo 15: Análisis de variancia de la Humedad.	58
Anexo 16: Análisis de variancia de la Materia seca.	59
Anexo 17: Análisis de variancia del Calcio.	60
Anexo 18: Análisis de variancia del Sodio.	61
Anexo 19: Análisis de variancia del Azufre.	62

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue caracterizar químicamente la piel de alpaca seco salada y procesada hasta pelambre con fines comestibles, para luego comparar los componentes nutricionales entre regiones del cuerpo y en dos niveles de proceso; de igual manera obtener el rendimiento y aislamiento microbiológico (*Clostridium sp* y *Salmonella sp*) para la obtención de carnaza. Dicha investigación se llevo a cabo en el taller de curtiembre de la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria la Molina. El tiempo de duración de la investigación fue aproximadamente de cinco meses. Se trabajo con veinte pieles de alpaca huacaya adulta provenientes del departamento de Junín, en seis tratamientos: crupón piel seco salada (T1), cuello piel seco salada (T2), falda piel seco salada (T3), crupón piel apelmbrada (T4), cuello piel apelmbrada (T5) y falda piel apelmbrada (6), considerando veinte muestras de piel por tratamiento; realizándose un análisis de variancia (ANVA) con un nivel de significancia de ($\alpha = 0.05$) utilizando un Diseño Completamente al Azar (DCA) con arreglo factorial 2 x 3 (dos niveles de proceso y tres regiones del cuerpo). Los resultados muestran que la región falda y el proceso pelambre presenta el mayor porcentaje de humedad; en relación a la proteína total, fueron diferentes ($P < 0.05$) entre tratamientos, siendo el cuello y proceso pelambre los de mayor valor. En cuanto a extracto etéreo, la falda y crupón seco salada evidenciaron los mayores valores. Se presento diferencias ($P < 0.05$) significativas en extracto libre de nitrógeno y ceniza, siendo la falda piel seco salada con mayor porcentaje. Pieles apelmbras, obtuvieron mayores porcentajes de calcio; sin embargo, pieles seco saladas presentan mayores valores para azufre y sodio. Finalmente, se aisló *Clostridium sp* en pieles de alpaca seco salada y pelambre.

Palabras clave: alpaca, pelambre, carnaza.

ABSTRACT

The overall purpose of this study was to chemically characterize the dry salted alpaca skin processed to pelambre for edible purposes. Also, to compare the nutritional components between regions of the body in two levels of process. As well as, to get their performance and microbiological isolation (*Clostridium sp* and *Salmonella sp*) which in turn obtains carnaza. Furthermore, the research was carried out in the tannery workshop of the Faculty of Zootechnics of the Universidad Nacional Agraria la Molina; taking approximately five months. Further, twenty adult Huacaya alpaca skins from the Region of Junin were used in six different treatments: dry salty skin croup (T1), dry salty skin collar (T2), dry salty skin skirt (T3), apelaabrada skin croup (T4), apelaabrada skin collar (T5) and apelaabrada skin skirt (6); considering twenty skin samples per treatment. As for the statistical method, an analysis of variance (ANVA) was conducted with a significance level of ($\alpha = 0.05$) using a Completely Random Design (DCA) with a 2 x 3 factorial arrangement (two levels of process and three regions of the body). The results show that the skirt region and the pelambre process present the highest percentage of humidity. As for the total protein, results also show difference ($P < 0.05$) between treatments, being the process on the neck and the pelambre the ones with the highest value. And Regards to ether extract, the brisket and dry salty croup showed the highest values. Moreover, there were significant differences ($P < 0.05$) in nitrogen and ash-free extract resulting in the highest percentage the dry salty skin of the skirt. Additionally, skins apelaabradas obtained higher percentages of calcium; however, dry salty skins show higher values for sulfur and sodium. Finally, *Clostridium sp* was isolated from dry salty alpaca skins and pelambre.

Keywords: alpaca, pelambre, carnaza

I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, el cuidado y la alimentación de las mascotas por parte de las personas han venido cobrando importancia. Por esta razón en el Perú, han aparecido nuevas marcas de productos alimenticios para perros, alcanzando un crecimiento constante (Lescano, 2015). Así mismo, de acuerdo con el trabajo de Hidalgo y Takatsu (2012) “desarrollo de un Snack para canes”, los juguetes comestibles, golosinas, aperitivos o snacks para perros están alcanzando una popularidad interesante en el mercado internacional; para lo cual la industria del cuero genera un subproducto procedente de la etapa de pelambre, llamado carnaza, proveniente de la piel de vacuno u ovino (Gonzales, 2012).

En ese sentido, las pieles juegan un papel importante en la elaboración de “juguetes comestibles” para caninos y en el Perú existe una producción de pieles de alpaca de bajo costo, la cual borda las 687.1 toneladas (Ortiz, 2018); así mismo, se estima que el 90 por ciento de pieles de alpaca se pierden por falta de conocimiento de técnicas adecuadas de desuello y conservación (Alvarez, 2018). Ese así, que las pieles de alpacas sanas y/o con problemas de conservación tendrían la posibilidad de ser utilizadas en la elaboración de “juguetes comestibles”. Además, la piel de alpaca tiene la ventaja de tener un corto proceso con baja exigencia tecnológica y un alto valor proteico, mayor a las demás especies (Guanilo, 1983).

Por lo tanto, esta investigación tuvo como objetivo principal la caracterización de la piel de alpaca seco salada y procesada hasta pelambre con fines comestibles para caninos, teniendo como objetivos específicos: la caracterización del rendimiento productivo, nutricional y microbiológico de la piel de alpaca seco salada y apelambrada.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. SECTOR ALPAQUERO NACIONAL

2.1.1. Población de alpacas

Según MINAGRI (2017) el Perú concentra la mayor población de alpacas a nivel mundial, con 4 095, 500, siendo el 87 por ciento de la población mundial, superando a nivel regional a Bolivia y Chile. El crecimiento poblacional es significativo a lo largo de los años, como se observa en la Tabla 1 (CENAGRO, 2012).

Tabla 1. Población nacional de alpacas, según CENAGRO (2012) y MINAGRI (2017)

AÑO	NÚMERO DE ANIMALES	CENAGRO
1961	2 523 649	I
1972	1 978 821	II
1994	2 456 642	III
2012	3 685 516	IV
2017	4 095 500	MINAGRI 2017

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística e Informática - Censo Nacional Agropecuario, 1961, 1972, 1994 y 2012; y Ministerio de Agricultura y Riego, 2017

A nivel nacional, la región Alto andina mantiene al 99 por ciento de la población, siendo los departamentos de: Puno, Cusco, Arequipa, Huancavelica, Ayacucho y Apurímac los que contienen el 80 por ciento de animales, de acuerdo con el CENAGRO (2012); convirtiéndose en la región de mayor abastecimiento de pieles.

2.1.2. Saca anual

La saca constituye la salida de las alpacas del rebaño con propósitos económicos (saca lucrativa), es decir la venta de alpacas para la reproducción o para carne; siendo la época

más apropiada entre los meses de mayo y junio, para lo cual se reservan canchas de pastoreo; además, de que aún conservan su condición corporal de la época lluviosa (Quispe, 2018).

En la actualidad solo se tiene referencias de saca en alpacas hasta el año 2009; siendo el CONACS el órgano gubernamental que obtenía aquella data a nivel nacional. Sin embargo, Álvarez (2018), sugiere tomar una saca del 12 por ciento anual de la población existente de alpacas, estimando que, en el 2017, el beneficio ascendería a 491,460 alpacas; sin precisar cuánto pasa por los mataderos y cuantos fuera de ellos, ya que no existen mataderos destinados exclusivamente al sacrificio de camélidos (excepto Pilpichaca-Huancavelica); que también es utilizado para sacrificar otras especies.

2.1.3. Mortalidad en alpacas

La mortalidad de las alpacas por diferentes causas es uno de los problemas de mayor importancia y causan una disminución no solo en la cantidad poblacional de alpacas, sino que también producen un impacto negativo en la economía del productor.

Las enfermedades con mayor porcentaje de mortalidad son: la enterotoxemia, neumonía, la sarna y parasitosis gastroentéricos (Caman, 2018). De igual manera Carhuapoma (2019), refiere que la *Salmonella spp* se encuentran usualmente involucradas como agentes causales en el denominado complejo bacterodiarreico neonatal.

a. Enterotoxemia

Es la principal causa de mortalidad en crías de alpacas durante las primeras semanas de vida, superando en más del 50 por ciento la mortalidad, en las comunidades campesinas del Perú (Caman, 2018). La enterotoxemia se presenta en forma de brotes epizoóticos durante la época de parición y está relacionada a factores climáticos (abundantes lluvias) y deficiencias en el manejo e higiene del hato (Chirinos, 2017).

Tiene como agente patógeno al *Clostridium perfringens*, bacteria bacilar Gram positiva, anaeróbica facultativa cuyos factores y rangos de crecimiento se muestran en la Tabla 2. El *Clostridium sp.* forma esporas y es parte de la flora bacteriana normal de suelos y tracto intestinal de animales y humanos, existen cuatro serotipos distintos (A, B, C y D); es así que los serotipos A y C, conllevan a una manifestación de un cuadro enterotoxémico (Chirinos, 2017).

b. Salmonelosis

La diarrea se produce por una sobreestimulación de la función secretora de criptas epiteliales, pudiendo ser consecuencia de la infección por *Escherichia coli* y *Salmonella spp*; cuyas tasas de mortalidad en las crías de alpacas varían de 12 a 50 por ciento (Carhuapoma *et al.*, 2020).

Tabla 2: Rango de las condiciones del crecimiento de *Clostridium perfringens*

Parámetro	Límite inferior	Optimo	Límite superior
Temperatura	20°C	45 °C	50 °C
Actividad del agua	0,95	-	-
pH	5,5	6,75	8,0

FUENTE: Chirinos (2017)

Tabla 3: Rango de las condiciones del crecimiento de *Salmonella spp*

Parámetro	Límite inferior	Optimo	Límite superior
Temperatura	5°C	35 - 37 °C	45 °C
Actividad del agua	0,92	>0,96	
pH	4,0	6,5 – 7,5	9,0

FUENTE: Coma (2001) citado por Mamani (2016)

La *Salmonella sp* es un género de bacterias Gram negativos, anaerobias facultativas que pertenece a la familia de las Enterobacteriaceae. Aunque el principal reservorio es el tracto gastrointestinal de los mamíferos y aves, se ha aislado prácticamente en todo tipo de animales. Sobreviven largos periodos de tiempo en el ambiente, soportando bien la congelación y en gran medida la desecación. En determinadas condiciones óptimas como se hace referencia en la Tabla 3, es capaz de multiplicarse en el ambiente exterior y en agua (Mamani, 2016).

La salmonelosis en la alpaca no ha sido muy estudiada, pero los reportes existentes permiten presumir que *Salmonella spp* estaría asociada a la enteritis infecciosa bacteriana (Oha, 2012 citado por Carhuapoma *et al.*, 2019). Es así que el 62,5 por ciento de las muestras de carne de llama (*Lama glama*) procedente del sacrificio artesanal, fueron positivas para *Salmonella sp*, posiblemente debido a una contaminación cruzada (Gomez *et al.*, 2019).

2.1.4. Oferta de pieles

El Perú es el mayor productor de pieles de alpaca a nivel mundial, habiéndose estimado para el año 2015 en 687.1 Tn (Tabla 4). Sin embargo, se vende en los mercados internacionales, en forma bruta, sin mayores controles de calidad, y con un mínimo valor agregado; su demanda es escasa y se pierden grandes volúmenes por putrefacción (Ortiz, 2018).

Tabla 4: Producción piel de alpaca del 2004 al 2015

AÑO	Ton	Var-%
2004	597.1	
2005	645.8	8.17
2006	576.0	-10.81
2007	648.8	12.64
2008	565.3	-12.88
2009	613.4	8.53
2010	655.5	6.86
2011	636.8	-2.85
2012	726.0	14.00
2014	632.5	-12.88
2015	687.1	8.64

FUENTE: Ortiz (2018)

2.2. PIEL DE ALPACA

La piel constituye el revestimiento de los animales superiores. Es una sustancia heterogénea, generalmente cubierta de pelos, lana o fibra y formada por varias capas superpuestas. La piel responde a los cambios fisiológicos del animal, por lo tanto, reflejará en ella muchas características importantes y específicas tales como: edad, sexo, dieta, medio ambiente y estado de salud (Ttacca, 2017).

El espesor de la piel de los camélidos sudamericanos es muy variable y oscila entre 0.7 mm a 3.5 mm, encontrándose los mayores valores en la cabeza y en el cuello en todas las especies (Gonzales, 2013), pero en su región costal media es delgada, con un grosor de 2.4 mm. (Pacsi, 2016),

2.2.1. Zonas de la piel de alpaca

En la piel de alpaca se identifican tres partes: cuello, crupón y faldas (Álvarez, 2018). Las distintas partes de una piel son muy diferentes en su constitución y en su espesor, siendo la parte más preciada la del crupón, la cual se encuentra en el centro de la piel desde cerca de la cola hasta el inicio del cuello y por los lados hasta la mitad del vientre, mientras que a los lados hasta el borde de la piel se le llama falda (Figura 1).

En una piel además se distingue: el lado extremo de la piel que contiene el pelaje del animal y una vez eliminado este se llama "lado flor"; el lado interno de la piel, junto a la carne del animal se llama "lado de carne" (Chávez, 2015).

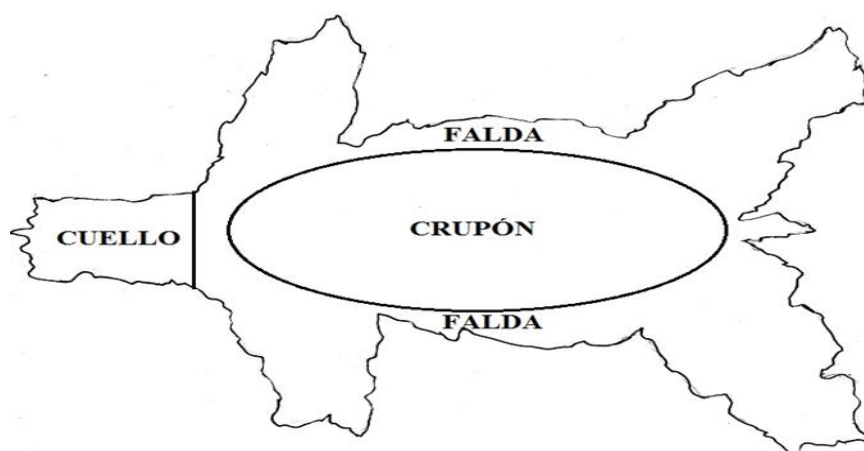


Figura 1: Zonas de la piel

2.2.2. Estructura de la piel

La estructura de la piel en alpacas es similar a la de otros mamíferos, estando formada por tres capas bien definidas: la epidermis, capa delgada externa formado por un epitelio estratificado, plano y queratinizado; la dermis capa gruesa interna compuesta principalmente por tejido conectivo, conteniendo fibras de colágeno, es bastante gruesa y en su lecho se encuentra folículos pilosos, glándulas sebáceas, glándulas sudoríparas y musculo erector del pelo y la hipodermis formada por tejido conectivo laxo, cuya función es fijar la dermis a los huesos o músculos (Oruna, 2016).

a. Epidermis

Es la parte externa y la más importante durante la vida del animal, puesto que es la más dura y la que brinda protección. La fibra ayuda también a esta protección; sin embargo, la fibra y la parte externa es menos importante para el curtidor, pues es destruida y separada durante el depilado y encalado (Doria, 2005). La estructura interna de la epidermis propiamente

dicha, está compuesta de cuatro capas diferente entre ellas: i) **Estrato germinativo o basal.** El estrato basal consiste en una sola capa de células cuboidales a columnares que se apoyan en una lámina basal. Las células están conectadas a la lámina basal por hemidesmosomas, anclando firmemente la epidermis a la dermis. De igual manera en este estrato se lleva a cabo la formación de nuevos queratinocitos, mediante mitosis (König y Liebiebich, 2020); ii) **Estrato espinoso.** En llamas y alpacas esta capa es muy reducida con solamente una o dos capas de células, siendo las superficies aplanadas con núcleos algo picnóticos y las profundas poliédricas de núcleos ovoides o esféricos y cromatina laxa, por lo que se aprecian algo pálidas. Estas células son mayores en tamaño que las demás que conforman la epidermis (Doria, 2005); iii) **Estrato granuloso.** Formada por una fila de células aplanadas, discontinuas en algunas zonas, de núcleo aplanado y picnótico en cuyo citoplasma se hallan finos gránulos de queratohialina, muchas veces dispersos en esta capa. Se hace más notorio en los surcos o donde se engruesa la piel (Gómez, 2016); iv) **Estrato córneo.** Son las células más diferenciadas de la epidermis. Pierden su núcleo y sus orgánulos citoplasmáticos y se llenan casi por completo de filamentos de queratina. La gruesa membrana plasmática de estas células queratinizadas cornificadas está cubierta por fuera, en la porción más profunda de este estrato, por una capa extracelular de lípidos que forman el componente principal de la barrera contra el agua en la epidermis (Ross y Pawlina, 2020).

En un estudio histológico de piel de alpaca y llama, Doria (2005) afirma que, su epidermis está constituida estructuralmente por un epitelio estratificado plano queratinizado. El grosor de la epidermis de las zonas de la espalda, costillas y grupa es delgado, además los estratos celulares constituyentes disminuyen de espesor o se hacen discontinuos. Se aprecia además de afuera hacia adentro las siguientes capas: estrato córneo, granuloso, espinoso y basal, faltando el estrato lúcido en ambas especies.

b. Dermis

La dermis también llamada *corium* o cutis es la parte central, más fibrosa y más importante para el curtido, pues es la que se convierte en cuero (Doria, 2005). La dermis es la capa de tejido conectivo que subyace la epidermis. Basándose en las variaciones de densidad y en la disposición de su andamiaje de fibras de colágeno y elásticas, la dermis se divide en dos capas (König y Liebiebich, 2020).

La estructura de la dermis está compuesta por 2 capas diferentes: a) **Capa papilar:** Como la capa más superficial de la dermis, está en contacto con la epidermis. Se une con la epidermis

a través de proyecciones dérmicas similares a dedos (papilas dérmicas). Está compuesta por un tejido conectivo suelto, que comprende una red de fibras de colágeno entrelazadas con fibras elásticas, estas últimas se condensan para crear una fuerte capa subepitelial (König y Liebiebich, 2020); b) **Capa reticular**: Es profunda con respecto a la dermis papilar. Aunque su espesor varía en diferentes partes de la superficie corporal, siempre es bastante más gruesa y contiene menos células que la dermis papilar. Se caracteriza por los gruesos haces irregulares de fibras colágenas en su mayoría tipo I y las fibras elásticas mucho menos delicadas (Ross y Pawlina, 2020).

En alpacas y llamas la dermis es bastante gruesa, formada en su mayor parte por tejido conectivo denso que circunscribe a pelos y folículos pilosos, lo que difiere del ovino que es laxo según láminas histológicas examinadas correspondientes a ovinos Corriedale. De acuerdo al grosor de la epidermis de la piel de alpaca y llama, pertenecerían al grupo de pieles delgadas. Sin embargo, debe recalcarse que, por el espesor bastante grueso de la dermis, la piel de estas dos especies es realmente gruesa, tal vez en compensación al espesor muy delgado de la epidermis (Doria, 2005).

c. **Endodermis**

La hipodermis está compuesta de forma suelta e irregular de tejido conectivo arreglado. Forma una conexión móvil entre la piel y los músculos. La subcutis es vascular y rica en tejido adiposo. El grado de acumulación de grasa en esta capa varía según la especie, el género y la región de piel. Los depósitos de grasa actúan como reservas de energía y proporcionan aislamiento térmico (König y Liebiebich, 2020).

2.2.3 Función de la piel

König y Liebich (2020), refiere que la piel tiene numerosas funciones: Forma una barrera protectora contra los efectos mecánicos, térmicos, influye en la bioquímica y previene la deshidratación. Por medio de su bien desarrollado suministro vascular, la piel contribuye con la termo e hidro regulación. Además, las glándulas de la piel tienen múltiples funciones que están bajo control autónomo; siendo algunas glándulas depósitos de grasa, que sirven como almacenes de energía.

De igual manera Ttacca (2017), agrega que la piel es un órgano vital que tiene funciones específicas: Siendo un órgano de secreción de diferentes productos que van desde el sudor, hasta productos de secreción mucho más elaborados como la secreción láctea. También es

un órgano sensorial, debido a que posee diseminados en toda su superficie una serie de ramificaciones nerviosas con funciones motoras.

2.2.4. Composición química

Las pieles están conformadas por agua, proteína, grasa, minerales, entre otros compuestos, siendo la proteína la de mayor porcentaje después del agua. La composición química difiere significativamente entre especies y aún entre zonas de la piel, siendo así la alpaca y vacuno las especies que presentan mayor contenido de proteína y menor contenido de grasa, en comparación con el caprino y ovino (Tabla 5). Así mismo, la piel de bovino contiene en su composición proteica, los aminoácidos esenciales arginina y lisina en mayor concentración (Gonzales, 1998). Siendo esta última la que le da la forma estructural al colágeno (NRC, 2014).

Tabla 5. Composición química en base seca de la piel de alpaca, ovino, caprino y vacuno

Especie	Alpaca		Ovino		Caprino		Vacuno
	Cuello	Crupón	Cuello	Crupón	Cuello	Crupón	
Zona de la piel							
Análisis							
Humedad (%)	69.07	70.40	70.10	70.47	68.24	71.84	64.00
Proteína (%)	91.23	90.08	83.16	81.80	86.86	84.92	91.67
Grasa (%)	6.61	7.53	13.38	14.98	10.84	12.25	5.56
Ceniza (%)	1.17	0.98	1.45	1.12	1.20	0.99	1.39
ELN (%)	0.99	1.41	2.01	2.10	1.10	1.84	1.38

FUENTE: Elaboración propia tomado información de Guanilo, (1983); Morera, (2002)

El contenido de humedad de la piel de alpaca en estado fresco, fluctúa entre los valores de 68.24 a 71.84 por ciento siendo la zona del crupón la que tiene mayor humedad con respecto al cuello; en promedio es menor el contenido de humedad en pieles de vacuno y ligeramente mayor en las pieles de ovino. Con respecto al contenido de ceniza total, en general es mayor en la zona del cuello comparándola con la del crupón en las especies descritas, en promedio es menor el contenido de ceniza en pieles de alpaca y mayor en las pieles de vacuno y ovino (Guanilo, 1983).

2.2.5. Minerales

Calcio: Es el elemento mineral más abundante en el cuerpo animal (del 1 al 2 por ciento), el 99 por ciento de él se encuentra en los huesos y los dientes, el resto constituye la reserva fisiológicamente activa de calcio libre, que se encuentra en el líquido extracelular y dentro de las células (McDowell, 2003).

Guevara (2015) sostiene que, el calcio interviene en la contracción y relajación muscular, en la transmisión del impulso nervioso, en la coagulación de la sangre, en el mantenimiento de la presión arterial, del sistema inmune y de la adecuada permeabilidad de las membranas celulares y ayuda a metabolizar el hierro. Asimismo, McDowell (2003) refiere que dicho elemento tiene un papel como cofactor en muchas reacciones enzimáticas (adenosina trifosfatasa) o estabilizador de enzimas y es necesario para la secreción de una serie de hormonas y factores liberadores de hormonas.

Por otra parte, Valdés *et al.* (2012) destaca que, el calcio es un regulador y modulador de la proliferación celular en la epidermis. Modula la proliferación y diferenciación de queratinocitos y participa en las etapas tardías de la cicatrización. Tiene efectos en proteínas que son importantes reguladoras del daño tisular, como calmodulina y cadherina, y está involucrado en la reparación de heridas por su papel en la hemostasia como factor IV.

Sodio: Forma parte estructural del cuerpo, siendo aproximadamente 0,2 por ciento, parte de esta cantidad se localiza en el esqueleto en una forma insoluble, bastante inerte, pero la mayor proporción se encuentra en los fluidos extracelulares donde sufre un metabolismo muy activo. Aproximadamente el 80 por ciento de sodio que ingresan al tracto gastrointestinal provienen de secreciones internas como saliva, fluidos gástricos, bilis y jugo pancreático (McDowell, 2003).

Es el principal catión de líquidos extracelulares. Regula el volumen de líquido corporal y el balance de electrolitos, necesario para la transmisión del impulso nervioso y la contracción muscular. Su deficiencia causa hiponatremia, náuseas, vómitos, calambres, convulsiones (Guevara, 2015).

Azufre: En el organismo se encuentra en forma orgánica (proteínas, sulfolípidos) e inorgánica (sulfatos). Es un componente natural de la piel, huesos, tendones y ligamentos (Jiménez *et al.*, 2007).

McDowell (2003) refiere, que el azufre es un elemento esencial para todos los animales, debido a que los compuestos que contienen azufre tienen funciones metabólicas vitales en todas las células vivas, siendo la: metionina, cistina, cisteína, homocisteína, cistationina y taurinas moléculas que contienen dicho elemento. Asimismo, los aminoácidos de azufre son características estructurales prominentes de algunas hormonas, como la: insulina que tiene enlaces disulfuro; oxitocina que tiene un enlace disulfuro entre los residuos de cisteína, lo que ayuda a formar una estructura de anillo interno.

Por otra parte, Guevara (2015) agrega que el azufre es necesario para: la asimilación de la proteína corporal, importante para el hígado, las células de la piel y para todo el metabolismo y es útil en el tratamiento de la piel (eccema, psoriasis, dermatitis); Jiménez *et al.* (2007) sostienen que el déficit de Azufre provoca un debilitamiento de la piel y del tejido conjuntivo, ocasionando un retraso del crecimiento.

2.3. PROCESO DE OBTENCIÓN DE PIEL HASTA PELAMBRE

2.3.1. Desuello

Consiste en separar la piel del canal o carcasa, después de que la sangre haya fluido por completo al exterior y haya cesado la sangría. Al presentar la piel de alpaca un menor tejido graso entre la hipodermis y la carcasa, la adherencia entre ambos se hace más fuerte cuando se enfría el cuerpo del animal. Por ello, la remoción de la piel debe ser rápida, con habilidad y precisión, protegiendo a la carne y la cubierta piel de los cortes o tajos; un descuido en esta operación ocasiona pieles inferiores debido a los cortes (Gómez, 1997).

2.3.2. Conservación

Desde el desuello hasta que la piel llega al lugar de su manipulación como piel fresca o verde, puede ser conservada de distintas maneras. La conservación puede lograrse con productos deshidratantes o mediante productos químicos de acción antibacterial. Las técnicas más usadas son: salado con alrededor de 30 por ciento de sal, sobre el peso de la piel; secado, de ser posible a la sombra y salado en seco, combinación de las dos primeras técnicas (Álvarez, 2018).

Se prefieren generalmente las pieles saladas que ofrecen menores dificultades en su tratamiento posterior. Las pieles saladas en seco o saladas-secas, se prefieren en muchos casos a las secas, por observarse menos porciones quemadas por el sol y gelatinizaciones parciales, que en las pieles desecadas de manera arbitraria (Gómez, 1994).

2.3.3. Remojo

La primera operación de los trabajos de ribera, consiste esencialmente en un tratamiento de la piel en bruto con abundante agua, limpiando la piel del estiércol, barro, sangre, microorganismos y productos empleados en la conservación, además durante el remojo se disuelven parcialmente las proteínas solubles en agua y sales neutras y se lleva a la piel al estado de hidratación que tenía en el animal vivo y que se pierde a causa de los procesos de conservación (ITINTEC, 1981 citado por Álvarez, 2018).

Presenta dos objetivos, devolver a las pieles conservadas por deshidratación las cualidades de suavidad y flexibilidad. Sirve para limpiar la suciedad que trae consigo la piel y para eliminar del interior de alguno de los constituyentes no deseables como: albúminas, sangre y proteínas solubles (Gómez, 2016).

2.3.4. Pelambre

El pelambre cumple con la misión que radica en eliminar del *corium* la epidermis con el pelo o la fibra y producir un aflojamiento de la estructura fibrosa de colágeno con el fin de prepararla adecuadamente para los procesos de compresión (Pacsi, 2016). Habiendo diferentes métodos de depilado, como: exudado, pelambre enzimático, embadurnado, siendo el método comúnmente más utilizado el uso de cal con sulfuro (Melgar, 2000).

Pelambre cal y sulfuro: Es el pelambre más usado en el mundo, la combinación de cal con sulfuro de sodio forma una serie de intercambios químicos; el sulfhidrato (SH^-) con presencia de iones alcalinos (OH^-) tiene una actividad altamente depilante, mientras que la cal hincha la fibra y al mismo tiempo saponifica la grasa, es decir, la lava (Alvarez, 2018).

2.4. JUGUETE PARA PERROS

Son artículos producidos a base de plástico de segunda gama y elementos químicos como el plomo y el cromo, que a largo plazo, provocan daños en la salud intestinal y bucal de los perros (Brito, 2018); es por ello que en la actualidad se está orientando a producir juguetes comestibles a base de carnazas de origen animal, que a su vez es un subproducto de la industria del cuero; la cual es una alternativa frente aquellos juguetes convencionales, que son perjudiciales para la salud de la mascota (Gonzales, 2012).

De igual manera Apolo y Sarango (2014) dan a conocer una variedad de juguetes totalmente comestibles existentes en el mercado a base de carnaza, siendo uno de los criterios la forma:

hueso prensado anudado, con un amarre en cada extremo, existiendo tres tamaños para perros grandes, medianos y pequeño; Twist, son tubitos enrollados de distintos sabores y tamaños.

Otro criterio mencionado por Apolo y Sarango (2014) es la función o utilidad como: los roles lanza y trae o rejo, donde los juguetes son rollos, tubos con agujero o Pretzel de varios tamaños, reemplazando a los juguetes de palos y plástico, con la diferencia que el perro se lo puede comer poco a poco y sirve para la distracción de los animales. También hay presentación de chips comestibles, que tienen forma de tiras. Asimismo, Apolo y Sarango (2014) denominan Snacks, a las hojuelas o laminas en base a carnaza.

En la actualidad, se dispensan una gama de artículos para mascotas sea: golosinas, juguetes comestibles, aperitivos, caprichos, snack y treats. Aunque no se ha establecido el régimen de clasificación de la carnaza para perros, todos los artículos mencionados son elaborados en base a carnaza (Apolo y Sarango, 2014).

2.4.1. Materia prima

La materia prima proviene en la actualidad de la industria del cuero, ya sea del dividido de la piel de res –donde se separa la parte flor, que es la parte exterior de la piel apelambrada de la parte carne conocida como carnaza–; como del proceso de descarnado, obteniéndose productos de desecho como grasa, músculo y nervios, la cual recibe el nombre de tripa. La carnaza representa el 40 por ciento del peso de la piel bruta (Gutiérrez y Carrera, 2008).

En el procesamiento de la piel de alpaca se obvia el proceso de dividido, debido a que, por ser de menor grosor que la piel de res, no se justifica dicho fin productivo (Pacsi, 2016). En este sentido, se denomina carnaza al subproducto obtenido del proceso de recorte y aperfilamiento de mantos de pieles apelambradas.

Coba *et al.* (2015) indica que en muchos casos la carnaza puede pasar a un proceso de blanqueamiento, con el fin de: mejorar la apariencia, lograr un color uniforme, atractivo y claro; conllevando una mejor visualización del producto terminado, como es el caso de los juguetes comestibles.

2.4.2. Proceso productivo

El proceso productivo que se realiza en la fabricación de “juguetes caninos”, inicia desde que se adquiere la materia prima (carnaza), seguido por varios procesos los cuales terminan en el empaque y etiquetado del producto (Ortiz, 2017).

Asimismo, Ortiz (2017) indica que la materia prima proveniente de piel de vacuno, se adquiere por kilos, la misma que llega húmedo y sucia. Una tonelada de carnaza llega a ser el 100 por ciento del material, y a lavarla se reduce a 730 kg (73 por ciento). Después del lavado se realiza un escurrido y también un pre secado del material, y por ende el peso se reduce a 270 kg que representa 27 por ciento del total de lo obtenido al inicio del proceso. La carnaza presenta irregularidades de tamaño y forma, y se llega a desperdiciar el 6 por ciento, obteniendo 210 kg de los 1000 kg iniciales de materia prima, tal como se detalla en la Figura 2.

Tal como Ortiz (2017) sugiere, con 210 kg se obtiene un rendimiento de 2234 unidades de juguetes comestibles para caninos de 6-7 pulgadas de longitud; de igual manera los 60 kg o el 6 por ciento que se recorta se usa para la elaboración de nuevos productos de menores dimensiones, que van acorde a las razas de menor tamaño en canes, generando mayor ingreso, menor pérdida y desperdicio.

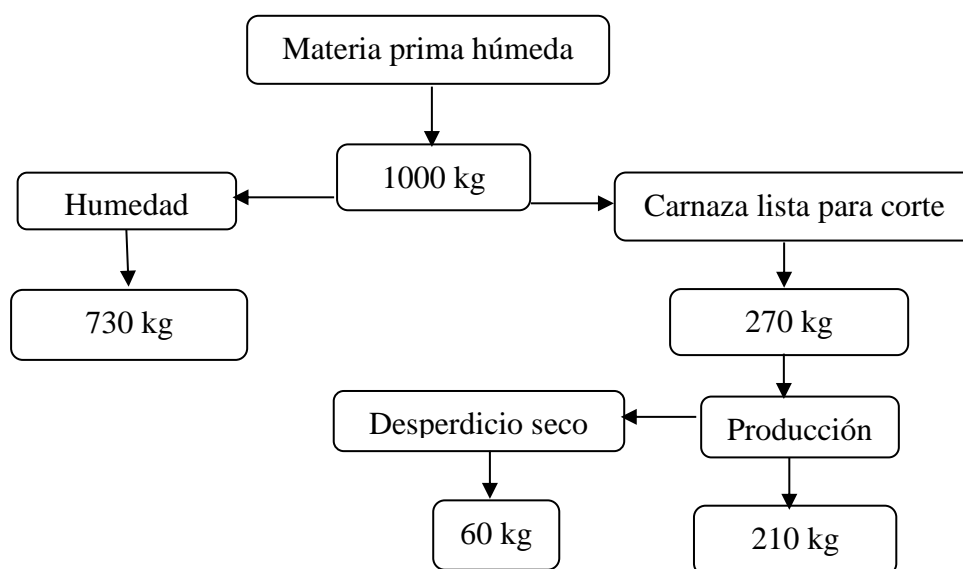


Figura 2: Niveles de proceso productivo
FUENTE: Ortiz (2017)

2.5. BENEFICIOS

Los juguetes comestibles y snacks son hoy una opción para los propietarios de perros que buscan que sus mascotas se entretengan, a la vez que se están alimentando saludablemente sin competir con la dieta regular del animal (Apolo y Sarango, 2014). Considerando al perro un carnívoro, su dieta contienen grandes cantidades de proteínas y pocos carbohidratos, pero sus necesidades de glucosa no son menores que las de otros animales, por ello es muy importante que produzcan glucosa a partir de aminoácidos (Klein, 2020). Tal como, la arginina, que participa en el metabolismo de las proteínas, y a su vez es activador de la enzima carbamoil fosfato sintetasa importante en la detoxificación y en el ciclo de la urea (NRC, 2014).

Por otro lado, Abarca (2018) da a conocer que un juguete comestible a base carnaza de res, tiene un contenido 96.32 por ciento de proteína, al igual que un valor de grasa 0.03 por ciento, 2.23 por ciento de minerales y una disponibilidad de 122.67 mg de calcio/100g (Tabla 6). Así mismo, Apolo y Sarango (2014) revelan, que en 100 g de juguete comestible de la marca Mas-Can (Ecuador), contiene 2.18-3.30 g de ceniza, 346.8 mg calcio y 4.23 mg de fosforo.

Tabla 6: Caracterización química en base seca de un “juguete comestible”, en base a carnaza

ANALISIS	VALOR
Humedad, %	68.99
Contenido de Proteína, %	96.32
Contenido de Grasa, %	0.03
Contenido de Ceniza, %	2.23
Extracto Libre de Nitrógeno, %	1.42
Contenido de Calcio, mg/100 gr	122.67

FUENTE: Abarca (2018)

En tal sentido, los propietarios de perros compran los juguetes comestibles por su valor nutritivo y como demostración de afecto. Estos productos son utilizados para reforzar conductas deseadas durante el entrenamiento, en momentos de llegada o partida, como forma de dar variedad a la dieta del animal y para favorecer la salud dental (Hidalgo y Takatsu, 2012). Esquivel y Reyes (2014) demuestran que haciendo uso diario de un juguete comestible puede reducir la acumulación de placa en la superficie de los dientes, la cual es importante para la higiene dental, reduce la acumulación de depósitos dentales y gingivitis a corto y largo plazo.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN DEL ENSAYO Y FECHA DE EJECUCIÓN

La fase experimental de la presente investigación se realizó en el Taller de Curtido de Pieles y Cueros del Departamento de Producción Animal perteneciente a la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria La Molina – UNALM.

El análisis químico proximal de las muestras, se realizaron en el Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos (LENA), del Departamento Académico de Nutrición de la Facultad de Zootecnia de la UNALM y los análisis minerales (Ca, Na y S) se realizaron en el Laboratorio de Análisis de Suelo, Planta, Agua y Fertilizantes de la Facultad de Agronomía de la UNALM.

Los análisis microbiológicos de las muestras se realizaron en el Laboratorio de Microbiología y Parasitología Veterinaria de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos UNMSM.

La parte experimental se realizó en dos etapas. La primera etapa constituye la operación de remojo hasta pelambre, del 12 al 19 de septiembre del 2019. En la segunda etapa se realizó los análisis minerales 2 de noviembre del 2019 al 27 de enero del 2020. Para terminar con los análisis químicos proximales, del 29 de noviembre del 2019 al 12 de febrero del 2020.

3.2. PROCEDENCIA Y CANTIDAD DE MATERIA PRIMA

Se utilizaron 20 pieles de alpaca adulta seco saladas de la raza huacaya, las cuales procedieron de la sierra central del Perú. Se manejó un tamaño y peso estándar de las pieles obtenidas de 7 pies cuadrados y 2.2 kilogramos en promedio, respectivamente.

Equipos y Materiales

Equipos

- Botal
- Balanza analítica

Materiales

- Piel de alpaca
- Cintas de pH
- Guantes de látex
- Cuchillas
- Hojas de gillette
- Tijeras
- Rancheta
- Fenolftaleina
- Probeta
- Baldes
- Caballete de madera
- Parihuela
- Densímetro Baumé
- Mandil

Insumos

- Detergente industrial (Bicarbonato de sodio + dodecilbenceno sulfonato de sodio)
- Soda caustica (Hidroxido de sodio)
- Eusapon OC (Alcohol alcoxilado de cadena molecular larga)
- Mollescal PA (Sal de sodio de ácido policarboxílico)
- Antibacteriano (Ácido carbámico)
- Sulfuro de sodio
- Cal viva (Oxido de calcio)

3.3. TRATAMIENTOS

Para la presente investigación se evaluaron los tratamientos teniendo en cuenta la región de la piel (cuello, crupón y falda) en diferentes estados de proceso (piel seca salada y piel apelambrada), a fin de caracterizar químicamente y microbiológicamente cada región en cada estado de proceso. A continuación, se detallan los tratamientos:

- Tratamiento 1: crupón piel seco salada
- Tratamiento 2: cuello piel seco salada
- Tratamiento 3: falda piel seco salada
- Tratamiento 4: crupón piel apelambrada
- Tratamiento 5: cuello piel apelambrada
- Tratamiento 6: falda piel apelambrada

3.4. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

Se recibieron las pieles seco saladas, que fueron previamente sacudidas para retirar el exceso de sal y registrar el peso inicial de las mismas, el cual fue de 44 kilos en total. Luego las pieles fueron mantenidas en parihuelas de madera para evitar su contacto con el piso y bajo sombra para evitar el contacto con los rayos solares hasta la toma de las muestras seco saladas. Se volvió a registrar el peso de las pieles muestreadas, con ellas se dio inicio el proceso de pelambre. Culminado el proceso de pelambre, se procedió a un tercer pesaje y la toma de muestras apelmbradas.

Se tomó tres muestras de cada piel seco salada, una de cada región (cuello, crupón y falda). Posteriormente se procedió al retiro de la totalidad de la fibra, mediante un afeitado manual con hoja de afeitar (Figura 3), con el objetivo de retirar la totalidad de fibra, sin alterar los valores químicos proximales y minerales. Terminado este proceso se registró el peso inicial de la muestra.

Asimismo, se tomó tres muestras de cada piel apelmbrada, una de cada región (cuello, crupón y falda). Las mismas que fueron pesadas.

Cada muestra fue recortada aproximadamente a tres milímetros de grosor, para proceder a los análisis químicos respectivos. Las muestras que se remitieron al análisis microbiológico, procedieron de ocho pieles tomadas al azar, en su estado seco salada y apelmbrado.



Figura 3: Pesado de la muestra afeitada de región cuello

3.5. Proceso de remojo y pelambre

Todas las pieles fueron procesadas en el mismo botal, incluido las operaciones de remojo y pelambre. Los productos químicos y el agua utilizada estuvieron en función al peso total de las pieles.

a. Pre-remojo

Tomando en cuenta a Alvarez (2018), durante esta operación se llenó el botal con agua al 300 por ciento del peso de las pieles, a temperatura ambiente (25°C), se introdujeron las pieles y se hizo girar el botal por 5 minutos para lograr que las pieles estén en flote. Se agregó 3 por ciento de detergente y se procedió a girar el botal por 30 minutos. Después de transcurrido el tiempo, se midió la densidad del baño (o solución) en grados Baumé, lo que nos dio el grado de suciedad, sal y restos orgánicos que contiene la solución (°Bé = 2). Luego se escurrió el baño y se procedió a lavar por 5 minutos. Seguidamente se procedió a volver a lavar por segunda vez, con 300 por ciento de agua del peso de las pieles (Figura 4), a temperatura ambiente (25°) y finalmente se añadió 3 por ciento de detergente para proceder a rotar el botal por 45 minutos. Pasado este tiempo se elimina el agua del segundo pre-lavado.



Figura 4: Pielés seco saladas con detergente en pre-remojo, en rotación dentro del botal.

b. Remojo

Teniendo en cuenta a Alvarez (2018), las pieles del segundo pre-lavado son puestas en baño por doce horas a 300 por ciento del peso de las pieles al botal. Luego se agregaron los productos químicos: 0.1 por ciento eusapon OC, 0.1 por ciento mollescal PA, 0.3 por ciento bactericida (ácido carbámico), 0.3 por ciento soda caustica; los cuales fueron disueltos en un recipiente con 5 litros de agua y agregados por el fulón y se dejó rotar el botal por 15 minutos. Culminado el tiempo se dejó reposar el botal y pieles en flote por 60 minutos, luego del cual se hizo rotar el botal por 15 minutos, este ciclo se repitió 3 veces más. Para finalmente dejar reposar el botal con las pieles y baño hasta el día siguiente.

Al día siguiente, se realizaron los controles respectivos de pH, densidad y corte. La densidad que se obtuvo en grados Baumé fue igual a 1 ($^{\circ}\text{Bé} = 1$). El pH se encontró dentro del rango de 9.5 durante el remojo. Al final de la operación de remojo se obtuvieron: pieles limpias, flexibles, hidratadas, con apariencia más blanda y caída (Figura 5).



Figura 5: Pieles limpias, sueltas y con menor grado de suciedad.

c. Pelambre

De acuerdo con Gómez (2016), este proceso se llevó a cabo en cuatro partes, con el objetivo de extraer y recuperar la fibra y no destruirla, para evitar la contaminación de restos de fibra en el efluente y alcantarillado; donde se llenó el botal con agua a 150 por ciento del peso de las pieles, a temperatura ambiente (25°C). En la primera parte, se procedió a agregar sulfuro de sodio 2.5 por ciento y se puso a funcionar el botal, haciéndolo rotar por 15 minutos. Luego de transcurrido este tiempo, como segunda parte se agregó 2 por ciento cal y se dejó rotar

por el botal por 15 minutos. Seguidamente se evaluó el depilado, observando la soltura cuando se ejercía fuerza sobre la piel (Figura 6).

En la tercera parte se agregó 1.5 por ciento de sulfuro de sodio y se dejó rotar por 15 minutos; culminado dicho tiempo se agregó 2.5 por ciento de cal viva y se dejó rotar el botal por 15 minutos, finalmente se dejó reposar la solución con las pieles durante doce horas.



Figura 6: Pieles parcialmente depiladas e hinchadas, obtenidas al final del proceso de pelambre.

d. Graminado

Al día siguiente se procedió a sacar una por una las pieles y retirar la fibra, mediante un proceso llamado graminado y escurriendo la solución de lavado en mallas, con la finalidad de captar las fibras y no se destine al alcantarillado (Figura 7). Después de retirar toda la fibra de las pieles, se introdujeron dentro del botal con 200 por ciento de agua y se dejó rotar el botal por 60 minutos. Transcurrido este tiempo se escurrió el baño y se procedió a lavar las pieles por 10 minutos. Al final se contó con pieles totalmente depiladas y ligeramente hinchadas.



Figura 7: Retiro de fibras mediante el uso de la rancheta sobre lado de la flor.

3.6. ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS DE PIEL

Tanto los análisis químicos y microbiológicos fueron realizados antes de la operación de pre-remojo y al finalizar la operación de pelambre.

3.6.1. Análisis químico proximal de piel seco salada y apelmbrada

El análisis químico proximal se desarrolló siguiendo la metodología y referencia siguiente, para: humedad, estufa al aire AOAC (2005) 950.46; proteína total, kjeldahl AOAC (2005) 984.13; extracto etéreo, soxhlet AOAC (2005) 2003.05; ceniza, mufla AOAC (2005) 942.05 y ELN, por diferencia AOAC (2005) 950.51.

3.6.2. Análisis mineral (Ca, Na y S) de la piel seco salada y apelmbrada

Para los análisis minerales de Calcio, Sodio y Azufre se realizó la siguiente metodología: Espectrometría absorción atómica de Ca y Na (ME. LF-02 y ME-LF07), y turbidimetría con cloruro de bario (ME. LF-07), respectivamente.

3.6.3. Análisis microbiológico de la piel seco salada y apelmbrada

Para los análisis microbiológicos se realizó el aislamiento de *Clostridium sp* y *Salmonella sp* mediante cultivo anaerobio de recuento UNE EN ISO 7937:2005 y cultivo siguiendo el protocolo adecuado de aislamiento basado en la norma ISO:6579 (2002), respectivamente.

3.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para los seis tratamientos se realizó un análisis de variancia (ANVA) con un nivel de significancia de ($\alpha = 0.05$) utilizando el modelo estadístico del Diseño Completamente al Azar (DCA) con arreglo factorial 2 x 3 (dos niveles de proceso y tres regiones de la piel, reportando los efectos individuales y la interacción entre los mismos).

El modelo estadístico es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + G_i + A_j + (G*A)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

$i = 1, 2$ nivel de proceso (piel seca salada y piel apelmbrada).

$j = 1, 2, 3$ regiones de la piel (cuello, crupón y faldas).

$k = 1, 2, 3, \dots, 30$ muestras/ nivel de proceso/regiones del cuerpo.

Donde:

Y_{ijk} = Variable de respuesta en estudio de la k-ésima muestra correspondiente al j-ésimo nivel de proceso, al cual se le aplicará el i-ésimo región de piel.

μ = Efecto de la media general.

G_i = Efecto del i -ésimo región de piel.

A_j = Efecto del j -ésimo nivel de proceso.

$(G * A)_{ij}$ = Efecto de interacción del j-ésimo nivel de proceso por el i-ésimo región de piel.

ε_{ijk} = Error debido del k-ésimo muestra correspondiente al j-ésimo nivel de proceso, al que se aplicó el i-ésimo región de piel.

Para la estabilización de la variancia, los valores que se expresaron en porcentaje del análisis proximal de las muestras serán transformados en valores angulares (Calzada 1982), empleando la siguiente fórmula:

$$\text{Arcoseno } \sqrt{(Y_i / 100)}$$

Además, se utilizó la prueba estadística de Duncan para determinar las diferencias entre las medias de los tratamientos en relación a los parámetros en estudio (Calzada 1982).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RENDIMIENTO PRODUCTIVO

En la Figura 8, se muestra el diagrama de rendimiento de carnaza en base a piel de alpaca, representado en kilogramo y las evaluaciones para la variación de agua en el anexo 1. En las pieles seco saladas se obtuvo un 25 por ciento de aumento de agua, resultado del hinchamiento de la misma dentro del proceso de pelambre. De igual manera se obtuvo un rendimiento de humedad y materia seca de 75.12 y 24.78 por ciento, respectivamente, para pieles de alpaca apelambradas. El haber obtenido dichos niveles de humedad, no difiere de lo obtenido por Ortiz (2017) quien reporto 73 por ciento de humedad, en pieles apelambradas de vacuno. Ello quiere decir que con la adquisición de 100 kilos de piel seco salada de alpaca, se obtiene 125 kilos de piel apelambrada.

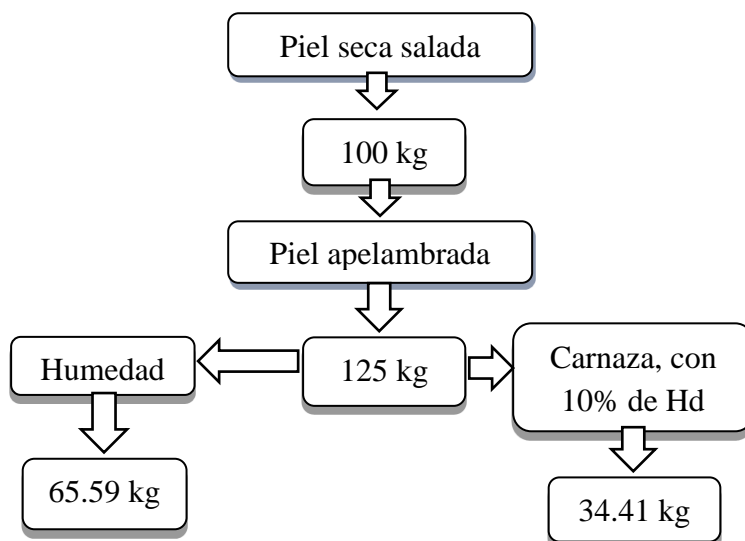


Figura 8: Rendimiento de carnaza en base a piel de alpaca.

Para la elaboración del juguete comestible, la carnaza debe mantener un 10 por ciento de humedad en promedio, ello significa que de 1000 kg de piel apelambrada se obtendrían 275.33 kg de carnaza disponible para la elaboración de juguetes comestibles; asimismo, existe carnaza a nivel comercial que trabajan con una humedad de 11 por ciento.

4.2. CARACTERIZACIÓN QUÍMICA NUTRICIONAL

4.2.1. Humedad y materia seca

Los parámetros de humedad y materia seca, por tratamiento, como interacción y efectos del nivel de proceso y región de piel encontrados en el presente trabajo de investigación se muestra en la Tabla 7.

Respecto al nivel de humedad, se observa que en el estado seco salado el contenido varía según la sección de la piel; pero luego del procesamiento hasta apelmbrado, todas las regiones presentan similares porcentajes de humedad ($P>0.05$).

En cuanto a la región de la piel existe diferencias ($P<0.05$) entre las tres regiones de la piel descritas en esta investigación, siendo la región falda con mayor porcentaje de humedad, seguida por el crupón y cuello; teniendo en cuenta que pertenecen al proceso seco salada. En esta condición, Gonzales (2013) afirma que, la epidermis es responsable de la permeabilidad en la piel, es decir pérdida de humedad; donde el grosor de la misma varía según la región de la piel y es inversamente proporcional con la densidad de fibra; de igual modo Ross y Pawlina (2020) argumenta que, regiones de piel con mayor folículos pilosos o densidad de fibra contiene menor espesor de epidermis. Con ello regiones menos densas como la falda y más densas como el cuello tendrán mayor y menor porcentaje de humedad, respectivamente, debido al grosor de la epidermis.

Tabla 7: Análisis proximal en base seca, según tratamiento, nivel de proceso y región de piel (%)

Tratamiento	Nivel de proceso	Región de piel	Humedad (%)	MS (%)	Proteína (%BS)	Grasa (%BS)	Ceniza (%BS)	ELN (%BS)
T1	Seco salada	Crupón	43.87 ^c	56.13 ^b	73.75 ^d	5.05 ^a	20.09 ^b	1.11 ^b
T2	Seco salada	Cuello	38.97 ^d	61.03 ^a	79.86 ^c	4.03 ^b	15.23 ^c	0.89 ^c
T3	Seco salada	Falda	50.22 ^b	49.78 ^c	69.38 ^e	5.21 ^a	24.02 ^a	1.39 ^a
T4	Pelambre	Crupón	75.60 ^a	24.40 ^d	93.17 ^b	2.46 ^d	3.87 ^d	0.49 ^d
T5	Pelambre	Cuello	75.69 ^a	24.31 ^d	97.52 ^a	0.97 ^e	1.50 ^e	0.01 ^e
T6	Pelambre	Falda	74.37 ^a	25.63 ^d	92.61 ^b	2.81 ^c	4.01 ^d	0.57 ^d
Nivel del proceso		Seco salada	44.35 ^b	55.65 ^a	74.33 ^b	4.76 ^a	19.78 ^a	1.13 ^a
		Pelambre	75.22 ^a	24.78 ^b	94.43 ^a	2.08 ^b	3.13 ^b	0.36 ^b
Región de piel		Crupón	59.73 ^b	40.27 ^b	83.46 ^b	3.76 ^a	11.98 ^b	0.80 ^b
		Cuello	57.33 ^c	42.67 ^a	88.69 ^a	2.50 ^b	8.37 ^c	0.45 ^c
		Falda	62.30 ^a	37.70 ^c	81.00 ^c	4.01 ^a	14.02 ^a	0.98 ^a

a,b,c,d,e: Letras diferentes a nivel vertical indican que existe diferencia estadística ($p<0.05$)

Por último, los porcentajes de humedad en pieles apelmbradas son mayores ($P < 0.05$) con respecto a las seco saladas, manteniéndose, la tendencia para cada región de piel; obteniéndose también un menor porcentaje de humedad ($P < 0.05$) para pieles seco saladas, tendencia reportada por Melgar (2000) quien considera, 30 a 45 por ciento de agua en pieles seco saladas.

4.2.2. Proteína total

La Tabla 7, presenta el porcentaje promedio total de proteína, por efecto de los tratamientos, así como el efecto del nivel de proceso y región de piel; se observa de manera explícita que existe diferencia significativa ($P < 0.05$) para los seis tratamientos descritos para el nivel de proteína. En tal sentido, por efecto de región de piel, el cuello presenta el nivel de proteína más alto y opuestamente, la región falda; manteniéndose esta tendencia dentro de cada proceso. Ross y Pawlina (2020) desde el punto de vista anatómico afirma que, la dermis es de mayor espesor en el dorso-cuello y crupón; capa que en gran porcentaje está compuesta por la red colágena (colágeno I y III); siendo esta red colágena la estructura de mayor fuente proteica en la piel. En tal sentido el cuello piel apelmbrada presenta el contenido de proteína más alto y opuestamente, la falda piel seco salada presenta el menor porcentaje; alcanzando los demás tratamientos valores intermedios estadísticamente diferentes.

Al evaluar el nivel de proceso, se observa diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$) a favor de la piel procesada en pelambre, con respecto al nivel de proceso seco salada; esto debido a una mayor presencia de colágeno en la dermis, dado que en el procesamiento en pelambre se elimina otros componentes de la piel y se concentra la proteína; la cual es rica en arginina y lisina (Gonzales, 1998), y de valor para la dieta del canino (Klein, 2012). En ese sentido, la piel procesada en pelambre se ve favorecida con un mayor aporte de proteína.

Los niveles de proteína encontrados por Guanilo (1983), en cuello y crupón de la piel fresca de alpaca resultan superiores a lo encontrado en la presente investigación para las mismas regiones en piel seco salada, comparados en base seca; dado que el contenido de sal en la piel seco salada estaría reduciendo la concentración de proteína. Sin embargo, el procesamiento en pelambre permite elevar este contenido, lo que es justificado por Gómez (2016) que explica, que durante el proceso de pelambre se elimina de la piel: albuminas, sales, grasas y proteínas solubles, aumentando el porcentaje de fibras de colágeno en su composición.

4.2.3. Extracto etéreo

Los resultados obtenidos por nivel de proceso y región de piel para el extracto etéreo, se muestran en la Tabla 7. De igual manera se observa que estos factores son importantes, debido a que los resultados fueron estadísticamente diferentes ($P < 0.05$), dependiendo del proceso y región de piel. En tal sentido, falda y crupón piel seco salada presentan el porcentaje de extracto etéreo más alto ($P < 0.05$) y opuestamente, cuello piel apelambrada evidencia el porcentaje más bajo; alcanzando los demás tratamientos valores intermedios estadísticamente similares. Los promedios de grasa obtenidos son menores a los reportados por Guanilo (1983) quien obtuvo, 7.53% y 6.61% para la región: crupón y cuello en piel fresca de alpaca, respectivamente. Mientras que Abarca (2018), por efecto del nivel de proceso (pelambre) obtuvo 0.03% de extracto etéreo en pieles de vacuno.

En esta línea, Gonzales (2013) refiere que, en las diferentes zonas de la piel, la hipodermis acumula células de grasa (almacén de energía y protección) y varía su grosor; es así que en el abdomen (región falda) alcanza un espesor mayor a otras regiones, donde la densidad de fibra es menor o nula.

El proceso de pelambre produce emulsificación de las grasas en la piel del animal, por medio de agentes químicos como el: detergente, desengrasante y soda caustica; de igual manera conlleva la reacción de saponificación por interacción de: dispersante, sulfuro de sodio y óxido de calcio; es así que los componentes grasos son luego eliminados en la solución de los baños, como también lo reporta Melgar (2000), para el proceso de pelambre en piel de vacuno.

4.2.4. Extracto libre de nitrógeno

Los resultados obtenidos por nivel de proceso y región de piel para el extracto libre de nitrógeno (ELN), se muestran en la Tabla 7. El ELN (%), obtenido, por tratamiento y reportado en la presente investigación es estadísticamente diferente ($P < 0.05$); pero en general son valores inferiores al 1.4 por ciento, dado que esto es un ingrediente de origen animal con un bajo contenido de glucógeno y otros glúcidos; siendo la falda piel seco salada de mayor porcentaje y similar a lo reportado para crupón en piel fresca de alpaca por Guanilo (1983). Igualmente, la incorporación de sal en el proceso del salado afecta porcentualmente la composición de los otros componentes. Además, la piel apelambrada en las distintas secciones en piel de alpaca, no superó el 0.57 por ciento, lo cual difiere a lo que se reporta para piel apelambrada de vacuno, la cual alcanza el 1.4 por ciento.

Como es sabido, el contenido de ELN es relativamente bajo en tejido animal—en este caso la piel del animal—y proporciona la suavidad en la piel (Guanilo, 1983 y Abarca, 2018). Si bien el contenido de ELN fue superior en las diversas regiones de la piel seco salada, tuvo mayor concentración a nivel de la región falda; el proceso de pelambre redujo la concentración, pero se mantuvo la tendencia, siendo así que la región falda de la piel en pelambre mantuvo la mayor concentración de ELN en el nivel de proceso pelambre.

4.2.5. Ceniza

El porcentaje de ceniza hallado es mostrado en la Tabla 7, siendo los resultados obtenidos por tratamiento, nivel de proceso y región de piel. Los cuales se relacionan con los niveles de minerales en la piel y minerales exógenos introducidos en el procesamiento.

En el efecto de tratamientos, se observó que la piel seca salada presenta mayor nivel de ceniza; siendo la falda piel seco salada, la que registra el mayor porcentaje por unidad de peso ($P < 0.05$); seguido por el crupón y cuello seco salada, respectivamente.

Los niveles de ceniza encontrados en la piel seco salada, es superior a lo reportado por Guanilo (1983) y Morera (2002) en piel fresca, por la introducción de sales para la conservación de la piel. Sin embargo, la distribución de cloruro de sodio usado en las pieles seco saladas, no fue uniformemente distribuido en toda la región del manto de la piel, con diferencia estadística ($P < 0.05$), concentrándose en la falda seguido del crupón y finalmente cuello.

a) Calcio

Los porcentajes de calcio según los tratamientos se presenta en la Tabla 8, donde se observa que hubo diferencia significativa ($P < 0.05$) por efecto de los tratamientos, nivel de proceso y región de la piel.

En cuanto a los tratamientos, se observa que la falda y crupón piel apelambrada tienen los más altos porcentajes de calcio con 1.86 por ciento y 1.85 por ciento, respectivamente y opuestamente, el crupón y cuello piel seco salada son los que presentan porcentajes de calcio más bajos siendo 0.14 por ciento y 0.10 por ciento, respectivamente. Durante el procesamiento de pieles en pelambre, se disuelve óxido de calcio (cal viva) que reacciona en solución y se desdobra en calcio catión, ion hidróxido e hidróxido de calcio, el calcio catión termina fijándose en las fibras de colágeno. De este modo Melgar (2000) sostiene que, el calcio se encuentra en la piel apelambrada en diversas formas: combinada por enlace

salino con los grupos carboxílicos de colágeno, disuelto en los líquidos que ocupan los espacios interfibrilares y depositada en forma de lodos sobre las fibras.

Por lo tanto, se comprobó que en el proceso de pelambre la piel absorbe el calcio, lo cual explica la diferencia de este mineral en los niveles de proceso evaluado. En la misma línea, Abarca (2018) reporta un porcentaje de calcio en piel apelmbrada de vacuno de 0.12 por ciento, difiriendo en cantidad, a lo encontrado en esta investigación. En ese sentido, existe una diferencia en la fijación de calcio en la piel apelmbrada de diferentes especies; es posible que la piel de alpaca al ser de menor grosor, el calcio catión ingrese con facilidad a la dermis, a diferencia de la piel de vacuno que al ser de mayor grosor tiene más dificultad su ingreso.

b) Sodio

En la Tabla 8 se muestran los porcentajes de sodio en los tratamientos, así como el efecto aislado del nivel de proceso y región de piel. Los valores de crupón, cuello, falda piel seco salada y crupón piel apelmbrada con cuello y falda piel apelmbrada, denotan diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$). Así también por efecto del nivel de proceso, pieles seco saladas presentan mayores porcentajes de sodio y pieles apelmbrada menores porcentajes.

Tabla 8: Porcentajes de calcio, sodio y azufre, según tratamiento, nivel de proceso y región del cuerpo (%)

Tratamiento	Nivel del proceso	Región de piel	Calcio %	Sodio %	Azufre %
T1	Seco salada	Crupón	0.14 ^{cd}	0.48 ^a	1.22 ^a
T2	Seco salada	Cuello	0.10 ^d	0.28 ^a	0.76 ^b
T3	Seco salada	Falda	0.19 ^c	0.31 ^a	1.22 ^a
T4	Pelambre	Crupón	1.85 ^a	0.28 ^a	0.40 ^c
T5	Pelambre	Cuello	1.22 ^b	0.03 ^b	0.26 ^c
T6	Pelambre	Falda	1.86 ^a	0.03 ^b	0.40 ^c
Nivel del proceso		Seco salada	0.14 ^b	0.55 ^a	1.06 ^a
		Pelambre	1.64 ^a	0.11 ^b	0.35 ^b
Región de piel		Crupón	1.00 ^a	0.38 ^a	0.81 ^a
		Cuello	0.66 ^b	0.15 ^b	0.51 ^b
		Falda	1.03 ^a	0.17 ^b	0.81 ^a

a,b,c: Letras diferentes a nivel vertical indican que existe diferencia estadística ($P < 0.05$)

c) Azufre

El contenido de azufre obtenido por tratamiento, nivel de proceso y región de la piel, es el resultado del uso de compuestos azufrados y la presencia de aminoácidos azufrados en el tejido piel y son mostrados en la Tabla 8.

Por efecto de los tratamientos, se puede observar que los tratamientos del nivel de proceso pelambre, son los que registran menor porcentaje de azufre ($P < 0.05$), por el contrario, pieles seco saladas son las que contienen mayor porcentaje de azufre en su tejido. En tal sentido, la presencia de azufre en piel seco salada, se debe a la presencia de restos de fibra, la cual fue retirada manualmente por afeitado, quedando un porcentaje de la misma en la piel y ésta contiene azufre a consecuencia de los puentes disulfuro que son la unión de dos cisteinas dímeros de cistina, unidad básica de la queratina (Melgar, 2000); así como también por el contenido de colágeno, que de acuerdo con Ross y Pawlina (2020), tiene en su estructura puentes disulfuro intracatenarios e intercatenarios, que influyen en la forma de la molécula. Ya a nivel de proceso pelambre se retira la totalidad de la fibra, sin embargo se mantiene el poco azufre presente en el colágeno, e introducimos azufre mediante el sulfuro de sodio; es por ello que en dicho proceso donde hay retiro de la totalidad de la fibra de la dermis, los niveles de azufre son menores.

Por último, respecto al efecto aislado de la región de la piel, se encontraron los porcentajes de azufre más altos ($P < 0.05$) en la región crupón y falda con respecto al cuello. Citando a Melgar (2000) en la realización práctica del apelmbrado con sulfuros se emplean normalmente de 1 a 3 por ciento de Na_2S , no siendo aconsejable concentraciones superiores para la piel de alpaca por cuanto la rapidez con que se producirá la destrucción de la fibra, no daría tiempo a que se lograra un suficiente aflojamiento de las raíces del mismo; siendo así que el aflojamiento de la fibra no es total en todas las regiones de la piel.

4.2.6. Requerimiento nutricional del perro

Los requerimientos brindados por el National Research Council (NRC, 2014), detalla que el perro adulto de 20 kg/pv y un cachorro de 8 kg/pv tienen un requerimiento proteico de mantenimiento de 24.78 gr/día ($2.62\text{gr}/\text{kg}^{0.75}$) y 59.4 kg/día ($12.5\text{gr}/\text{kg}^{0.75}$) respectivamente. Así mismo, la diferencia proteica entre los dos niveles de proceso seco salada (74.33%) y pelambre (94.43 %), demuestra que esta última tiene mayor aporte de proteína. Además, Gonzales (1998) da a conocer que la piel de vacuno apelmbrada es deficiente en el

aminoácido metionina, pudiendo extrapolarse a la piel de alpaca; de igual modo NRC (2014) refiere que, la metionina es un aminoácido limitante en fuente proteica del perro.

Por otra parte, hubo diferencia numérica para los valores encontrados para el mineral calcio en piel seco salada (0.14%) y apelambrada (1.64%), así mismo, teniendo en cuenta al NRC (2014) que sugiere 0.56gr/día de calcio en la dieta de un perro de 20 kg de peso vivo(0.059gr/kg^{0.75}). Igualmente, hubo diferencia numérica para el sodio en los dos procesos seco salada (0.55%) y pelambre (0.11%); y teniendo en cuenta al requerimiento para este mineral por el NRC (2014) en base a un peso metabólico (9.85mgr/kg^{0.75}) de un can de 20 kg/pv, se requiere 0.0932 gr/día de sodio. La indica que el suministro de un juguete no afectaría los requerimientos de los minerales sodio y calcio; a su vez al no existir un requerimiento de azufre hay que tener cuidado, por que el azufre presente en la dieta puede terminar convirtiéndose en: etilmercaptano, metil-mercaptano y ácido sulfhídrico, que dan el olor característico a huevo podrido y a gas doméstico, respectivamente, por las bacterias intestinales (Aguila, s.f).

Evaluando esta información, se podría afirmar que existe una ventaja en cuanto a los valores nutricionales de proteína y calcio de la piel apelambrada versus la piel seco salada; y posiblemente se podría usar pieles apelambradas como materia prima en la elaboración de los juguetes comestibles, sin competir con la dieta regular del animal. No sería muy recomendable usar pieles seco saladas por su mayor contenido de azufre, y que podría afectar problemas digestivos como: gases, flatulencias y malos olores.

4.3. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

No se obtuvo presencia de *Salmonella sp*, en pieles de proceso seco salada y pelambre, que son mostrados en la Tabla 9. El no haber presencia de *Salmonella sp* en el nivel de proceso pelambre, no difiere de lo reportado por Abarca (2018), quien no registro presencia de dicho patógeno, durante la caracterización de piel apelambrada de vacuno, para producir “juguetes comestibles”.

De igual manera Fonnegra *et al.* (2009) refiere que, la *Salmonella sp* es un patógeno zoonótico, que constituye problema de salud pública; pudiendo los perros hospedar hasta 53 serotipos, incluyendo aquellas que son patógenas para los seres humanos. Es por ello que juguetes comestibles a base de piel de alpaca para perros libres de este patógeno, no representan un riesgo de salud pública.

Como sostiene Carhuapoma *et al.* (2019), la salmonelosis en la alpaca no ha sido muy estudiada; es así que en un estudio clínico Whitehead (2009) sostiene que, la *Salmonella spp* no parece ser una causa común de diarrea en llamas o alpacas, donde los resultados dieron negativo para presencia de dicha bacteria. Esto justificaría la ausencia de *Salmonella sp* en pieles de alpaca en estado seco salada y procesadas hasta pelambre.

Por otro lado, se aisló *Clostridium sp* en los dos niveles de proceso (Tabla 9), sin embargo, y al ser un microorganismo indicador de higiene, es aceptable su presencia hasta un máximo 10^3 unidades formadoras de colonias (UFC) de acuerdo a la norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano DIGESA (2003).

Asimismo, Herrera *et al.* (2009) lograron aislar *Clostridium perfringens* en diversos alimentos balanceados para perros adultos en Costa Rica (6.7 %) considerándolos aceptable para el consumo, al no tener problemas enterotoxigénicos; igualmente, Lemus y Uribe (2012) reportaron presencia de *Clostridium sp* en 45,8 por ciento de muestras de alimento balanceado para perros, siendo un valor significativamente alto, sin llegar a superar el parámetro máximo determinado por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) para este microorganismo (5000 UFC/gr).

Sin embargo, Hernández y López (2018) definen al, *Clostridium perfringens* y *Clostridium difficile* como patógenos zoonóticos; y una sobre carga está comúnmente asociados a la presencia de diarrea en perros; y supone un problema de salud pública (Barreda, 2017).

El aislamiento de *Clostridium sp* en pieles de alpaca seco salada podría deberse a una contaminación cruzada, al momento del faenamiento de alpacas para obtención de carcasa y piel, la cual no cumple con los protocolos ni normas técnicas y tiene como principal factor la falta de higiene en los procesos de beneficio y transporte, asimismo, el proceso de pelambre no lo logra eliminar. En ese sentido, el beneficio clandestino, fuera de los mataderos, carentes de control sanitario e inspección veterinaria, constituye un medio de propagación de patógenos; debido a un posible contacto con los fluidos *post mortem* y el suelo, pudiendo ser las pieles reservorio de *Clostridium sp*. (Gómez *et al.*, 2019).

El *Clostridium sp*. forma parte del microbiota normal del intestino de la alpaca y de los suelos (Chirinos, 2017). Es así que, una de las habilidades de *Clostridium sp*. es la formación de esporas que pueden sobrevivir en el medio ambiente durante meses (Barreda, 2017); explicándose así la presencia de *Clostridium sp*. en pieles apelambradas, aun cuando el

medio de solución de los baños de pelambre es alcalino y uso de antibacteriano, siendo posible la supervivencia de esporas a medios adversos y su asilamiento en los dos niveles de proceso planteados.

Tabla 9: Análisis microbiológico, de piel seco salada y apelambrada

Muestra analizada	Interpretación	
Piel seco salada	Positivo	<i>Clostridium sp</i>
	Negativo	<i>Salmonella sp</i>
Piel apelambrada	Positivo	<i>Clostridium sp</i>
	Negativo	<i>Salmonella sp</i>

En este sentido, probablemente se podría usar la piel apelambrada de alpaca en la elaboración de juguetes comestibles para perros; teniendo un conteo de unidades formadoras de colonias para *Clostridium sp.*; y a la vez, trabajar con pieles que provengan de un sistema de faenamiento, que aseguren la inocuidad de la misma.

V. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en las que se desarrolló la presente caracterización, se llegó a las siguientes conclusiones:

1. La piel apelmbrada de alpaca es una alternativa en la elaboración de “juguetes comestibles” para perros; mientras que la piel seco salada de alpaca mantiene altos niveles de azufre y sodio que limitan su consumo.
2. El rendimiento productivo de la piel seco salada de alpaca es de 34.41 por ciento; asimismo, la piel apelmbrada este porcentaje se reduce a 27.53 por ciento por su mayor contenido de humedad.
3. El mayor nivel de humedad se encontró en la región falda y al ser más laxa retiene mayor contenido de minerales como el calcio y azufre, mientras que en la región cuello concentro el mayor porcentaje de proteína total, indistintamente del nivel de proceso.
4. El proceso de pelambre, permitió eliminar exceso de grasa, azufre, sodio y hasta carbohidratos solubles, concentrando a la proteína y elevando ligeramente el calcio; indistintamente, de la región de la piel.
5. En las pieles de alpaca a nivel de proceso piel seco salada y apelmbrada, no se encontró *Salmonella sp.*, pero si se encontró *Clostridium sp.*

VI. RECOMENDACIONES

De acuerdo a las conclusiones del presente estudio se recomienda:

1. El darle un mayor valor agregado al recurso piel, a merita mejorar las condiciones de beneficio, que permita obtener productos de calidad sanitaria e inocuos.
2. En la actualidad para poder darle el uso a la piel para la elaboración de juguetes comestibles para caninos, es recomendable determinar la presencia de *Clostridium sp* y unidades formadoras de colonias (UFC.g-1).
3. Realizar análisis de caracterización química en pieles por: raza, sexo y edad; en estado de conservación seco salada y pelambre.
4. Realizar la digestibilidad de proteína de pieles en proceso de pelambre.
5. Evaluar el valor biológico (VB) de la proteína de pieles en proceso de pelambre.
6. Evaluar la posibilidad de reducción de estrés, placa dental, caries, gingivitis con el uso de “juguetes comestibles” a base de piel apelmbrada de alpaca.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Abarca, M. (2018). Diseño de un proceso de producción de alimento balanceado para mascotas a partir de los residuos generados en las etapas de dividido y descarte, en la curtiembre el AL-CE [Tesis para optar el título profesional de Ingeniera Química]. Escuela Superior Politécnica De Chimborazo. Riobamba-Ecuador.
- Aguilar, R. (s.f). Nutrición canina básica, omisiones y confusiones vs hechos científicos. Dirección Científica grupo NUTEC. Recuperado de: <http://congreso.fmvz.unam.mx/pdf/memorias/Ciencias%20Veterinarias/NUTRICI%C3%93N%20CANINA%20B%C3%81SICA%20UNAM%202015%20R%20Aguila.pdf>
- Alvarez, P. (2018). Características tecnológicas del cuero para capellada de alpaca huacaya (*Lama pacos*) adulta, curtido mediante los métodos wet-white y wet-blue [Tesis para optar el título de: Ingeniero Zootecnista]. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú.
- Apolo, E. & Sarango, W. (2014). Diseño y construcción de una máquina cortadora de tubos extruidos para juguetes caninos para la empresa empac machine cia. LTDA [Proyecto previo a la obtención del título de Ingeniero en Mecatrónica]. ESPE-Universidad de las Fuerzas Armadas. Sangolquí-Ecuador.
- Barreda, B. (2017). *Clostridium difficile* y otros patógenos zoonóticos en animales de compañía [Tesis para optar el grado de Master en zoonosis y una sola salud]. Universidad Autónoma de Barcelona. Bellaterra-España.
- Brito, L. (2018). Estrategias de comunicación digital para el posicionamiento de alkupets, microempresa ecuatoriana dedicada a la producción de alimentos y juguetes para perros [Disertación previa a la obtención del título de licenciada en comunicación con mención en comunicación organizacional]. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito-Ecuador.

- Calzada, J. (1982). Métodos Estadísticos para la Investigación. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. 644p.
- Camán, J. (2018). Causas de mortalidad en alpacas y su impacto económico, en la SAIS Túpac Amaru LTDA- N° 1, 2010 – 2016 [Tesis para optar el título profesional de Médico Veterinario Zootecnista]. Universidad Peruana de los Andes. Huancayo-Perú.
- Carhuapoma, V., Valencia, N., Huamán, T., Paucar, R., Hilario, E., & Huere, J. (2020). Resistencia antibiótica de *Salmonella* sp, *Escherichia coli* aisladas de alpacas (*Vicugna pacos*) con y sin diarrea. LA GRANJA. Revista de ciencias de la Vida, 31(1), 98.109.
- Carhuapoma, V., Valencia, N., Paucar, R., Mayhua, P.H., & Lizana, E. (2019). Efecto de *Escherichia coli* y *Salmonella spp* en el crecimiento y mortalidad de crías de alpacas (*Vicugna pacos*). Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú, 30(2), 946-953.
- Chávez, A. (2015). Evaluación de las características físicas del cuero de llama (*Lama glama*) raza q'ara de dos dientes de edad curtido con cuatro niveles de tara (*Caesalpinia spinosa*) [Investigación para optar el título de Ingeniero Zootecnista]. Universidad Nacional de Huancavelica. Huancavelica-Perú.
- Chirinos, A. (2017). Cuantificación del *Clostridium perfringens* y su relación con la presencia de *Eimeria spp.* en crías de alpacas sanas y muertas con síndrome hemorrágico enterotóxico en el CIP. La Raya [Tesis para optar el título de Médico Veterinario y Zootecnista]. Universidad Nacional del Altiplano. Puno-Perú.
- Coba, S., Jackson, A., Jurado, V. (2015). Diseño de un modelo de gestión para la mejora del proceso de direccionamiento estratégico de una planta de juguetes comestibles para caninos [Especialización en gerencia integral de la calidad]. Universidad Sergio Arboleda. Bogotá-Colombia.
- Digesa - Dirección General de Salud Ambiental. (2003). Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano (en línea). Consultado 10 ene 2021. Disponible en: http://www.digesa.minsa.gob.pe/norma_consulta/Proy_RM615-2003.pdf

- Doria, G. (2005). Características tecnológicas de la napa de piel de alpaca (*Lama pacus*) [Tesis para optar el título de Ingeniero Zootecnista]. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. p 60, 92-98.
- Esquivel, N., Reyes, K, (2014). Manual de enfermedades periodontales en perros y gatos [Tesis para obtener el título de Medica Veterinaria Zootecnista]. Universidad autónoma del estado de México. Amecameca-México.
- Fonnegra, L.P., Londoño, L.M., & Hernandez, C. (2009). Prevalencia de Salmonella spp. en perros del centro de bienestar animal “La Perla”, en Medellín, Colombia. Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia, 4(2), 66-71.
- Gómez, C. (1994). Proceso de curtido de la piel de alpaca y ovino adulto con dos niveles de sulfato básico de cromo [Tesis para optar el título de: Ingeniero Zootecnista]. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú.
- Gómez, C. (1997). Preservación y Conservación de Pieles de Camélidos. Torres, S. Lima, Perú. Ministerio de Agricultura. Serie Manual R.I N° 4 10-97. Pág. 9-21.
- Gómez, M.A., Silva, M.I., Salvá, B., & Elías, C. (2019). Detección y enumeración de Salmonella sp. en carne de llama (*Llama glama*) mediante qPCR. Scientia Agropecuaria, 10(3), 403-411.
- Gómez, S. (2016). Características tecnológicas del cuero napa de ovino adulto, mediante los métodos de curtido wet-blue y wet-white [Tesis para optar el título de: Ingeniero Zootecnista]. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú.
- Gonzales, C. (2013). Determinar la estructura de la piel de alpaca en la línea dorsal por edad y sexo en el CICAS [Tesis para optar el título de: Ingeniero Zootecnista]. Universidad Nacional De San Antonio Abad Del Cusco. Cusco-Perú.
- Gonzales, E. (2012). Plan de negocios para la producción y comercialización nacional e internacional de juguetes comestibles naturales para gatos [Requisito para optar al título de Tecnólogo en Comercio Internacional]. Institución Universitaria ESUMER. Medellín-Colombia.
- Gonzales, M. (1998). Valor nutricio de subproductos de piel de bovino e identificación de sus aminoácidos [Presentada como requisito parcial para obtener el grado académico de Maestría en ciencias especialidad en alimentos]. Universidad Autónoma de Nuevo Leon. Monterrey-México.

- Guanilo, M. (1983). Estudio tecnológico de la conservación de pieles de alpaca, ovino y caprino [Tesis para optar el título de Ingeniero Zootecnista]. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú.
- Guevara, J. (2015). Contenido de minerales y ácidos grasos omega-3 en huevos de gallinas ponedoras, alimentadas con harina de algas (*Ulva spp*) [Tesis para optar el grado de Magister Scientiae en Tecnología de Alimentos]. Universidad nacional agraria la Molina. Lima-Perú.
- Gutiérrez, D. & Carrera, M. (2008). Elaboración de dos tipos de compost a partir de dos residuos de curtiembre con dos inoculantes en tres dosis [Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo]. Universidad Técnica de Cotopaxi. Latacunga-Ecuador.
- Hernández, N. & López, Y. (2018). “Epidemiología de las enfermedades zoonóticas que comparten el hombre (*Homo sapiens*) y el perro (*Canis lupus familiaris*), una guía rápida de consulta para los profesionales de la salud” [Tesis para obtener el título de Medica Veterinaria Zootecnista]. Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca-México.
- Herrera, M., Mena, E.C., Rojas, C., Rodríguez, E., Chaves, E. & Arias, M. (2009). Calidad microbiológica de alimento concentrado para perros adultos que se expende en Costa Rica. *Analecta Veterinaría*, 29 (2): 10-15.
- Hidalgo, M., Takatsu, C.H. (2012). Desarrollo de un Snack para Canes [Tesis de grado presentada como requisito para la obtención del título de Ingeniería de Alimentos]. Universidad san francisco de quito. Quito-Ecuador.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2012). IV Censo Nacional Agropecuario 2012. Perú. s.e. pág. 18.
- Jiménez, S., Ortega, C., Sehtman, A., & Allevato, M. El azufre y sus aplicaciones en dermatología. *Act Therap Dermatol* 2007; 30: 114.
- Klein, B. (2020). *Cunningham fisiología veterinaria* (6th Edition). Blacksburg, EE. UU: Elsevier España, S.L.
- König, H.E., & Liebich, H.G. (2020). *Veterinary anatomy of domestic animals: Textbook and colour atlas* (7th edition). Stuttgart, Alemania.
- Lemus, J. & Uribe, A. (2012). Análisis microbiológicos de alimentos concentrados para caninos que se venden a granel en los expendios de las plazas de mercado de

- Bucaramanga-Santander. Trabajo para optar al título de Médico Veterinario Zootecnista. Universidad Cooperativa de Colombia. Bucaramanga-Colombia.
- Lescano, J. (2015). Plan estratégico “Producción y comercialización de alimentos balanceados para canes” [Trabajo de Suficiencia Profesional para optar el Título Profesional de Licenciado en Administración de Empresas]. USIL. Lima-Perú.
- Manani, R. (2016). Efecto antimicrobiano del aceite esencial de orégano (*Origanum vulgare*) sobre *Escherichia coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes* y *Salmonella spp.* en la carne de cuy (*Cavia porcellus*) [Tesis para optar por el título de Ingeniero Agroindustrial]. Universidad Nacional del Altiplano. Puno-Perú.
- McDowell, L.R. (2003). Minerals in animal and human nutrition (2th Edition). Elsevier Science BV.
- Ministerio de Agricultura y Riego. (2017). Diagnóstico de crianzas para desarrollar el plan ganadero. 2017-2021. Lima. Perú. s. pág.
- Melgar, D. (2000). Tecnología del cuero. Procesos de curtición, Control de calidad y maquinarias. Tomo I. MITINCI Industria. Dirección Nacional de Industria. Direcciones regionales de Industria y Turismo. Junín - Perú.
- Morera P, J.M. (2002). Química Técnica de Curtición (1th edition). Cataluña, España, Consorci Escola Técnica d'Igualada. 267 p.
- NRC - National Research Council. (2014). Nutrient requirements of dogs and cats (4th edition). The National Academies Press.
- Ortiz, J. (2018). Estudio de factibilidad para la exportación de productos de peletería de alpaca bajo el tratado de libre comercio TLC USA - Perú 2015 – 2018 [Tesis para optar el título de Ingeniero Industrial]. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Arequipa-Perú.
- Ortiz, P. (2017). Aprovechamiento del desperdicio de la carnaza bovina en el área de producción orientado a obtener un nuevo producto. caso agrocueros S.A. [Proyecto de investigación previo a la obtención del título de Ingeniera Comercial]. Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ambato. Ambato – Ecuador.
- Oruna, E. (2016). Caracterización histológica de la piel en crías de alpacas (*Vicugna pacos*) del centro de investigación y desarrollo de camélidos sudamericanos-LACHOCC

- [Tesis para optar el título de Ingeniero Zootecnista]. Universidad Nacional De Trujillo. Trujillo-Perú.
- Pacsi, G. (2016). Efecto del extracto de chirca blanca (*Baccharis dracunculifolia*) en el proceso de curtición piel de ovino (*Ovis orientalis aries*) y piel de alpaca (*Vicugna pacos*) para la obtención de cueros wet-White [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agroindustrial]. Universidad Nacional del Altiplano. Puno-Perú.
- Quispe, J. (2018). Efectos biológicos y ambientales sobre las características de producción de carne y fibra de alpacas del CIP quimsachata – INIA, puno [Tesis para optar el grado académico de: Doctoris scientiae en ciencia, tecnología y medio ambiente]. Universidad Nacional del Altiplano. Puno-Perú.
- Ross, M.H., & Pawlina, W. (2020). Ross histología texto y atlas, correlación con biología molecular y celular (8th Edition). Wolters Kluwer health. Barcelona, España.
- Ttacca, I. (2017). Evaluación de parámetros (tiempo, temperatura y concentración de óxido de calcio) durante el apelmbrado para curtido de piel de alpaca (*Vicugna pacos*) [Tesis para optar título profesional de Ingeniero Agroindustrial]. Universidad Nacional del Altiplano. Puno-Perú.
- Whitehead, C.E. (2009). Neonatal diseases in llamas and alpacas. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*, 25(2), 367-384.
- Valdés, R., Torres, B., González, J., & Almeda, P. (2012). La piel y el sistema endocrinológico. *Gaceta médica de México*, 148(2), 162-168.

VIII. ANEXOS

Anexo 1: Variación de agua (%) en los pesos de pieles seco saladas y apelmbradas

Número de piel	Peso de pieles seco saladas (kg)	Peso pieles apelmbradas (kg)	Variación de agua (%)
1	2.54	3.18	25 %
2	2.52	3.15	25 %
3	2.51	3.14	25 %
4	2.51	3.14	25 %
5	2.46	3.08	25 %
6	2.42	3.03	25 %
7	2.38	2.98	25 %
8	2.35	2.94	25 %
9	2.33	2.91	25 %
10	2.30	2.88	25 %
11	2.30	2.88	25 %
12	2.28	2.85	25 %
13	2.25	2.81	25 %
14	2.25	2.81	25 %
15	2.24	2.80	25 %
16	2.23	2.79	25 %
17	2.21	2.76	25 %
18	2.20	2.75	25 %
19	2.18	2.73	25 %
20	2.17	2.71	25 %
Promedio	2.33	2.92	25 %
Total	46.63	58.32	25 %

Anexo 2: Tabla de análisis químico proximal para el cuello seco salada

N°	% Humedad	% Materia seca	% Proteína	% Extracto etéreo	% Ceniza	% ELN
1	33.56	66.44	81.4244	3.7524	13.8374	0.9858
2	35.00	65.00	80.0863	3.9581	14.9558	0.9998
3	40.33	59.67	78.6920	3.6382	16.9082	0.7616
4	39.00	61.00	78.6421	4.4085	16.0409	0.9085
5	32.28	67.72	79.0461	3.4395	16.5143	1.0001
6	37.86	62.14	78.1770	4.1918	16.9303	0.7009
7	44.14	55.86	79.0226	3.9464	16.7532	0.2779
8	36.65	63.35	81.0401	3.9261	14.4628	0.5710
9	46.39	53.61	77.9059	3.8753	17.7082	0.5107
10	41.00	59.00	77.8228	3.5136	18.0808	0.5828
11	33.68	66.32	82.6173	4.2026	12.1164	1.0637
12	36.80	63.20	81.090	4.3841	13.0571	1.4684
13	54.24	45.76	82.0388	3.9650	13.0430	0.9532
14	41.20	58.80	79.4798	4.1936	15.9664	0.3603
15	40.42	59.58	81.3510	3.9944	13.9577	0.6969
16	38.50	61.50	82.4728	3.3497	13.6162	0.5613
17	33.99	66.01	77.9495	4.0194	17.0976	0.9336
18	34.50	65.50	78.5251	4.4568	16.0483	0.9698
19	40.00	60.00	79.8396	4.7075	13.4961	1.9568
20	39.80	60.20	79.8932	4.6726	13.9539	1.4803

Anexo 3: Tabla de análisis químico proximal para el crupón seco salada.

N°	% Humedad	%MS	% Proteína	% Extracto etéreo	% Ceniza	% ELN
1	40.65	59.35	73.0980	4.3595	21.5005	1.0421
2	46.85	53.15	74.0760	4.5300	20.1472	1.2468
3	40.90	59.10	71.5980	5.4654	21.8250	1.1117
4	40.92	59.08	71.2480	4.6500	22.8740	1.2280
5	41.05	58.95	77.3608	5.5900	16.0394	1.0098
6	46.70	53.30	77.4524	4.7527	17.3524	0.4425
7	40.93	59.07	74.8719	5.2366	18.7778	1.1137
8	42.70	57.30	75.5590	4.7650	18.4890	1.1870
9	47.27	52.73	72.7500	4.2330	22.0060	1.0110
10	43.88	56.12	75.0600	4.770	19.0080	1.1620
11	44.80	55.20	76.7960	5.2930	16.8000	1.1110
12	45.68	54.32	76.2550	4.7590	17.4170	1.5690
13	46.89	53.11	71.3570	5.2227	22.5100	0.9103
14	43.77	56.23	71.2720	5.3230	22.5490	0.8560
15	44.04	55.96	71.2930	5.3240	21.8200	1.5630
16	42.09	57.91	72.6140	5.3890	21.0800	0.9170
17	46.83	53.17	74.5980	5.6600	18.4425	1.2995
18	44.99	55.01	74.4670	5.1260	18.9920	1.4150
19	43.77	56.23	71.8900	5.2650	21.6720	1.1730
20	42.66	57.34	71.4180	5.2700	22.5240	0.7880

Anexo 4: Tabla de análisis químico proximal para la falda seco salada.

N°	% Humedad	%MS	% Proteína	% Extracto etéreo	% Ceniza	% ELN
1	53.57	46.43	69.3180	6.1140	23.4503	1.1177
2	55.16	44.84	66.8787	6.6723	24.6570	1.7920
3	46.81	53.19	67.6268	4.0134	26.8639	1.4958
4	49.00	51.00	66.8984	4.5440	27.1617	1.3959
5	48.18	51.82	69.3534	6.6203	22.3949	1.6314
6	50.14	49.86	69.9092	6.8186	21.5836	1.6887
7	51.76	48.24	67.7300	4.0162	26.4732	1.7807
8	49.38	50.62	68.8462	5.8952	23.3082	1.9503
9	52.15	47.85	70.9213	4.9314	23.1611	0.9862
10	51.10	48.90	69.9589	4.9233	23.6146	1.5032
11	48.90	51.11	70.1853	4.9552	23.4819	1.3776
12	47.15	52.85	70.3615	5.0553	22.9929	1.5904
13	50.94	49.06	69.0938	5.9158	23.7987	1.1917
14	49.76	50.24	70.2487	4.3371	24.2520	1.1622
15	48.08	51.92	70.6402	5.8158	21.6322	1.91186
16	52.76	47.24	70.4208	4.4177	23.8084	1.3532
17	49.83	50.17	70.5228	4.5876	24.1397	0.7498
18	48.73	51.27	70.2998	4.7924	24.0960	0.8118
19	49.86	50.14	70.7614	4.9903	23.2784	0.9699
20	51.22	48.78	67.7108	4.7928	26.2176	1.2788

Anexo 5: Análisis químico proximal para el cuello pelambre.

N°	% Humedad	%MS	% Proteína	% Extracto etéreo	% Ceniza	% ELN
1	75.01	24.99	98.1800	0.6770	1.1400	0.0030
2	75.55	24.45	96.4680	0.7751	2.7381	0.0188
3	76.02	23.98	97.3000	1.1122	1.5875	0.0002
4	75.72	24.28	98.0583	0.6572	1.2800	0.0045
5	74.99	25.01	98.4810	0.2620	1.2570	0.0000
6	76.00	24.00	97.6900	0.8675	1.4400	0.0025
7	75.84	24.16	97.5951	1.0611	1.3355	0.0083
8	75.16	24.84	97.5275	0.9326	1.4800	0.0599
9	74.26	25.75	96.9985	0.8204	2.1800	0.0011
10	75.47	24.53	96.8119	1.4362	1.6985	0.0535
11	75.87	24.13	96.9900	1.6000	1.4081	0.0019
12	75.12	24.88	97.4500	1.1300	1.4150	0.0050
13	75.69	24.31	97.4100	0.8840	1.7007	0.0053
14	76.23	23.77	98.1040	0.6760	1.2200	0.0000
15	76.55	23.46	97.8140	0.9890	1.1941	0.0029
16	75.63	24.37	98.0609	0.8595	1.0790	0.0006
17	76.60	23.40	97.5390	0.9617	1.4970	0.0023
18	76.01	23.99	97.4300	1.1014	1.4600	0.0086
19	76.18	23.82	97.4857	0.9186	1.5900	0.0056
20	75.92	24.08	96.9672	1.5977	1.3800	0.0551

Anexo 6: Análisis químico proximal para el crupón pelambre.

N°	% Humedad	%MS	% Proteína	% Extracto etéreo	% Ceniza	% ELN
1	75.88	24.12	95.0800	1.4249	2.9527	0.5424
2	76.15	23.85	95.3070	1.3431	2.9492	0.4007
3	74.89	25.11	93.5754	2.0335	4.0885	0.3026
4	77.02	22.98	93.6500	2.0245	3.7996	0.5259
5	75.43	24.58	93.4077	2.4892	3.8662	0.2369
6	75.00	25.00	92.0113	3.7137	3.9156	0.3595
7	75.41	24.59	90.9745	3.6647	4.8743	0.4865
8	76.82	23.18	91.1351	3.9425	4.7629	0.1596
9	75.89	24.12	92.8392	1.8786	4.6349	0.6472
10	74.93	25.07	94.0449	1.3851	3.9430	0.6270
11	74.87	25.13	92.6204	2.9847	3.6791	0.7158
12	75.16	24.84	92.8926	3.0677	3.5659	0.4739
13	75.18	24.82	94.2467	1.8460	3.4073	0.5000
14	77.08	22.92	94.1127	1.8680	3.3826	0.6367
15	75.28	24.73	91.3471	3.0734	5.0996	0.4799
16	74.26	25.74	91.9540	2.6005	5.0782	0.3673
17	75.76	24.24	93.7442	2.5769	3.2040	0.4749
18	74.83	25.17	94.0773	2.5461	2.9114	0.4652
19	77.12	22.88	93.1789	2.3663	3.5961	0.8588
20	75.05	24.95	93.2419	2.4318	3.7544	0.5719

Anexo 7: Análisis químico proximal para la falda pelambre

N°	% Humedad	%MS	% Proteína	% Extracto etéreo	% Ceniza	% ELN
1	76.22	23.78	91.8479	3.4884	3.8845	0.7792
2	72.66	27.34	92.4745	3.5424	3.5497	0.4334
3	73.72	26.28	94.5128	1.8467	3.1646	0.4759
4	75.92	24.08	94.2039	2.0834	3.2485	0.4642
5	73.45	26.55	92.3424	3.4780	3.4163	0.7633
6	73.56	26.44	90.1697	3.7253	5.2052	0.8998
7	74.08	25.92	93.1814	2.5593	3.9117	0.3476
8	75.71	24.29	93.0518	2.8145	3.5577	0.5760
9	74.38	25.62	92.7344	2.4400	3.9137	0.9119
10	73.97	26.03	93.0742	2.7775	3.8237	0.3246
11	74.14	25.86	90.9739	3.5722	4.8273	0.6266
12	75.63	24.37	92.2525	3.7700	3.5962	0.3813
13	76.30	23.70	91.9139	2.1942	4.9890	0.9029
14	73.66	26.34	92.5994	2.6938	4.1623	0.5445
15	72.32	27.68	90.9932	2.9168	5.2745	0.8155
16	76.13	23.87	92.1500	2.6611	4.3701	0.8188
17	74.69	25.31	92.8600	2.6810	4.0350	0.4240
18	72.87	27.13	92.926	2.55	4.18	0.344
19	74.15	25.85	94.3315	2.0531	3.0845	0.5309
20	73.88	26.12	93.5600	2.2696	4.0488	0.1216

Anexo 8: Análisis de: calcio, sodio y azufre, en región de cuerpo cuello.

Muestra	Ca %	Na %	S %	Muestra	Ca %	Na %	S%
Cuello seco salada 1	0.07	0.31	0.36	Cuello pelambre 1	1.19	0.02	0.25
Cuello seco salada 2	0.16	0.50	0.40	Cuello pelambre 2	1.21	0.02	0.26
Cuello seco salada 3	0.08	0.29	0.75	Cuello pelambre 3	1.08	0.02	0.23
Cuello seco salada 4	0.10	0.22	0.89	Cuello pelambre 4	1.25	0.03	0.37
Cuello seco salada 5	0.12	0.25	1.39	Cuello pelambre 5	1.66	0.03	0.32
Cuello seco salada 6	0.11	0.25	0.45	Cuello pelambre 6	1.04	0.03	0.22
Cuello seco salada 7	0.09	0.22	0.92	Cuello pelambre 7	0.96	0.04	0.19
Cuello seco salada 8	0.11	0.25	1.23	Cuello pelambre 8	1.13	0.03	0.21
Cuello seco salada 9	0.09	0.26	0.41	Cuello pelambre 9	1.17	0.04	0.28
Cuello seco salada 10	0.07	0.23	0.75	Cuello pelambre 10	1.53	0.03	0.30
Promedio	0.10	0.28	0.76	Promedio	1.22	0.03	0.26

Anexo 9: Análisis de: calcio, sodio y azufre, en región de cuerpo crupón.

Muestra	Ca %	Na %	S %	Muestra	Ca %	Na %	S%
Crupón seco salada 1	0.13	2.25	1.71	Crupón pelambre 1	1.35	0.24	0.29
Crupón seco salada 2	0.24	0.22	0.41	Crupón pelambre 2	1.87	0.22	0.34
Crupón seco salada 3	0.08	0.31	1.11	Crupón pelambre 3	2.54	0.29	0.67
Crupón seco salada 4	0.12	0.25	1.21	Crupón pelambre 4	2.37	0.28	0.41
Crupón seco salada 5	0.16	0.35	0.98	Crupón pelambre 5	2.06	0.31	0.33
Crupón seco salada 6	0.08	0.23	1.32	Crupón pelambre 6	1.98	0.22	0.32
Crupón seco salada 7	0.13	0.22	1.84	Crupón pelambre 7	1.56	0.33	0.36
Crupón seco salada 8	0.20	0.50	1.82	Crupón pelambre 8	2.01	0.32	0.42
Crupón seco salada 9	0.11	0.24	0.83	Crupón pelambre 9	1.45	0.28	0.30
Crupón seco salada 10	0.19	0.21	0.92	Crupón pelambre 10	1.27	0.27	0.59
Promedio	0.14	0.48	1.22	Promedio	1.85	0.28	0.40

Anexo 10: Análisis de: calcio, sodio y azufre, en región de cuerpo falda.

Muestra	Ca %	Na %	S %	Muestra	Ca %	Na %	S%
Falda seco salada 1	0.13	0.30	1.17	Falda pelambre 1	2.13	0.03	0.32
Falda seco salada 2	0.24	0.16	0.55	Falda pelambre 2	1.70	0.03	0.47
Falda seco salada 3	0.13	0.29	1.83	Falda pelambre 3	1.41	0.03	0.50
Falda seco salada 4	0.23	0.34	0.93	Falda pelambre 4	2.34	0.02	0.40
Falda seco salada 5	0.17	0.34	1.05	Falda pelambre 5	1.86	0.03	0.36
Falda seco salada 6	0.14	0.36	0.85	Falda pelambre 6	1.96	0.02	0.46
Falda seco salada 7	0.16	0.35	1.44	Falda pelambre 7	1.80	0.02	0.40
Falda seco salada 8	0.27	0.36	1.62	Falda pelambre 8	2.31	0.03	0.28
Falda seco salada 9	0.19	0.22	1.00	Falda pelambre 9	1.86	0.02	0.40
Falda seco salada 10	0.22	0.34	1.80	Falda pelambre 10	1.25	0.03	0.38
Promedio	0.19	0.30	1.22	Promedio	1.86	0.03	0.40

Anexo 11: Propiedades de los productos químicos.

INSUMO	DENOMINACIÓN QUÍMICA	PROPIEDADES
Detergente industrial	Bicarbonato de sodio + dodecilbenceno sulfonato de sodio	Producen el abatimiento o rompimiento de la tensión superficial entre el agua y la piel favoreciendo la penetración del agua dentro de las fibras de la piel.
Soda caustica	Hidroxido de sodio	Hincha la fibra y al mismo tiempo saponifica las grasas.
Eusapon OC	Alcohol alcoxilado de cadena molecular larga	Desengrasante, extraordinario efecto humectante y emulsionante además de ser biodegradable.
Mollescal PA	Sal de sodio de ácido policarboxílico	Efecto dispersante de los productos químicos y mejora la solubilidad de la cal, elimina la suciedad adherida a la piel.
Antibacteriano	Ácido carbámico	Previene y evita el desarrollo de la microflora bacteriana de pieles.
Sulfuro de sodio	Sulfuro de sodio	Agente depilante, actúa en el hidrolisis de la queratina y aflojamiento de la fibra.
Cal viva	Oxido de calcio	Brinda aniones hidroxilos para efecto depilante en la piel y el medio adecuado de alcalinidad.

Anexo 12: Análisis de variancia de la Proteína.

Dependent Variable: Proteína

Source	DF	Squares	Sum of Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	2.97720880	14.5357714	1411.55	<.0001
Error	114	0.04808921	0.00042184		
Corrected Total	119	3.02529801			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	PI Mean
0.984104	1.725862	0.020539	1.190050

Duncan grouping	Mean	N	Trat.
A	1.413393	20	T5
B	1.307374	20	T4
B	1.296146	20	T6
C	1.105629	20	T2
D	1.033221	20	T1
E	0.984539	20	T3

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
NP	1	2.66128380	2.66128380	6308.82	<.0001
RC	2	0.30743448	0.15371724	364.40	<.0001
NP*RC	2	0.00849053	0.00424526	10.06	<.0001

Duncan grouping	Mean	N	Nivel de Proceso
A	1.338971	60	NP2
B	1.041130	60	NP1

Duncan grouping	Mean	N	Región de piel
A	1.259511	40	RC2
B	1.170297	40	RC1
C	1.140342	40	RC3

Anexo 13: Análisis de variancia de la Ceniza.

Dependent Variable: Ceniza

Source	DF	Squares	Sum of Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	2.64686692	0.52937338	1265.89	<.0001
Error	114	0.04767284	0.00041818		
Corrected Total	119	2.69453975			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	PI Mean
0.982308	6.467396	0.020450	0.316194

Duncan grouping	Mean	N	Trat.
A	0.511995	20	T3
B	0.464238	20	T1
C	0.400304	20	T2
D	0.201077	20	T6
D	0.197381	20	T4
E	0.122170	20	T5

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
NP	1	2.44193405	2.44193405	5839.39	<.0001
RC	2	0.19445476	0.09722738	232.50	<.0001
NP*RC	2	0.01047810	0.00523905	12.53	<.0001

Duncan grouping	Mean	N	Nivel de Proceso
A	0.458846	60	NP1
B	0.173543	60	NP2

Duncan grouping	Mean	N	Región de piel
A	0.356536	40	RC3
B	0.330809	40	RC1
C	0.261237	40	RC2

Anexo 14: Análisis de variancia del ELN.

Dependent Variable: ELN

Source	DF	Squares	Sum of Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	0.14798659	0.02959732	133.28	<.0001
Error	114	0.02531596	0.00022207		
Corrected Total	119	0.17330254			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	PI Mean
0.853920	19.21208	0.014902	0.077566

Duncan grouping	Mean	N	Trat.
A	0.117082	20	T3
AB	0.104661	20	T1
B	0.092086	20	T2
C	0.074218	20	T6
C	0.069143	20	T4
D	0.008207	20	T5

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
NP	1	0.08776211	0.08776211	395.20	<.0001
RC	2	0.04664121	0.02332061	105.01	<.0001
NP*RC	2	0.01358327	0.00679163	30.58	<.0001

Duncan grouping	Mean	N	Nivel de Proceso
A	0.104609	60	NP1
B	0.050522	60	NP2

Duncan grouping	Mean	N	Región de piel
A	0.095650	40	RC3
B	0.086902	40	RC1
C	0.050146	40	RC2

Anexo 15: Análisis de variancia de la Humedad.

Dependent Variable: Humedad

Source	DF	Squares	Sum of Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	3.23326643	0.64665329	945.65	<.0001
Error	114	0.07795567	0.00068382		
Corrected Total	119	3.31122210			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	PI Mean
0.976457	2.941128	0.026150	0.889114

Duncan grouping	Mean	N	Trat.
A	1.055234	20	T5
A	1.054207	20	T4
A	1.040075	20	T6
B	0.787642	20	T3
C	0.723860	20	T1
D	0.673667	20	T2

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
NP	1	3.09987736	3.09987736	4533.17	<.0001
RC	2	0.04882291	0.02441145	35.70	<.0001
NP*RC	2	0.08456617	0.04228308	61.83	<.0001

Duncan grouping	Mean	N	Nivel de Proceso
A	1.049838	60	NP2
B	0.728390	60	NP1

Duncan grouping	Mean	N	Región de piel
A	0.913858	40	RC3
B	0.889033	40	RC1
C	0.864451	40	RC2

Anexo 16: Análisis de variancia de la Materia seca.

Dependent Variable: Materia seca

Source	DF	Squares	Sum of Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	3.23325710	0.64665142	945.71	<.0001
Error	114	0.07794984	0.00068377		
Corrected Total	119	3.31120694			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	PI Mean
0.976459	3.835956	0.026149	0.681682

Duncan grouping	Mean	N	Trat.
A	0.897129	20	T2
B	0.846934	20	T1
C	0.783154	20	T3
D	0.530723	20	T6
D	0.516589	20	T4
D	0.515562	20	T5

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
NP	1	3.09986772	3.09986772	4533.49	<.0001
RC	2	0.04882141	0.02441071	35.70	<.0001
NP*RC	2	0.08456797	0.04228399	61.84	<.0001

Duncan grouping	Mean	N	Nivel de Proceso
A	0.842406	60	NP1
B	0.520958	60	NP2

Duncan grouping	Mean	N	Región de piel
A	0.706345	40	RC2
B	0.681761	40	RC1
C	0.656938	40	RC3

Anexo 17: Análisis de variancia del Calcio.

Dependent Variable: Calcio

Source	DF	Squares	Sum of Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	0.12684319	0.02536864	243.74	<.0001
Error	54	0.00562029	0.00010408		
Corrected Total	59	0.13246348			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	PI Mean
0.957571	12.39169	0.010202	0.082329

Duncan grouping	Mean	N	Trat.
A	0.136309	10	T6
A	0.135457	10	T4
B	0.110406	10	T5
C	0.043029	10	T3
C	0.037388	10	T1
C	0.031384	10	T2

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
NP	1	0.12183413	0.12183413	1170.59	<.0001
RC	2	0.00402737	0.00201369	19.35	<.0001
NP*RC	2	0.00098169	0.00049084	4.72	0.0130

Duncan grouping	Mean	N	Nivel de Proceso
A	0.127391	30	NP2
B	0.037267	30	NP1

Duncan grouping	Mean	N	Región de piel
A	0.089669	20	RC3
A	0.086423	20	RC1
B	0.070895	20	RC2

Anexo 18: Análisis de variancia del Sodio.

Dependent Variable: Sodio

Source	DF	Squares	Sum of Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	0.12684319	0.02536864	243.74	<.0001
Error	54	0.00562029	0.00010408		
Corrected Total	59	0.13246348			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	PI Mean
0.957571	12.39169	0.010202	0.082329

Duncan grouping	Mean	N	Trat.
A	0.07461	10	T3
A	0.06229	10	T1
AB	0.05244	10	T4
AB	0.05233	10	T2
B	0.01690	10	T5
B	0.01605	10	T6

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
NP	1	0.12183413	0.12183413	1170.59	<.0001
RC	2	0.00402737	0.00201369	19.35	<.0001
NP*RC	2	0.00098169	0.00049084	4.72	0.0130

Duncan grouping	Mean	N	Nivel de Proceso
A	0.063076	30	NP1
B	0.028463	30	NP2

Duncan grouping	Mean	N	Región de piel
A	0.057366	20	RC1
AB	0.045329	20	RC3
B	0.034614	20	RC2

Anexo 19: Análisis de variancia del Azufre.

Dependent Variable: Azufre

Source	DF	Squares	Sum of Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	0.03109788	0.00621958	25.17	<.0001
Error	54	0.01334485	0.00024713		
Corrected Total	59	0.04444274			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	PI Mean
0.699729	19.68236	0.015720	0.079870

Duncan grouping	Mean	N	Trat.
A	0.109253	10	T3
A	0.108398	10	T1
B	0.084780	10	T2
C	0.062891	10	T4
C	0.062839	10	T6
C	0.051058	10	T5

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
NP	1	0.02631027	0.02631027	106.46	<.0001
RC	2	0.00428628	0.00214314	8.67	0.0005
NP*RC	2	0.00050133	0.00025066	1.01	0.3695

Duncan grouping	Mean	N	Nivel de Proceso
A	0.100810	30	NP1
B	0.058929	30	NP2

Duncan grouping	Mean	N	Región de piel
A	0.086046	20	RC3
A	0.085644	20	RC1
B	0.067919	20	RC2