



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA**

**“DISEÑO DE UN PROCESO DE PRODUCCIÓN DE ALIMENTO  
BALANCEADO PARA MASCOTAS A PARTIR DE LOS RESIDUOS  
GENERADOS EN LA ETAPAS DE DIVIDIDO Y DESCARNE, EN  
LA CURTIEMBRE EL AL-CE”**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

**Tipo: Proyecto Técnico**

Presentado para optar por el grado académico:

**INGENIERA QUÍMICA**

**AUTORA: MARÍA AUGUSTA ABARCA COELLO**

**TUTOR: ING. CESAR ARTURO PUENTE GUIJARRO. PhD.**

Riobamba- Ecuador

2018

**©2018, María Augusta Abarca Coello**

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**ESCUELA DE INGENIERIA QUÍMICA**

El Tribunal del trabajo de titulación certifica que: El trabajo de investigación: Tipo Proyecto técnico con título “**DISEÑO DE UN PROCESO DE PRODUCCIÓN DE ALIMENTO BALANCEADO PARA MASCOTAS A PARTIR DE LOS RESIDUOS GENERADOS EN LAS ETAPAS DE DIVIDIDO Y DESCARNE, EN LA CURTIEMBRE EL AL-CE**”, de responsabilidad de la señorita María Augusta Abarca Coello, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del trabajo de titulación, quedando autorizada su presentación.

**FIRMA**

**FECHA**

Ing. Cesar Arturo Puente Guijarro, PhD. ....

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

Ing. Mabel Mariela Parada Rivera, MSc. ....

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

## **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD**

Yo, María Augusta Abarca Coello, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Riobamba, 16 de noviembre de 2018

María Augusta Abarca Coello

Cédula de Identidad: 060424157-0

Yo, María Augusta Abarca Coello, declaro que soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en este trabajo de titulación y el patrimonio intelectual del Trabajo de Titulación pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

María Augusta Abarca Coello

## **DEDICATORIA**

Mi trabajo de titulación se lo dedico a mis padres Víctor Hugo Abarca y Augusta Coello, quienes son las personas que durante toda mi vida se han esforzado y han trabajado día a día por llegar a hacer de mí una persona no solo preparada académicamente, sino también me han otorgado el mejor ejemplo tanto de valores humanos como de amor a Dios.

Y a mis hermanos Víctor Hugo y Valentina, quienes son mi fuente de inspiración, mi soporte en todo momento, mi motor por el cual me levanto cada mañana con el único propósito de dar lo mejor de mí, para que ellos vean en mi un ejemplo como hermana mayor que soy.

María Augusta Abarca

## AGRADECIMIENTO

Quisiera empezar agradeciendo a Dios, ya que absolutamente nada en mi vida hubiese sido posible sin su ayuda, es él quien me ha dado la fortaleza e inteligencia para llegar a cumplir todos los sueños que eh alcanzado hasta ahora. Agradezco a mis padres Víctor Hugo Abarca y Augusta Coello por todos los consejos, el apoyo y el ejemplo que han sabido darme a lo largo de toda mi vida, este logro no es nada comparado a todo lo bonito que ustedes dos se merecen recibir de parte mía. A mis hermanos Víctor Hugo y Valentina quienes han sido el mejor soporte, la mejor ayuda, mis cómplices en cada locura y la mayor bendición que llego a mi vida.

A mis abuelitos, quienes son mis segundos padres Gustavo Coello y Emma Arguello, quienes me supieron cuidar desde muy pequeña, guiarme e indicarme todo lo que necesito saber para la vida, a mi angelito en el cielo mami Anita, gracias porque sé que todas las bendiciones que Dios derrama sobre mí son por intersección tuya.

Agradezco también a mi Director de Trabajo de titulación el Ing. Cesar Puente como también a la Ing. Mabel Parada, quienes además de ser unas personas con una gran calidad humana han sido una pieza muy fundamental para que este objetivo propuesto se logre con éxito, gracias por toda su ayuda y colaboración desinteresada, apreció todo lo que han hecho por mí.

Finalmente, gracias a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, que me acogió durante toda mi vida universitaria y me brindo las herramientas necesarias para poderme desenvolver como profesional.

María Augusta Abarca

## TABLA DE CONTENIDOS

<b>RESUMEN</b> .....	<b>xv</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xvi</b>
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>1. DIAGNÓSTICO Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1. Identificación del Problema</b> .....	<b>1</b>
<b>1.2. Justificación del problema</b> .....	<b>3</b>
<b>1.3. Línea base del proyecto</b> .....	<b>4</b>
<i>1.3.1 Antecedentes de la Empresa de Cueros “EL AL-CE”</i> .....	<b>4</b>
<i>1.3.2 Marco conceptual</i> .....	<b>5</b>
<i>1.3.2.1. Procesos de rivera para la curtición</i> .....	<b>5</b>
<i>1.3.2.2. Alimentos Balanceados para perros</i> .....	<b>10</b>
<i>1.3.2.3. Juguetes Caninos</i> .....	<b>12</b>
<i>1.3.2.4. Uso de los residuos de la industria de cuero</i> .....	<b>12</b>
<i>1.3.2.5. Operación Unitaria de Secado</i> .....	<b>13</b>
<b>1.4. Beneficiarios directos e indirectos</b> .....	<b>15</b>
<i>1.4.1. Beneficiarios Directos</i> .....	<b>15</b>
<i>1.4.2. Beneficiarios Indirectos</i> .....	<b>16</b>
<b>CAPÍTULO II</b>	
<b>2. OBJETIVOS DEL PROYECTO</b> .....	<b>17</b>
<b>2.1. Objetivo General</b> .....	<b>17</b>
<b>2.2. Objetivos Específicos</b> .....	<b>17</b>
<b>CAPÍTULO III</b>	
<b>3. ESTUDIO TÉCNICO</b> .....	<b>18</b>
<b>3.1. Localización del proyecto</b> .....	<b>18</b>
<b>3.2. Ingeniería del Proyecto</b> .....	<b>19</b>
<b>3.2.1. Tipo de estudio</b> .....	<b>19</b>
<b>3.2.2. Metodología</b> .....	<b>20</b>
<b>3.2.3. Técnicas</b> .....	<b>21</b>
<b>3.2.4. Procedimientos a nivel de laboratorio</b> .....	<b>28</b>
<b>3.2.4.1. Selección de materia prima</b> .....	<b>28</b>
<b>3.2.4.2. Determinación del flujo de residuos producidos en la curtiembre “EL AL-CE”</b> .....	<b>31</b>
<b>3.2.4.3. Caracterización de la materia prima</b> .....	<b>34</b>
<b>3.2.4.4. Ensayos a nivel de laboratorio para la obtención del alimento balanceado para mascotas.</b> .....	<b>35</b>

3.2.4.5. Descripción del procedimiento .....	38
3.2.4.6. Variables del proceso.....	43
3.2.4.7. Operaciones Unitarias del Proceso .....	44
<b>3.2.5. Validación del proceso .....</b>	<b>45</b>
<b>3.2.6. Balances de masa y energía en las etapas productivas .....</b>	<b>46</b>
3.2.6.1. Balances de masa.....	46
3.2.6.2. Balance de energía.....	56
<b>3.2.7. Dimensionamiento de equipos .....</b>	<b>58</b>
<b>3.2.8. Resultados.....</b>	<b>89</b>
3.2.8.1. Resultados de la caracterización de la materia prima .....	89
3.2.8.2. Propuesta Tecnológica de los equipos diseñados.....	90
3.2.8.3. Análisis de la calidad final del producto .....	93
<b>3.2.9. Proceso de producción .....</b>	<b>94</b>
3.2.9.1. Materia prima e insumos .....	96
3.2.9.2. Diagrama del proceso.....	96
3.2.9.3. Distribución y diseño de la planta .....	97
3.2.9.4. Capacidad de Producción.....	98
<b>3.3. Requerimientos de tecnología, equipos y maquinaria .....</b>	<b>99</b>
3.3.1. Requerimientos de equipos .....	99
3.3.2. Requerimientos para el funcionamiento de la planta .....	100
<b>3.4. Análisis de Costo/Beneficio del Proyecto .....</b>	<b>100</b>
3.4.1. Presupuesto .....	100
3.4.2. Análisis costo-beneficio.....	103
<b>3.5. CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO .....</b>	<b>104</b>
<b>ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....</b>	<b>105</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>107</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>108</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	
<b>ANEXOS</b>	

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-3:</b> Condiciones Meteorológicas del Cantón Riobamba .....	19
<b>Tabla 2-3:</b> Determinación del contenido de humedad de acuerdo a la norma técnica NTE INEN 49.....	22
<b>Tabla 3-3:</b> Determinación del contenido de materia grasa de acuerdo a la norma técnica NTE INEN 3011. ....	23
<b>Tabla 4-3:</b> Determinación del contenido de proteína de acuerdo a la norma técnica NTE INEN-ISO 5983-1.....	24
<b>Tabla 5-3:</b> Determinación del contenido de calcio libre en las pieles de acuerdo a la norma técnica NTE INEN-ISO 6490-1:2013. ....	25
<b>Tabla 6-3:</b> Determinación del contenido de humedad en las pieles de acuerdo a la norma técnica NTE INEN-ISO 6496.....	26
<b>Tabla 7-3:</b> Determinación del contenido de Enterobacteriaceae en el alimento balanceado de acuerdo a la norma técnica NTE INEN 1 529-13:98. ....	27
<b>Tabla 8-3:</b> Cronograma del muestreo de los residuos sólidos generados en la curtiembre “EL AL-CE” .....	30
<b>Tabla 9-3:</b> Kardex de producción de la curtiembre “EL AL-CE” en el año 2017. ....	31
<b>Tabla 10-3:</b> Promedio de los residuos generados en la etapa de dividido y descarnado en la curtiembre “EL AL-CE” .....	32
<b>Tabla 11-3:</b> Error experimental para la determinación de la cantidad total de residuos generados en la curtiembre “EL AL-CE” .....	33
<b>Tabla 12-3:</b> Caracterización de los residuos obtenidos en la etapa de dividido y descarnado en la curtiembre “EL AL-CE” .....	34
<b>Tabla 13-3:</b> Análisis estadísticos de los resultados obtenidos al rendimiento de la etapa productiva del alimento balanceado para mascotas. ....	36
<b>Tabla 14-3:</b> Análisis estadísticos de los resultados obtenidos a la prueba eficiencia de la etapa productiva del alimento balanceado para mascotas. ....	37
<b>Tabla 15-3:</b> Variables de proceso para la producción de alimento balanceado a partir de los residuos generados en la curtiembre “EL AL-CE” .....	44
<b>Tabla 16-3:</b> Caracterización del alimento balanceado producido a partir de los residuos generados en la etapa de dividido y descarnado de la curtiembre “EL AL-CE” .....	45
<b>Tabla 17-3:</b> Condiciones de operación para el transporte de los residuos blanqueados para la producción de alimento balanceado .....	70
<b>Tabla 18-3:</b> Peso de la banda de acuerdo a las características de operación.....	72

<b>Tabla 19-3:</b> Factor de la tensión para rotar los rodillos en bandas de caucho.....	72
<b>Tabla 20-3:</b> Longitud de las secciones transversales de la banda para diferentes materiales de construcción .....	74
<b>Tabla 21-3:</b> Tensión de la banda de acuerdo a las diferentes curvaturas .....	74
<b>Tabla 22-3:</b> Modelo matemático de Newton Raphson para resolver la ecuación Colebrook White. ....	87
<b>Tabla 23-3:</b> Caracterización Inicial de la carnaza obtenida en el proceso de descarnado y dividido en la curtiembre “EL AL-CE” .....	90
<b>Tabla 24-3:</b> Propuesta técnica para el bombo en donde se realizará el lavado y desencalado de la carnaza recuperada.....	91
<b>Tabla 25-3:</b> Propuesta técnica para el tanque agitado donde se realizará el blanqueado de la carnaza desencalada .....	91
<b>Tabla 26-3:</b> Propuesta técnica para las bandas transportadoras de la carnaza blanqueada hacia las mesas de corte .....	92
<b>Tabla 27-3:</b> Propuesta técnica para el diseño de las mesas de corte de la carnaza blanqueada .	92
<b>Tabla 28-3:</b> Propuesta técnica para el diseño del secador de bandejas para la obtención de alimento balanceado para mascotas .....	93
<b>Tabla 29-3:</b> Caracterización del alimento balanceado producido a partir de los residuos generados en la etapa de dividido y descarnado de la curtiembre “EL AL-CE” .....	94
<b>Tabla 30-3:</b> Materia prima requerida para la producción de alimento balanceado .....	96
<b>Tabla 31-3:</b> Insumos requeridos para la producción de alimento balanceado. ....	96
<b>Tabla 32-3:</b> Requerimientos para la implementación de la planta de producción de balanceado para mascotas. ....	99
<b>Tabla 33-3:</b> Requerimientos para el funcionamiento de la planta de producción.....	100
<b>Tabla 34-3:</b> Costos para la implementación de la planta de procesamiento de balanceado animal .....	100
<b>Tabla 35-3:</b> Costos de Insumos para la elaboración de alimento balanceado para mascotas. .	101
<b>Tabla 36-3:</b> Costos de mano de obra requerida.....	101
<b>Tabla 37-3:</b> Costo de Requerimientos Energéticos.....	102
<b>Tabla 38-3:</b> Ganancia mensual y anual generada por la venta de alimento balanceado en la curtiembre “EL AL-CE” .....	102
<b>Tabla 39-3:</b> Indicadores Económicos para la producción de alimento balanceado en la curtiembre “EL AL-CE” .....	103

## INDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1-3:</b> Cantidad de residuos producidos mensualmente provenientes de la etapa de dividido y descarnado en la curtiembre “EL AL-CE” .....	33
<b>Gráfico 2-3:</b> Separación de medias de los resultados obtenidos al rendimiento de la etapa productiva del alimento balanceado para mascotas .....	36
<b>Gráfico 3-3:</b> Separación de medias de los resultados obtenidos a la prueba eficiencia de la etapa productiva del alimento balanceado para mascotas .....	37
<b>Gráfico 4-3:</b> Curva de secado comparando el peso del balanceado y el tiempo de residencia en el secadero.....	80
<b>Gráfico 5-3:</b> Curva de secado comparando la velocidad del secado y la humedad. ....	81

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1-1:</b> Representación esquemática de un secador de bandejas.....	15
<b>Figura 2-3:</b> Localización geográfica de la curtiembre “El AL-CE” .....	18
<b>Figura 3-3:</b> Localización geográfica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo .....	19
<b>Figura 6-3:</b> Diagrama de flujo para la elaboración de alimento balanceado a partir de los residuos generados en la etapa de dividido y desencalado de la curtiembre “EL AL-CE” .....	38
<b>Figura 7-3:</b> Diagrama del proceso de desencalado en la etapa de producción de alimentos balanceados .....	48
<b>Figura 8-3:</b> Diagrama en la operación de secado para la obtención de alimento para mascotas. ....	53
<b>Figura 9-3:</b> Balance global para la obtención del producto final.....	56
<b>Figura 10-3:</b> Diagrama de procesos para el balance de energía en el secador para obtener balanceado.....	57
<b>Figura 11-3:</b> Tensión ocasionada por la temperatura ambiental en un rango de temperatura de - 50 a 40°C.....	73
<b>Figura 12-3:</b> Altura del plano de trabajo para puestos de trabajo sentado (cotas en mm). ....	75
<b>Figura 13-3:</b> Curvas características de los ventiladores para escoger sus dimensiones.....	89
<b>Figura 14-3:</b> Diagrama de operaciones realizadas para la obtención de balanceado a partir de residuos generados en la curtiembre “EL AL-CE” .....	97
<b>Figura 15-3:</b> Capacidad Máxima de producción de alimento balanceado.....	98

## INDICE DE FOTOGRAFÍAS

<b>Fotografía 1-3:</b> Selección de las muestras en los residuos generados en la etapa de divido y descarnado en la curtiembre “EL AL-CE”.....	29
<b>Fotografía 2-3:</b> Recolección de las muestras de residuos generados en la etapa de divido y descarnado en la curtiembre “EL AL-CE”.....	30
<b>Fotografía 3-3:</b> Recepción de materia prima. ....	39
<b>Fotografía 4-3:</b> Pesaje de la materia prima para el lavado.....	39
<b>Fotografía 5-3:</b> Pesaje de la melaza utilizada para el desencalado. ....	40
<b>Fotografía 6-3:</b> Pesaje de bisulfito de.....	40
<b>Fotografía 7-3:</b> Cortado de la carnaza desencalada. ....	41
<b>Fotografía 8-3:</b> Medición de pH en la etapa de blanqueado de la carnaza. ....	41
<b>Fotografía 9-3:</b> Moldeado de la carnaza. ....	42
<b>Fotografía 10-3:</b> Secado del alimento balanceado para mascotas. ....	42
<b>Fotografía 11-3:</b> Empaquetado del alimento balanceado para mascotas.....	43

## RESUMEN

El presente trabajo de titulación tuvo como objetivo principal diseñar un proceso de producción de alimento balanceado para mascotas a partir de los residuos generados en la etapa de dividido y descarnado, en la curtiembre “EL AL-CE” perteneciente al cantón Guano situado en la provincia de Chimborazo. Para lograr dicho objetivo se realizó varias pruebas piloto en el Laboratorio de Operaciones Industriales de la ESPOCH, las mismas que se basaron en analizar 3 tipos de secado (secado eléctrico, secado a gas y secado al ambiente) deduciendo así el método más idóneo mediante pruebas estadísticas, la caracterización de la materia prima se realizó en base a métodos y técnicas recopiladas en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-ISO 6498 determinando que los residuos de curtiembre son aptos para este fin ya que contienen el porcentaje proteico necesario para la alimentación de las mascotas. Además las pruebas para la validación del producto final realizadas en un Laboratorio Certificado de la ciudad de Riobamba “SAQMIC” se basaron en la Norma Técnica Ecuatoriana RTE INEN 187, la misma que especifica los parámetros físicos y microbiológicos que necesita cumplir el alimento balanceado para su consumo, los resultados obtenidos fueron los más adecuados. Finalmente, el proceso seleccionado como el más idóneo incluye recepción de la materia prima, lavado, descalcado, cortado, moldeado, blanqueado, secado mediante un secador de bandejas eléctrico, empaquetado y etiquetado. El diseño del proceso es rentable para la empresa ya que se logró la recuperación de uno de los residuos sólidos de curtiembre dándole un valor agregado, se recomienda probar otras técnicas de secado para mejorar la calidad del producto final y para abaratar los costos de producción.

**Palabras Clave:** <TECNOLOGÍA Y CIENCIAS DE LA INGENIERÍA>, <ALIMENTO BALANCEADO>, <RESIDUOS DE CURTIEMBRE>, <DIVIDIDO Y DESCARNADO>, <TIPOS DE SECADO>, <JUGUETES CANINOS>, >GUANO (CANTÓN)>.

## ABSTRACT

The main purpose of this research was to design a production process of balanced food for pets by processing waste generated in the stages of splitting and fleshing, in “EL AL-CE” tannery belonging to Guano canton located in Chimborazo province. In order to make this possible, several pilot tests were conducted in the Industrial Operations Laboratory of the ESPOCH. These tests were based on the analysis of three types of drying (electric drying, gas drying and drying to room temperature) thus determining the most suitable method by means of statistics tests, the characterization of the raw material was carried on by methods and techniques compiled in the Ecuadorian Technical Standard NTE INEN-ISO 6498 determining that the tanning residues are suitable for this purpose since they contain the percentage of protein necessary to feed the pets. In addition to this, the tests for the validation of the final product carried out in a certified laboratory of Riobamba city, "SAQMIC" were based on the Ecuadorian Technical Standard RTE INEN 187, which specifies the physical and microbiological parameters that the balanced food needs to meet for its consumption, the collected results were the most appropriate. Finally, the most suitable process includes reception of the raw material, washing, delimiting, cutting, molding, blanching, dried by means of an electric tray dryer, packaging, and labelling. The design of this process is profitable for the company since it was possible to recover one of the elements of the solid waste from tanning by giving it an added value, it is recommended to try other drying techniques to improve the quality of the final product, and reduce the production costs.

**Keywords:** <TECHNOLOGY AND SCIENCE OF ENGINEERING>, <BALANCED FOOD>, <TANNING RAW MATERIAL>, <SPLITTING AND FLESHING>, <TYPES OF DRYING>, <DOGS TOYS>, <GUANO (CANTON)>

## CAPITULO I

### 1. DIAGNÓSTICO Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

#### 1.1. Identificación del Problema

En el Ecuador según datos del Ministerio de Productividad (MIPRO), se produce alrededor de 292.8 Ton anuales de cuero entre los que se incluyen wet-blue y cuero acabado, mismos que son consumidos en gran parte en el mismo país y otra parte es exportada a países vecinos como Perú, Colombia o incluso a la China y Estados Unidos que son mercados con mayor poder adquisitivo.

Tomando en cuenta el inmenso caudal de cuero producido hay que focalizar la atención en la contaminación generada en esta producción, ya que según (Adjet, 2005, p. 30) se reporta que del total de la piel se aprovecha solo el 15% que constituye la flor de la piel y las faldas, el resto de la piel no es utilizada y es desechada teniendo en su composición desechos de proteínas, grasas, minerales, vitaminas y aminoácidos que pueden ser aprovechados de mejor manera en diversos procesos productivos.

La contaminación generada en la industria del cuero viene asociada con los procesos mecánicos de corte que sufre la piel, resaltándose para la presente investigación las operaciones tanto de dividido como de descarnado que sufre la misma, ya que del calibre total de la piel que se ubica en  $7 \text{ mm} \pm 0.2$  al iniciar el proceso se busca para cueros destinados a la confección de artículos de vestir (chompas, zapatos, entre otros) que el calibre final de la piel no sea mayor a 3 mm.

La piel es cortada con máquinas para alcanzar este calibre final, como consecuencia de este proceso los residuos orgánicos sólidos generados son considerables, ya que estos restos de piel no son aprovechados en la curtición y las fábricas en el país no reciclan estos pedazos de piel, lo único que realizan es la venta de una cantidad no considerable para la producción de gelatina y el resto de piel es enviada al botadero o se vende como abono.

Dado el alto contenido de minerales que contiene dicho abono estas pieles en vez de presentar beneficios para los suelos cultivados dañan los ecosistemas generando un impacto ambiental negativo que tiene que ser mitigado para evitar problemas de contaminación ambiental, es por esta razón que se realizó el diseño de un proceso de producción de alimento balanceado para

mascotas a partir de los residuos generados en la etapa de dividido y descarte, en la Curtiembre El AL-CE.

Además de esto el proceso productivo de alimento balanceado para animales resulta un proceso industrial no muy complejo, por lo cual la inversión en equipos no es elevada y la curtiembre “El AL-CE” a medida de sus posibilidades puede meditar la idea de la implementación de este sistema productivo, el problema que mayormente enfrentan los productores de balanceado para animales es el alto costo de la materia prima y la escases de la misma.

Productos como soya o maíz que son las principales leguminosas empleadas en la producción de balanceado para mascota en el Ecuador son de costo elevado ya que en especial la soya es importada de Bolivia o Argentina debido a que la soya nacional no cumple con las exigencias de calidad además de que no se logra cubrir las necesidades actuales del mercado, como dato adicional la soya no tiene un alto contenido de proteína que iguale a la carne o residuos de proteína animal.

Los productos para la alimentación de las mascotas, es necesario que contengan proteínas ya que ayudan al desarrollo íntegro del animal, generan aminoácidos en su organismo, por lo que los productores de balanceado en muchas ocasiones adicionan al alimento proteínas sintéticas cuyo costo es elevado, pero se hace necesario para cumplir con las necesidades nutricionales de la mascota.

En contraste a esto los residuos generados en la industria de la curtiembre son elevados en contenido de proteínas y aminoácidos ya que los residuos son básicamente la capa dérmica del animal, en estos se reporta un alto contenido de elastinas (proteínas formantes de los puentes de colágeno), el colágeno (componente principal de las pieles) que en la actualidad es usado como aditivo en las dietas humanas para mejorar el aporte proteico beneficiando a la salud de la persona.

En la curtiembre “El AL-CE” se dedican a la producción de cueros ovinos cuyas pieles tienen un considerable contenido de grasas y además en los residuos se encuentran otras proteínas que son parte de las fibrillas y venas del animal, por lo que si se logra obtener un balanceado de estos residuos será considerable el aporte de nutrientes, proteínas y grasas a la dieta del animal generando así que con materias primas de bajo costo se obtengan productos con alto valor agregado.

## **1.2. Justificación del problema**

El problema que se apunta a resolver con el desarrollo de la presente investigación es lograr reducir los impactos generados en la curtiembre “El AL-CE”, ya que al momento esta empresa no cuenta con un sistema de tratamiento de residuos sólidos, lo que está generando, que la planta destine a botaderos dichos residuos.

Con esta disposición final se aumenta la contaminación ambiental generada por la curtiembre ya que no se hace una caracterización de los desechos y no se sabe su composición, esto puede generar multas por parte de las instituciones en el país encargadas del cuidado medio ambiental en especial del MAE (Ministerio del Ambiente del Ecuador) que hace visitas constantes a las plantas y evalúa como afectan al ambiente la actividad diaria de la fábrica.

Como parte fundamental de la investigación se busca diseñar nuevos procesos productivos aprovechando al máximo los insumos y la materia prima de la curtiembre, con lo que estos desechos si se da la correcta transformación, pueden ser aprovechadas en subproductos con un valor comercial, lo que generará ganancias a la fábrica y ahorrará en costos que al momento son generados por la manipulación y la disposición final de los residuos dentro de la planta.

Además el proceso permitirá la obtención de alimento balanceado para mascotas, con lo cual la mayoría de hogares se beneficiarán de esto, ya que en general todos los hogares en la provincia de Chimborazo y en la zona centro del país tienen mascotas que son alimentadas con marcas comerciales de balanceado y que resultan costoso para sus dueños, es por ello que se puede considerar que la venta de balanceado animal tiene un mercado muy amplio.

Como resultado de esto el producto obtenido se puede comercializar y si se consigue un alimento balanceado de buenas características nutritivas y a bajo costo se tendrá un ahorro en los hogares que consumen los alimentos además de que ayudarán a cuidar la salud de las mascotas.

Considerando que en el proceso de descarnado y dividido de las pieles ovinas de la curtiembre “El AL-CE” se desperdicia gran cantidad de materia prima e insumos químicos, ya que para que la piel animal llegue a esta etapa tuvo que pasar por procesos de depilado, encalado y desencalado, lo que ocasiona grandes pérdidas para la fábrica, ya que estos residuos no pueden ser aprovechados en otras etapas productivas del cuero y son enviadas al botadero.

Se debe buscar procesos alternativos que logren el aprovechamiento de estos residuos para que no se desperdicie la materia prima y los compuestos químicos que están adicionados a ella. Un

factor clave para la producción de alimentos balanceados a partir de estos desperdicios es que por los tratamientos previos que se le ha realizado al cuero las fibras de colágeno y demás proteínas y grasas que son parte de la piel han sido desdobladas ya que ese es el principio básico para la fijación del curtiente en el cuero.

Al ser desdobladas es más sencillo el aprovechamiento que tendrá el animal de las proteínas de la piel, como resultado de esto el animal aprovechara casi al 100% los componentes del balanceado, cosa que no ocurre con balanceados comerciales, ya que por su estructura y por la composición sintética de muchos de sus aminoácidos y proteínas el animal no aprovecha este alimento y se generan desperdicios que son eliminados del animal en las heces.

Al reducir el problema del aprovechamiento de los nutrientes también se solucionará el problema de las heces de las mascotas, ya que no se desperdiciará los componentes del balanceado lo que permitirá una dieta balanceada y mayor beneficios para la salud de la mascota en oposición al daño a la salud de los animales que son producidos por la ingesta de alimentos balanceados comerciales.

### **1.3. Línea base del proyecto**

#### ***1.3.1 Antecedentes de la Empresa de Cueros “EL AL-CE”***

El presente proyecto se realizó en la Fábrica de Cueros “EL AL-CE” la misma que se encuentra ubicada en el Cantón Guano perteneciente a la Provincia de Chimborazo. Esta empresa creada por el Ing. PhD. César Puente, empezó sus labores en el año de 1989 curtiendo cueros pequeños como son de borrego y cabras, en 1991 comienza a curtir cueros de res y al mismo tiempo a confeccionar ropa de cuero.

Desde entonces ha ido aumentando su stock en la producción de artículos de cuero, es así que a partir junio del 2008 se implementa la línea de calzado dando como resultado una mejora diaria en la calidad y diversidad de productos elaborados por la empresa.

Cueros “EL AL-CE” es una empresa que a través de sus productos proporciona calidad a sus beneficiarios y también la prevención ambiental dentro de sus procesos, es un objetivo permanente, además tiene como meta la mejora continua en todos los productos, procesos y servicios, que tiene como fin, lograr la máxima satisfacción del cliente.

La materia prima recolectada es de 150 hojas de piel al mes, cada una con un peso de 12 kg aproximadamente, este valor puede incrementarse como también disminuir debido a las necesidades del mercado y a los requerimientos específicos de la empresa. Del total de materia prima procesada a diario, solo un 15% que constituye a la flor de la piel es aprovechada para la confección de los artículos de cuero que brinda la fábrica a sus clientes, mientras que el 85% restante de piel denominada “carnaza”, es destinada a los botaderos o se la puede dar diversos usos alternativos, entre ellos, este residuo se vende en mayor proporción para la elaboración de gelatina o para el abono de las tierras de comunidades aledañas.

Además, la empresa tiene una estructura organizacional muy bien definida, es decir cuenta con un número de aproximadamente 8 trabajadores dentro de la planta y 16 que trabajan fuera de la planta, los mismo que se encargan del armado de los artículos de cuero y en ventas, también se suman a Cueros “EL AL-CE” otras empresas afines que proveen productos e insumos necesarios para llegar a un producto final de alta calidad y que pueda competir con otras marcas existentes en el mercado.

### ***1.3.2 Marco conceptual***

#### *1.3.2.1. Procesos de rivera para la curtición*

- Remojo

(Adzet, 2005, p. 7): El remojo es un proceso químico en bruto con agua y tiene como objetivo la humectación y la limpieza de la piel de sangre, cascarrias, microorganismos, linfas, globulinas, albúminas y productos químicos adicionados en la conservación de las pieles anteriormente. El remojo es variable en tiempo, acción mecánica y productos añadidos según la piel se pueda clasificar como fresca, salada o seca, la duración del proceso puede estar en un intervalo las 12 horas a 24 horas en algunos casos puede durar más.

El agua destinada para esta etapa no debe contener microorganismos (por ejemplo, que sea de pozo), en tanto que la temperatura del baño depende de la temperatura del medio y del método de remojo utilizado (Adzet, 2005, p. 7).

- Pelambre y calero

(Soler, 2000, p. 11), argumenta que el pelambre y el calero son dos operaciones en donde por su efecto combinado, se realizan en la mayoría de casos en el mismo baño. El objetivo perseguido

en el pelambre es la eliminación de la epidermis y el pelo, y en el calero es la hidrólisis del colágeno, para crear puntos de reactividad química.

- Descarnado y Dividido

(Becerra, 2012, p. 61), el objetivo principal de esta etapa es desprender de la piel el tejido subcutáneo y adiposo, siendo necesaria su extracción en las primeras etapas del proceso de producción de cueros, con el fin de facilitar la penetración y fijación de productos químicos que se aplicaran en procesos posteriores y conseguir que el calibre de la piel sea regular.

El estado óptimo para el descarnado es cuando la piel está en tripa, además puede efectuarse esta operación en la fase previa al remojo cuando las pieles tienen contenido alto de materia grasa; también se puede realizar sobre las pieles saladas o posterior al remojo, evitando que las pieles estén secas. (Becerra, 2012, p. 61).

(Becerra, 2012, p. 61) investiga que teniendo en cuenta las condiciones anteriores, lo óptimo es someter la piel al descarnado cuando alcanza una morbidez baja, esto es cuando la piel recientemente se ha desollado, para evitar la tensión excesiva sobre la estructura fibrosa, que en la mayoría de los casos afecta a la calidad final del cuero, en el país el descarnado comúnmente se realiza manualmente con una cuchilla de descarnar, consiguiendo con una buena operación piles limpias y bien descarnadas.

(Heidemann, 2003, pp. 71-72), como desecho de la operación del descarnado se obtiene el resto de la piel que es denominada carnazas y están constituidas por aproximadamente un 80% de agua y un 20% de materia seca. Esta materia seca está constituida aproximadamente por:

- 15% agua
- 30% grasa
- 30% sales
- 25% proteínas

Para su disposición final básicamente las carnazas tienen dos destinos: agricultura y pienso para ganado u otras especies domésticas. En el primer caso, conviene realiza la reacción de oxidación del sulfuro que se transforma a sulfato. Esto se hacía poniendo a secar las carnazas en un campo al sol. Pero como resultado de esto, la grasa también se enrancia y desprende malos olores. Para convertir las carnazas en pienso para especies domésticas, se deben hidrolizar las carnazas y

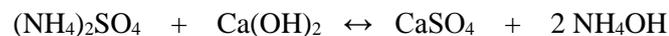
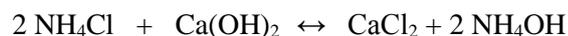
separar en lo posible las proteínas del resto. En la práctica al curtidor lo que le interesa es sacarse las carnazas de encima con el menor coste posible. (Heidemann, 2003, pp. 71-72).

- Desencalado

(Rivera, 2001, pp.74-75): El desencalado tiene como objetivo principal eliminar la cal y productos alcalinos del interior de la piel generando con esto el deshinchamiento de la misma. La cal remanente del calero además de depositarse sobre las fibras se encuentre disuelta en los líquidos interfibrilares y combinada por enlace salino con los grupos carboxílicos del colágeno. La cal depositada y disuelta se elimina con los lavados antes del desencalado. A diferencia que para eliminar la cal combinada se necesita emplear agentes desencalantes.

(Rivera, 2001, pp.74-75): *“Para que con la adición de un desencalante se produzca la reacción de desplazamiento se tiene que tener en cuenta que el calcio combinado con el colágeno, su pKa debe ser inferior al pKa del colágeno, que es aproximadamente de 4 (ácido más fuerte desplaza a ácido más débil). El desencalante tendrá que formar una sal de calcio soluble disolviendo el colagenato cálcico, que es insoluble. El deshinchamiento se logra por la acción conjunta de la neutralización, aumento de temperatura (reduce la resistencia de las fibras hinchadas) y efecto mecánico.”*

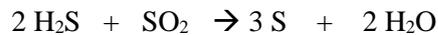
Uno de los productos mayormente utilizados son las sales de amonio que su efecto se basa en la sustitución de la cal por el amonio. Se pueden usar tanto sales de cloruro como de sulfatos. El cloruro es liotrópico y el sulfato no. Al formarse sulfato cálcico (sustancia insoluble), éste puede acarrear la obtención, por rozamiento, de una flor más áspera. Las reacciones que sigue este proceso son (Rivera, 2001, pp.74-75):



(Rivera, 2001, pp.74-75): *“Por diversos efectos estas sales sólo se combinan con la cal disuelta, pero no con la cal combinada con el colágeno. Las sales amónicas derivadas de ácidos orgánicos (formiato, acetato, lactato) generan una combinación con el calcio combinado con el colágeno.”*

(Rivera, 2001, pp.74-75) argumenta que otro de los productos que generalmente se emplea en el desencalado es el bisulfito de sodio, que como efecto adverso tiene que no desencala totalmente debido a su baja constante de disociación, desacelera el rendido y desprende  $\text{SO}_2$  gaseoso, que es blanqueante. Además, este  $\text{SO}_2$  se combina con el probable ácido sulfhídrico ( $\text{H}_2\text{S}$ ) desprendido

de la piel por el sulfuro presente al acidificarse el medio, evitando así sus efectos tóxicos generándose la reacción química:



- Rendido o purga

(Becerra, 2012, pp-175-176), esta operación es un proceso en donde utilizando enzimas producidas por colonias bacterianas o de hongos se provoca una degradación parcial del colágeno, como resultado de esto se da el aflojamiento de la estructura fibrosa y se da una eliminación de restos epidérmicos, disociando las grasas por efecto de las lipasas, de esta operación dependerá la soltura y suavidad del cuero.

En esta etapa no se degrada ni la elastina ni el musculo erector del pelo, sufriendo solo una ligera proteólisis, pero con productos químicos muy agresivos se puede dar una degradación de la proteína de la piel, es indispensable realizar el rendido en aquellos artículos que deben ser blandos, ya que no se alcanza los niveles de aflojamiento de las fibras únicamente con el apelmbrado y desencalado. (Becerra, 2012, pp-175-176).

- Piquel

(Adzet, 2005, pp. 280-282): el piquel generalmente es un complemento del desencalado e interrupción definitiva del efecto enzimático del rendido; además se prepara la piel para la posterior operación de curtición mineral, en las etapas anteriores no se elimina toda la cal que la piel ha absorbido. En el proceso de piquel se trata la piel desencalada y rendida con productos ácidos que incorporan a la piel una importante cantidad de ácido y al mismo tiempo al bajar el pH hasta un valor de 3-3,5 se logra eliminar totalmente el álcali de la piel, incluso el combinado.

- Métodos tradicionales de curtición

(Soler, 2000, pp. 80-90): El objetivo planteado en la curtición es estabilizar la proteína frente a la descomposición bacteriana y a los agentes externos, haciendo reaccionar productos polifuncionales de peso molecular medio. Se utilizan productos polifuncionales por su capacidad de reaccionar con más de una molécula de colágeno.

Otro de los objetivos es conferir una serie de características al cuero como son: plenitud, tacto, elasticidad, finura de flor, etc. Los productos que se utilizan para la curtición son generalmente dos, el aluminio y el cromo, aunque existen más sustancias químicas que tienen la facultad de curtir. (Soler, 2000, pp. 80-90).

(Soler, 2000, pp. 80-90) menciona que el motivo de emplear los agentes curtientes antes mencionados es su bajo costo, además de ser fáciles de utilizar y pueden llegar a formar enlaces estables con los grupos -COOH de las fibras del cuero. Se prefiere el agente químico aluminio para cueros destinados a peletería porque permite el decolorado. No da color, y no interacciona con H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> del decolorado.

(Soler, 2000, pp. 80-90) indica que a diferencia de lo mencionado en el párrafo anterior el agente químico cromo se utiliza para distintos tipos de cuero y este puede ser empleado solo o en combinación con otro curtiente. La curtición permite aumentar la temperatura de contracción de la piel, resistiendo así las sucesivas operaciones de tintura y engrase, que en su mayoría se deben hacer a altas temperaturas. El cuero curtido al cromo húmedo resiste bien temperaturas de 100°C, y una vez seco aguanta la temperatura de vulcanizado (para la fabricación de zapatos) que es de unos 120°C.

(Soler, 2000, pp. 80-90): *“La piel curtida al cromo seca posee en su interior un gran número de espacios vacíos en forma de canales microscópicos localizados entre las fibras curtidas. Estos poros permiten que los cuerpos gaseosos tales como el aire y el vapor de agua puedan pasar a su través con relativa facilidad, es lo que se denomina permeabilidad a los gases y al vapor de agua. Los factores que regulan la curtición al cromo son:”*

- Las características de la piel piquelada.
- La concentración y la basicidad.
- El tamaño de los complejos del cromo.
- La adición de sales neutras.
- La temperatura.
- Los enmascarantes.
- Envejecimiento de la sal de cromo.
- Tiempo de duración de la curtición.
- Acabados en vía húmeda

✓ Recurtición

(Soler, 2000, pp. 100-120): Consiste en la adición de productos que pueden emplearse en distintas fases de la fabricación, a fin de modificar las características que son obtenidas de la etapa previa. La modificación parcial del carácter del cuero al cromo, viene determinada generalmente por dos motivos fundamentales el primero es mejorar las características finales del cuero y el segundo es conferir características de acuerdo al cuero que se desee obtener.

✓ Tintura

(Soler, 2000, pp. 80-90), explica que esta etapa se caracteriza por el hecho de efectuarse a una temperatura baja (100 ° C en la mayoría de ocasiones) y dado que los colorantes son los mismos o variantes de los empleados en textil, la mayor parte de los colorantes no rinden ni de lejos todo su poder tintóreo ni desarrollan sus solidez. Sin exagerar se puede decir que las tinturas de la piel son medias tinturas.

A pesar de esto se consigue teñir el cuero, si bien es casi imposible obtener las solidez a los tratamientos húmedos que presentan artículos de textil. En general no es posible lavar en medio acuoso las pieles teñidas sin pérdida de color. (Soler, 2000, pp. 80-90).

✓ Engrase

(Soler, 2000, pp. 80-90): El objetivo del engrase es evitar que una vez ocurrida la deshidratación del cuero, este presente dureza y por lo que se busca conseguir un efecto similar a que cuando el cuero esta humectado. En el secado las fibras de colágeno de la piel tienen tendencia a unirse unas con otras, tanto más cuanto más cerca o en tensión estén y a más temperatura se elimine el agua, ya que la reactividad es mayor a mayor temperatura. (Las pieles secadas en caliente y estiradas son más duras que secadas en frío y sin estirar).

La misión principal del engrase es mantener las fibras separadas, sin importar la pérdida del agua en la etapa de secado. La grasa debe pues substituir al agua de la piel mojada en la piel seca. Podríamos decir que la piel debe estar mojada de grasa sin que se note mojada ni untuosa, excepto en algunos artículos en los que se busca un poco el tacto untuoso. (Soler, 2000, pp. 80-90).

*1.3.2.2. Alimentos Balanceados para perros*

- Antecedentes históricos

(Benno, 2012, p. 11): menciona que para alimentación de mascotas domesticas se ha seguido la misma evolución de los avances en alimentación en relación a los avances hechos para la alimentación de los seres humanos. Aproximadamente en los años 12.000 o 14.000 años el hombre empezó a domesticar y modificar algunos hábitos de los animales. El perro, que ya coexistía con los humanos, fue partícipe de los cambios dietéticos ya que se alimentaba exclusivamente de los residuos de comida.

El sistema digestivo es similar que antes de su domesticación y por lo tanto su alimentación no se debe olvidar las dietas orientadas a esos hábitos. Genéticamente los perros son animales omnívoros por lo cual se alimentan de vegetales y de carnes. Al transcurrir los años, el perro se ha vuelto un animal que se alimenta básicamente de concentrado, el cual es una mezcla de materias primas a base de carnes, granos y vegetales exclusivamente, generando una dieta balanceada. (Benno, 2012, p. 11).

La nutrición se la considera importante en el desarrollo de ciertas enfermedades animales, pero no se ha llegado a establecer una relación directa. Con respecto a perros y gatos los principales factores que se debe ajustar son el nivel óptimo de fósforo y proteína logrando así prevenir enfermedades renales, la relación entre la energía tomada en la fase de crecimiento y la predisposición para la obesidad; el nivel óptimo de nutrientes con propiedades antioxidantes en la comida. (Benno, 2012, p. 11).

- Uso de alimentos nutraceuticos en dietas de los perros

(Franca, 2011, pp.17-18): Los alimentos comerciales para mascotas son formulados con el objetivo de suplir las necesidades específicas de los nutrientes en los diferentes estados fisiológicos de los perros, como cachorros, adultos y animales ancianos. Los principales nutrientes son proteínas, grasas, hidratos de carbono, fibra, vitaminas y minerales necesarios para mantener la vida y optimizar el rendimiento de los animales de compañía.

En el balanceamiento del alimento para mascotas, el objetivo fundamental es balancear al mismo y llegar a una cantidad específica de nutrientes, siendo, por lo tanto, posible utilizar diferentes combinaciones de ingredientes para lograr los requisitos fisiológicos de cada categoría animal. (Franca, 2011, pp.17-18).

Se visualiza dentro de la comida balanceada para mascotas a los alimentos nutraceuticos para con los mismos poder dar un equilibrio en la dieta del animal, especialmente debido al hecho de que el manejo de la salud por la medicación, ya no es preferido por los propietarios. Estos productos

pueden variar desde aquellos que son retirados los nutrientes, suplementos dietéticos en forma de cápsulas y dietas beneficiosamente diseñadas, como los productos a base de hierbas y alimentos procesados, tales como cereales, sopas y bebidas. (Franca, 2011, pp.17-18).

#### *1.3.2.3. Juguetes Caninos*

Gracias al sector curtumbre y como subproducto de la misma se obtienen los juguetes y snacks caninos que son una opción muy interesante para los dueños de mascotas que buscan que sus animales tengan un objeto con el cual puedan entretenerse y a la par se puedan alimentar saludablemente sin competir con la dieta regular del animal. (Coba, 2015, pp.55-57)

- Carnaza

(Coba, 2015, pp.55-57): Dentro de investigaciones realizadas se puede conceptualizar a la carnaza como un subproducto que se convierte en un desecho industrial dentro del campo de las curtiembres constituido por residuos de carne y sebo que acompañan a las pieles de los bovinos y se separan de ellas en el proceso de inicial de precurtición del cuero del animal. A este desecho más comúnmente de cuero de res se lo trata para lograr un color uniforme, atractivo y claro, lo cual se consigue blanqueando los cueros con químicos y se utiliza para fabricar juguetes caninos.

Dentro de la industria de los juguetes caninos, los productores suelen añadir piel de pollo o trozos de hígado para impregnar la carnaza con el aroma y hacerla más llamativa para los perros. Este producto es muy beneficioso para los perros puesto que además de entretenimiento puede prevenir el sarro y el cálculo dental de los caninos, considerándose de esta manera un tratamiento eficaz en el cuidado dental de las mascotas, además ejercita los músculos de la mandíbula y de la cabeza y a nivel psíquico ha demostrado ser beneficioso para controlar la ansiedad en las mascotas del hogar. (Coba, 2015, pp.55-57)

#### *1.3.2.4. Uso de los residuos de la industria de cuero*

En un estudio realizado por (Yilmaz, 2007, pp. 436-448), se trató mediante pirólisis residuos de cuero en varias presentaciones como: virutas de cuero curtidas al cromo, y/o con tintes vegetales y en la forma de polvo esmerilado, mostrando características interesantes como fuente para la producción de combustibles.

(Yilmaz, 2007, pp. 436-448): La producción de combustible sólido a partir de residuos de cuero es una alternativa técnicamente viable de ser implementada a escala industrial, pero se debe considerar el tratamiento del amoníaco, cianuro de hidrógeno y dióxido de azufre que se generaron durante el proceso, así como la viabilidad económica dadas las altas temperaturas requeridas y la necesidad de emplear gases inertes.

(Silitonga, 2013, pp. 346-360), utilización de residuos de cuero para la obtención de biodiesel: Los residuos del curtido de cuero pueden ser utilizados para la producción de biocombustibles, los métodos más utilizados para la producción de biodiesel a partir de residuos de cuero curtido se basan en la transesterificación, bien en una o en dos etapas, utilizando ácido y catalizadores alcalinos. El proceso se llevó a cabo usando un catalizador alcalino para convertir directamente los triglicéridos en ésteres de alquilo.

Residuos de cuero como material reforzante en mezclas de caucho: El cuero es una proteína fibrosa con altos contenidos de colágeno que forma cadenas reticuladas en diferentes direcciones; puede favorecerse el entrecruzamiento de cadenas carbonadas en elastómeros como el caucho, con lo cual se logran propiedades reológicas y de estabilidad térmica interesantes. (Koutinas, 2012, pp. 426-464).

#### *1.3.2.5. Operación Unitaria de Secado*

(Geankopolis, 1998, pp. 580-581): Se refiere a la eliminación de agua de los materiales de proceso y de otras sustancias. El término secado se usa también con referencia a la eliminación de otros líquidos orgánicos, como benceno o disolventes orgánicos, de los materiales sólidos. Muchos de los equipos y métodos de cálculo que se estudiarán para la eliminación de agua, también pueden aplicarse para la eliminación de los líquidos orgánicos.

En el secado, el agua generalmente se separa en forma de vapor con aire. En otros casos, el agua se puede descartar de los materiales sólidos por medios mecánicos, utilizando prensas, centrifugas y otros métodos. Esto resulta más económico que el secado por medios térmicos para la eliminación de agua. (Geankopolis, 1998, pp. 580-581).

El secado generalmente es la etapa final de los procesos antes del empaque y permite que muchos materiales, como los jabones en polvo y los colorantes, sean más adecuados para su manejo. El secado o deshidratación de materiales biológicos (en especial los alimentos), se usa también para preservar el producto final. Los microorganismos que provocan la descomposición no proliferan sin la presencia de agua. (Geankopolis, 1998, pp. 580-581).

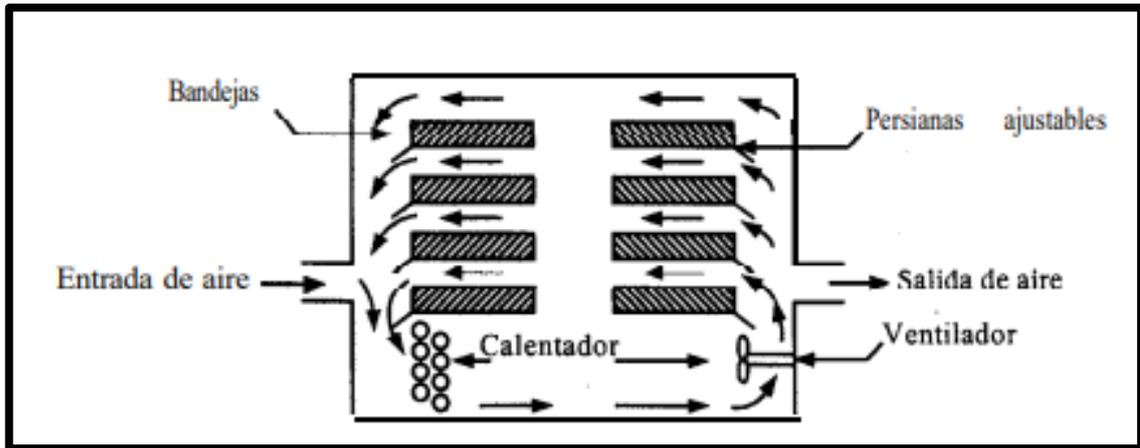
(Geankopolis, 1998, pp. 580-581), los microorganismos no se pueden reproducir cuando el contenido de agua se reduce por debajo del 10% en peso. Pero para asegurar la calidad microbiológica del producto, generalmente es necesario reducir este contenido de humedad por debajo del 5% en peso para preservar su sabor y su valor nutritivo. Los alimentos secos pueden almacenarse durante periodos bastante largos.

(Geankopolis, 1998, pp. 580-581): “Los métodos y procesos de secado se clasifican de diferentes maneras; se dividen en procesos de lotes, cuando el material se introduce en el equipo de secado y el proceso se verifica por un periodo; o continuos, si el material se añade sin interrupción al equipo de secado y se obtiene material seco con régimen continuo.”

(Geankopolis, 1998, pp. 582-583): Los procesos de secado se clasifican también de acuerdo con las condiciones físicas usadas para adicionar calor y extraer vapor de agua: en la primera categoría, el calor se añade por contacto directo con aire caliente a presión atmosférica, y el vapor de agua formado se elimina por medio del mismo aire; en el secado al vacío, la evaporación del agua se verifica con más rapidez a presiones bajas, y el calor se quita indirectamente por contacto con una pared metálica o por radiación (también pueden usarse bajas temperaturas con vacío para ciertos materiales que se decoloran o se descomponen a temperaturas altas);

- Secador de Bandejas

En el secador de bandejas, que también se llama secador de anaqueles, de gabinete, o de compartimientos, el material, que puede ser un sólido en forma de terrones o una pasta, se esparce uniformemente sobre una bandeja de metal de 10 a 100 mm de profundidad. Un secador de bandejas típico, tal como el que se muestra en la figura 1-1, tiene bandejas que se cargan y se descargan de un gabinete. (Geankopolis, 1998, pp. 582-583).



**Figura 1-1:** Representación esquemática de un secador de bandejas

Fuente: (Geankopolis, 1998, pp. 582-583)

(Geankopolis, 1998, pp. 582-583) explica que un ventilador recircula aire calentado con vapor paralelamente sobre la superficie de las bandejas. También se usa calor eléctrico, en especial cuando el calentamiento es bajo. Más o menos del 10 al 20% del aire que pasa sobre las bandejas es nuevo, y el resto es aire recirculado, después del secado, se abre el gabinete y las bandejas se remplazan por otras con más material para secado.

(Geankopolis, 1998, pp. 582-583): “En el caso de materiales granulares, el material se puede colocar sobre bandejas cuyo fondo es un tamiz. Entonces, con este secador de circulación cruzada, el aire pasa por un lecho permeable y se obtienen tiempos de secado más cortos, debido a la mayor área superficial expuesta al aire.”

#### 1.4. Beneficiarios directos e indirectos

##### 1.4.1. Beneficiarios Directos

- El presente trabajo de investigación beneficiará directamente al gerente propietario de la fábrica “El AL-CE”; Ing. Cesar Puente, ya que si aplica las técnicas que se propondrán en este trabajo podrá aprovechar al máximo las materias primas e insumos generados en el proceso de producción de cuero y con esto mejorará sus ganancias y evitará la mitigación de los residuos generados en especial en la etapa de descarte y dividido de las pieles.
- Otros de los beneficiarios directos de la presente investigación serán los trabajadores de la curtiembre “El AL-CE”, ya que con la aplicación de las técnicas propuestas se evitará que estén expuestos a residuos con alto contenido mineral que afecten a su salud y que además generen

problemas en el ambiente laboral, ya que los trabajadores no se sienten cómodos al estar en contacto con los residuos y esto puede provocar estrés y otros problemas relacionados.

#### ***1.4.2. Beneficiarios Indirectos***

Los beneficiarios indirectos con la aplicación de este proyecto serían:

- Los dueños de mascotas en la provincia de Chimborazo y en la zona centro del país, ya que si se logra la venta de la producción de balanceado obtenidos a partir de residuos los propietarios de las mascotas podrán adquirir un alimento que beneficie a la salud de los animales y que sea de bajo costo, ayudando además a la economía en el hogar ya que se aliviarán los gastos generados por la adquisición de alimento balanceado comercial.
- Los habitantes que viven en las proximidades de la curtiembre, ya que estos están siendo afectados directamente por la presencia de residuos sólidos sin un tratamiento previo y esto afecta a sus sembríos y a su salud, por lo que al reducirse la presencia de estos contaminantes se evitara problemas a la flora y fauna del sector.
- Los pobladores del cantón Guano se verán beneficiados indirectamente con la implantación del presente trabajo experimental, ya que se necesitará de mano de obra que pueda realizar el transporte de los residuos, la adición de químicos y el control de los procesos productivos, con lo cual no se necesitara mano de obra calificada para esto y podrán ser contratados personal sin experiencia, generando así posibilidad de trabajo para las personas pobres de la zona rural de Guano y sus alrededores.

## **CAPITULO II**

### **2. OBJETIVOS DEL PROYECTO**

#### **2.1. Objetivo General**

- Diseñar 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”.

#### **2.2. Objetivos Específicos**

- Realizar la caracterización de los residuos generados en la curtiembre “EL AL-CE” de acuerdo a la norma técnica NTE INEN-ISO 6498 de alimentos para animales.
- Determinar los flujos, variables y parámetros óptimos para el diseño del proceso de producción de alimento balanceado para mascotas.
- Elaborar el diseño de ingeniería correspondiente al proceso de producción de alimento balanceado para mascotas.
- Validar el proceso de obtención de alimento balanceado mediante la comparación con la Norma Técnica Ecuatoriana RTE INEN 187.

## CAPITULO III

### 3. ESTUDIO TÉCNICO

#### 3.1. Localización del proyecto

La presente investigación se desarrolló en dos etapas, la primera constituyó la toma de muestras in-situ que se realizó en la curtiembre “El AL-CE” ubicada en el cantón Guano provincia de Chimborazo cuya dirección exacta es Av. León Hidalgo y Av. Tomás Ramírez, aquí es para donde se propuso el trabajo técnico que incluyó el diseño de los equipos y la identificación de las variables y la segunda etapa constituyó las pruebas de laboratorio y la obtención del alimento a escala mínima, estas se realizaron en los laboratorios de la facultad de Ciencias de la ESPOCH ubicada en la panamericana sur km 1<sup>1/2</sup> en la ciudad de Riobamba, por lo que en la figura 1-3 y 2-3, se reporta la localización satelital de la curtiembre y del laboratorio respectivamente, y en la tabla 1-3, se reportan las condiciones ambientales del laboratorio que es donde se llevó a cabo la parte experimental del presente trabajo.



**Figura 2-3:** Localización geográfica de la curtiembre “El AL-CE”

Fuente: (Google Maps, 2018)



**Figura 3-3:** Localización geográfica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

Fuente: (Google Maps, 2018)

**Tabla 1-3:** Condiciones Meteorológicas del Cantón Riobamba

PARÁMETROS	VALORES PROMEDIOS
Altitud, msm.	2750
Temperatura , °C	135
Precipitación, mm/mes.	820
Humedad relativa, %.	75

Fuente: (Condiciones Experimentales del cantón Riobamba, 2017)

Realizado por: María Abarca, 2018

## 3.2. Ingeniería del Proyecto

### 3.2.1. Tipo de estudio

La elaboración de un alimento balanceado para mascotas a partir de los residuos generados en la etapa de descarte y dividido, dentro del proceso de curtiembre. Es un proyecto de tipo técnico-experimental, ya que, mediante la recopilación de información detallada sobre las normativas y técnicas necesarias para el logro de este fin, se llegó a establecer el análisis experimental más

idóneo mediante la utilización de operaciones y procesos unitarios sucesivos, dando como resultado una posible solución al problema planteado.

### **3.2.2. Metodología**

Los métodos son herramientas que sirven al investigador para poder realizar la experimentación y poder establecer los resultados a partir de observaciones, por lo que es necesario para que una investigación este completa abarque los métodos deductivos, inductivos y experimentales para obtener premisas y poder crear un juicio de valor, llegando así a obtener resultados concretos a problemas planteados.

#### **Método Deductivo**

En la presente investigación el método deductivo se planteó en el momento de las deducciones lógicas que se crearon a partir de conocimiento generalizado, teniendo como punto de partida la experiencia de los curtidores, además se recogió premisas de valor mediante la investigación en bibliografía como que la piel es alta en contenido proteico y que los animales domésticos (perros, gatos) necesitan un aporte proteico en su alimentación llegando a la conclusión de que la carnaza serviría para alimentación animal.

#### **Método Inductivo**

Para que se complete la dualidad fue necesario utilizar el método inductivo, en donde se partió del alimento obtenido y se hizo una abstracción para determinar en qué grado este alimento serviría como aporte proteicos a los animales domésticos, además de que con este método se analizó si los procesos utilizados para la obtención de alimento balanceado influyen en la calidad, generando conclusiones de que los procedimientos varían las características del alimento pero se pudo acotar que por cualquiera de los tres métodos se obtiene alimento balanceado de buena calidad.

#### **Método Experimental**

Como punto final de la investigación se utilizó el método experimental, en donde recogiendo las premisas del método inductivo y deductivo se obtuvo el alimento balanceado aplicando los conocimientos derivados de los métodos anteriores y con esto se pudo comprobar las hipótesis generadas previas a la investigación, cumpliendo con el análisis de los juicios de valor el proceso de experimentación estuvo completo.

### **3.2.3. Técnicas**

Las técnicas son las herramientas fundamentales en el proceso de experimentación, en la presente investigación se utilizó para la recolección de los desechos generados en la curtiembre “El AL-CE” se siguió la metodología especificada en la norma norma de calidad ambiental para el manejo y disposición final de desechos sólidos no peligrosos en el libro VI Anexo 6, estas especificaron como se debía manipular los residuos para evitar riesgos de contaminación o daños en la salud del investigador.

Para la caracterización de la materia prima se siguió los procedimientos que reporta la norma técnica ecuatoriana NTE INEN-ISO 6498, en donde especifica que se debe realizar un análisis proximal a la materia prima para verificar su composición y si puede ser utilizada en el proceso productivo, además se utilizó la norma NTE INEN-ISO 6490-1:2013, para determinar el calcio libre en las pieles.

#### **➤ Caracterización de la materia prima**

Previo a la realización del alimento balanceado para animales, se caracterizó los residuos provenientes de la etapa de dividido y descarnado de la curtiembre “EL AL-CE”, para lo cual se utilizó las técnicas recopiladas en la norma técnica ecuatoriana NTE INEN-ISO 6498, en donde especifica que se debe realizar un análisis proximal a la materia prima para verificar su composición y así determinar si la misma puede ser utilizada en el proceso productivo.

Esta caracterización incluyó: Determinación del contenido de humedad, determinación del contenido de grasa, determinación del contenido de cenizas, determinación del contenido de proteínas y extracto libre de nitrógeno, adicional a esto se determinara el contenido de calcio, debido a que antes del descarnado y dividido de las pieles se utiliza carbonato de calcio lo cual hace que los residuos tengan alto contenido de calcio que puede afectar a la producción final del alimento, utilizando la norma NTE INEN-ISO 6490-1:2013

❖ Determinación del Contenido de Humedad

El contenido de humedad se realizó de acuerdo a la norma NTE INEN 49, en la tabla 2-3 se detalla las actividades y procedimientos que se emplean para determinar el contenido de humedad.

**Tabla 2-3:** Determinación del contenido de humedad de acuerdo a la norma técnica NTE INEN 49.

FUNDAMENTO	NORMA	MATERIALES	TÉCNICA
Norma Nacional para medir el contenido de humedad en alimentos.	Norma NTE INEN 49	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cristalizador de vidrio o pesa filtro con tapa.</li> <li>• Pinzas para crisol.</li> <li>• Desecador con desecante libre de humedad.</li> <li>• Balanza analítica.</li> <li>• Estufa.</li> <li>• Tamices.</li> <li>• Mortero y pistilo.</li> <li>• Agua destilada.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Colocar en la estufa el cristalizador sin tapa y dejar secar hasta masa constante.</li> <li>• Sacar de la estufa, enfriar en un desecador y medir la masa.</li> <li>• En el cristalizador tarado, poner 10 g de muestra, medir la masa con una sensibilidad de 0,1 mg, registrar la masa.</li> <li>• Colocar el recipiente con muestra destapado en la estufa.</li> <li>• Medir la masa del cristalizador.</li> <li>• Registrar.</li> </ul>

Fuente: NTE INEN 49, 2018  
Realizado por: María Abarca, 2018

❖ Determinación del contenido de materia grasa

El contenido de materia grasa se realizó de acuerdo a la norma NTE INEN 3011, en la tabla 3-3 se detalla las actividades y procedimientos que se emplearon.

**Tabla 3-3:** Determinación del contenido de materia grasa de acuerdo a la norma técnica NTE INEN 3011.

FUNDAMENTO	NORMA	MATERIALES	TÉCNICA
Norma Nacional para medir el contenido de materia grasa en alimentos.	Norma NTE INEN 3011	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Balanza de precisión</li> <li>• Estufa</li> <li>• Desecador</li> <li>• Vasos de precipitación, metálicos o de vidrio</li> <li>• Cápsulas metálicas o de porcelana</li> <li>• Crisoles</li> <li>• Éter de petróleo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar la humedad, de acuerdo a NTE INEN 49</li> <li>• Determinación del residuo no graso.</li> <li>• Secar el crisol filtrante a <math>102 \pm 2</math> °C hasta masa constante.</li> <li>• Dejarlo enfriar en el desecador y pesar.</li> <li>• Pesar, con 10 mg de precisión, en un vaso (o cápsula) limpio y seco, aproximadamente 10 g de muestra.</li> <li>• Añadir de 15 a 25 mL de éter de petróleo.</li> <li>• Trasvasar la solución y el residuo al crisol filtrante.</li> <li>• Secar el crisol filtrante.</li> <li>• Dejarlo enfriar en el desecador.</li> <li>• Pesar y registrar .</li> </ul>

Fuente: NTE INEN 3011, 2018

Realizado por: María Abarca, 2018

❖ Determinación del contenido de proteínas

El contenido de proteínas se realizó de acuerdo a la norma NTE INEN-ISO 5983-1, en la tabla 4-3 se detalla las actividades y procedimientos recolectados en la norma.

**Tabla 4-3:** Determinación del contenido de proteína de acuerdo a la norma técnica NTE INEN-ISO 5983-1.

FUNDAMENTO	NORMA	MATERIALES	TÉCNICA
<p>Norma Nacional para medir el contenido de proteína en alimentos.</p>	<p>Norma NTE INEN-ISO 5983-1</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Baño de agua</li> <li>• Matraces Kjeldahl</li> <li>• Balanza analítica</li> <li>• Bureta o pipeta</li> <li>• Probetas graduadas</li> <li>• Aparato de digestión</li> <li>• Aparato de destilación</li> <li>• Sulfato de potasio</li> <li>• Solución de sulfato de cobre</li> <li>• Solución de hidróxido de sodio</li> <li>• Solución indicadora</li> <li>• Solución de ácido bórico</li> <li>• Sulfato de amonio</li> <li>• Titulador automático provisto de un pH-metro</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En un matraz Kjeldahl añadir núcleos de ebullición, sulfato de potasio, sulfato de cobre (II), y muestra preparada, pesar con ácido sulfúrico.</li> <li>• <b>Determinación:</b> Calentar el matraz Kjeldahl y su contenido en el equipo de digestión hasta que aparezca vapor blanco, al final del período de 15 min, aumentar el calor a la posición máxima. Después de la digestión se presenta un color (azul – verde claro), continuar la ebullición. Al final de la digestión, esta debe ser clara y libre de material no digerido.</li> <li>• <b>Destilación:</b> Añadir hidróxido de sodio a la muestra dentro del matraz Kjeldahl para formar una capa en la parte inferior del bulbo del matraz hasta que se cumpla todo el proceso referente a la destilación.</li> <li>• <b>Titulación:</b> Titular el contenido del matraz cónico con el ácido clorhídrico utilizando una bureta. El objetivo es alcanzar la primera traza de color rosa en el contenido.</li> <li>• Finalmente calcular, registrar</li> </ul>

Fuente: NTE INEN-ISO 5983-1, 2018

Realizado por: María Abarca, 2018

❖ Determinación del calcio libre en las pieles

El contenido de calcio libre en las pieles se realizó de acuerdo a la norma NTE INEN-ISO 6490-1:2013, en la tabla 5-3 se detalla las actividades y procedimientos que se emplearon.

**Tabla 5-3:** Determinación del contenido de calcio libre en las pieles de acuerdo a la norma técnica NTE INEN-ISO 6490-1:2013.

FUNDAMENTO	NORMA	MATERIALES	TÉCNICA
Norma Nacional para medir el contenido de calcio libre en las pieles.	Norma NTE INEN-ISO 6490-1:2013	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mufla</li> <li>• Cápsula de porcelana</li> <li>• Matraz</li> <li>• Pipeta volumétrica</li> <li>• Vaso de precipitación</li> <li>• Balanza analítica</li> <li>• ácido clorhídrico</li> <li>• oxalato de amonio,</li> <li>• Ácido sulfúrico concentrado</li> <li>• permanganato de potasio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pesarse la muestra en una cápsula.</li> <li>• Introducir la cápsula en la mufla hasta obtener cenizas libres de partículas de carbón.</li> <li>• Sacar la cápsula (con las cenizas), dejar enfriar y añadir ácido clorhídrico, unas gotas de ácido nítrico concentrado y hervir.</li> <li>• Transferir a un vaso, diluir con agua y añadir dos gotas de la solución alcohólica rojo de metilo, hasta que la solución tome un color rosado.</li> <li>• Filtrar y transferir el papel filtro y el precipitado a un vaso de precipitación.</li> <li>• Titular en caliente con la solución estándar de permanganato de potasio.</li> <li>• El punto final de la titulación está indicado por la aparición de un ligero color rosado.</li> </ul>

Fuente: NTE INEN-ISO 6490-1, 2018

Realizado por: María Abarca, 2018

### ➤ *Caracterización del producto terminado*

Para la determinación de la calidad del producto terminado, se realizaron las pruebas de calidad que se indican en la Norma Técnica Ecuatoriana RTE INEN 187, sabiendo para que un alimento balanceado sea de calidad se deben evaluar los siguientes parámetros: Contenido de Humedad, contenido de

Enterobacteriaceae, Salmonella y contenido de metales, además contrastando con la información que indica el Codex Standard 193-1995, para balanceados de origen animal (carne bovinos, ovinos) se debió evaluar únicamente el contenido de plomo en el contenido de metales.

❖ Contenido de Humedad

Para determinar el contenido de humedad se realizaron las técnicas que se reportan en la norma NTE INEN-ISO 6496 y los procedimientos se detallan en la tabla 6-3.

**Tabla 6-3:** Determinación del contenido de humedad en las pieles de acuerdo a la norma técnica NTE INEN-ISO 6496.

FUNDAMENTO	NORMA	MATERIALES	TÉCNICA
Norma Nacional para medir el contenido de humedad en alimentos.	Norma NTE INEN 49	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cristalizador de vidrio o pesa filtro con tapa.</li> <li>• Pinzas para crisol.</li> <li>• Desecador con desecante libre de humedad.</li> <li>• Balanza analítica.</li> <li>• Estufa.</li> <li>• Tamices.</li> <li>• Mortero y pistilo.</li> <li>• Agua destilada.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Colocar en la estufa el cristalizador sin tapa y dejar secar hasta masa constante.</li> <li>• Sacar de la estufa, enfriar en un desecador y medir la masa.</li> <li>• En el cristalizador tarado, poner 10 g de muestra, medir la masa con una sensibilidad de 0,1 mg, registrar la masa.</li> <li>• Colocar el recipiente con muestra destapado en la estufa.</li> <li>• Medir la masa del cristalizador.</li> <li>• Registrar.</li> </ul>

Fuente: NTE INEN-ISO 6496, 2018

Realizado por: María Abarca, 2018

❖ Contenido de Enterobacteriaceae

Para determinar el contenido de *Enterobacteriaceae* se realizaron las técnicas que se reportan en la norma NTE INEN 1 529-13:98 y los procedimientos se detallan en la tabla 7-3.

**Tabla 7-3:** Determinación del contenido de Enterobacteriaceae en el alimento balanceado de acuerdo a la norma técnica NTE INEN 1 529-13:98.

FUNDAMENTO	NORMA	MATERIALES	TÉCNICA
Norma Nacional para medir el contenido de <i>Enterobacteriaceae</i> en los alimentos.	Norma NTE INEN 1 529-13:98.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pipetas</li> <li>• Incubador</li> <li>• Autoclave</li> <li>• Balanza</li> <li>• Contador de colonias</li> <li>• pH-metro</li> <li>• Erlenmeyer</li> <li>• Medios de cultivo</li> <li>• Caldo triptona soya (CTS)</li> <li>• Vaselina líquida</li> <li>• Estufa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revitalización Enterobacteriaceae.</li> <li>• Realizar las diluciones en caldo soya triptona a partir de la suspensión madre.</li> <li>• Siembra en placas Petri</li> <li>• Verter en cada una de las placas inoculadas.</li> <li>• Mezclar el inóculo de siembra con el medio de cultivo, imprimiendo a la placa movimientos de vaivén. 4Una vez solidificado el agar, invertir las placas e incubarlas.</li> <li>• Contar todas las colonias púrpuras, rodeadas generalmente de un precipitado también de color púrpura.</li> <li>• A cada una de estas colonias inocularlas individualmente, en tubos que contengan agar nutritivo inclinado o PCA, incubar</li> </ul>

			<ul style="list-style-type: none"><li>• Comprobar su pureza (solo bacilos Gram negativos) y utilizarlos para realizar pruebas complementarias.</li></ul>
--	--	--	--

**Fuente:** NTE INEN 1 529-13:98, 2018

**Realizado por:** María Abarca, 2018

La norma técnica utilizada para la determinación del contenido de Salmonella y el contenido de plomo del producto obtenido se muestra en el Anexo A, de acuerdo con esto se continuará con las etapas de investigación.

### 3.2.4. Procedimientos a nivel de laboratorio

#### 3.2.4.1. Selección de materia prima

Para el monitoreo de los residuos generados el investigador se movilizó a la curtiembre “El AL-CE” los días en los que comúnmente se realiza el descarte y el dividido de las pieles, este monitoreo se realizó dos veces a la semana durante el lapso de dos meses para verificar la cantidad de residuos generados por la planta, en estas visitas el investigador recogió todos los residuos generados y los pesó anotando el peso obtenido en bitácoras de investigación.

A continuación de esto mediante entrevista con el gerente de la planta y a los trabajadores se estimó la cantidad de residuos generados durante el año 2017 y con esta información mediante una prueba de error en comparación con los datos observados y los datos obtenidos de la entrevista se calculó el flujo mensual de residuos obtenidos, esto sirvió como base de cálculo para la producción de alimento balanceado.

El muestreo se realizó mediante la técnica de muestreo al azar simple, en donde el investigador recogió una muestra significativa al azar de cada visita que hizo, esta muestra fue recogida de los distintos lotes de residuos que están apilados en la fábrica, para la determinación del tamaño muestral se utilizó la siguiente fórmula matemática:

$$n = \frac{N * Z\alpha^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z\alpha^2 * p * q} \quad Ec 4 - 1$$

Donde:

n= Tamaño Muestral

Z = nivel de confianza

P = probabilidad de éxito, o proporción esperada

Q = probabilidad de fracaso

D = precisión (error máximo admisible en términos de proporción)

N= Cantidad de residuos generados en la curtiembre “EL AL-CE” durante los dos meses de la investigación

$$n = \frac{(1800^2) * (1.96)^2 * (0.05^2)}{(0.7)^2 * (1800 - 1) + 1.96^2}$$

$$n = 35.15 \text{ Kg de muestra}$$

Remplazando los valores en la Ecuación 4-1, se obtuvo que para tener un lote homogéneo y que cumpla con los requisitos de la investigación, se debió recoger en los diferentes lotes de producción un valor igual a 35.15 Kg, dado que la investigación se realizó en 16 semanas y la planta realiza 2 veces a la semana el descarnado de la piel, para cada día de visita se recogió 2 kg de residuo.

Una vez determinado el tamaño de muestra que se debió recoger en la curtiembre “EL AL-CE” se siguió la norma mencionada en el epígrafe 3.2.3; para lo se tuvo que movilizar hacia el lugar en donde se encuentran ubicados los residuos generados, echo esto se recogió la muestra con equipos de protección personal (guantes, mascarilla) para evitar problemas de salud del investigador ya que la muestra tiene alto contenido de minerales, este procedimiento se ilustra en la figura 3-3 y 4-3.



**Fotografía 1-3:** Selección de las muestras en los residuos generados en la etapa de divido y descarnado en la curtiembre “EL AL-CE”.

**Elaborado por:** María Abarca, 2018



**Fotografía 2-3:** Recolección de las muestras de residuos generados en la etapa de divido y descarnado en la curtiembre “EL AL-CE”

Elaborado por: María Abarca, 2018

Después de la recolección de las muestras, estas se almacenaron en un lugar fresco con poca presencia de luz, para evitar la proliferación bacteriana de la muestra dado que es un residuo que tiene un alto contenido en proteína en especial en colágeno, que puede ser usado por los microorganismos como alimento, se debe recalcar que este procedimiento se repitió durante las 16 semanas, el cronograma de la recolección se reporta en la tabla 8-3.

**Tabla 8-3:** Cronograma del muestreo de los residuos sólidos generados en la curtiembre “EL AL-CE”

SEMANA	DÍA	NÚMERO DE MUESTRAS	CANTIDAD (KG)	HORA	LUGAR
Semana 1	Lunes	1	2	12:00	Curtiembre “EL AL-CE” Guano – Ecuador
	Viernes	1	2	12:00	
Semana 2	Lunes	1	2	12:00	
	Viernes	1	2	12:00	
Semana 3	Lunes	1	2	12:00	
	Viernes	1	2	12:00	
Semana 4	Lunes	1	2	12:00	
	Viernes	1	2	12:00	
Semana 5	Lunes	1	2	12:00	
	Viernes	1	2	12:00	
Semana 6	Lunes	1	2	12:00	
	Viernes	1	2	12:00	

<b>Semana 7</b>	Lunes	1	2	12:00	
	Viernes	1	2	12:00	
<b>Semana 8</b>	Lunes	1	2	12:00	
	Viernes	1	2	12:00	

Realizado por: María Abarca, 2018.

### 3.2.4.2. Determinación del flujo de residuos producidos en la curtiembre “EL AL-CE”

Para determinar el flujo total de residuos generados en la curtiembre “EL AL-CE” se recogió los datos del kardex de producción y por medio de entrevistas con los operadores de la fábrica y se tuvo el cronograma de producción de la planta en el año 2017, esta se reportó en la tabla 9-3 y muestra cuantas pieles fueron procesadas en ese lapso de tiempo y con esto se pudo hacer una aproximación de cuanta cantidad de residuos fueron procesados.

**Tabla 9-3:** Kardex de producción de la curtiembre “EL AL-CE” en el año 2017.

MES	PIELES PROCESADAS	PIELES EN STOCK
Enero	120	30
Febrero	180	60
Marzo	150	190
Abril	200	40
Mayo	100	10
Junio	80	50
Julio	120	35
Agosto	140	40
Septiembre	130	-
Octubre	200	-
Noviembre	160	120
Diciembre	220	-
<b>Total</b>	<b>1800</b>	<b>-</b>

Realizado por: María Abarca, 2018.

Con estos datos se realizó una asunción para determinar el total de residuos generados en la planta, se realizará un cálculo y se determinara mediante las mediciones del error de acuerdo a los datos reales cuanta desviación presenta este cálculo, para realizar esto se utilizó la siguiente regla de tres:

$$\text{Peso Residuos} = \text{Peso Inicial} - \frac{\# \text{ Pieles Procedas} * \text{Peso Promedio de la piel} * \text{calibre final de la piel}}{\text{Calibre Inicial de la piel}}$$

Conociendo según datos de los operarios cada piel tiene un peso aproximado de 25 kg ya que la planta procesa pieles grandes en general de bovinos, además según el operador que realiza el descarnado y dividido se determinó que el calibre inicial de cada piel en promedio es de 4 mm y las pieles se ajustan a un calibre final de 2 mm, conociendo esto se realizó el cálculo para la producción de residuos en el mes de enero y los demás resultados se muestran en la tabla 10-3.

$$\text{Peso Residuos} = 3000 - \frac{120 * 25 * 2}{4}$$

$$\text{Peso Residuos (Enero)} = 1500 \text{ Kg}$$

**Tabla 10-3:** Promedio de los residuos generados en la etapa de dividido y descarnado en la curtiembre “EL AL-CE”.

MES	PIELES PRODUCIDAS	RESIDUOS GENERADOS
Enero	120	1500
Febrero	180	2250
Marzo	150	1875
Abril	200	2500
Mayo	100	1250
Junio	80	1000
Julio	120	1500
Agosto	140	1750
Septiembre	130	1625
Octubre	200	2500
Noviembre	160	2000
Diciembre	220	2750
<b>Total</b>	<b>1800</b>	<b>22500</b>
<b>Promedio</b>	<b>150</b>	<b>1875</b>

Realizado por: María Abarca, 2018.

A continuación, se comprobó si esta cantidad de residuos es la correcta, tomando como referencia la toma de muestras hecha por el investigador, tomando en cuenta que en los meses de mayo y junio que fueron el lapso de tiempo donde se realizó la investigación, se recogió que en el mes de mayo se recogió 2500 Kg de residuos y en el mes de junio se recogió la misma cantidad se realizó una determinación del error de la aproximación.

En la tabla 11-3, se muestra el error calculado, el cual se obtuvo de la diferencia entre el valor observado y el valor asumido; esto con el fin de determinar si la cantidad total de residuos

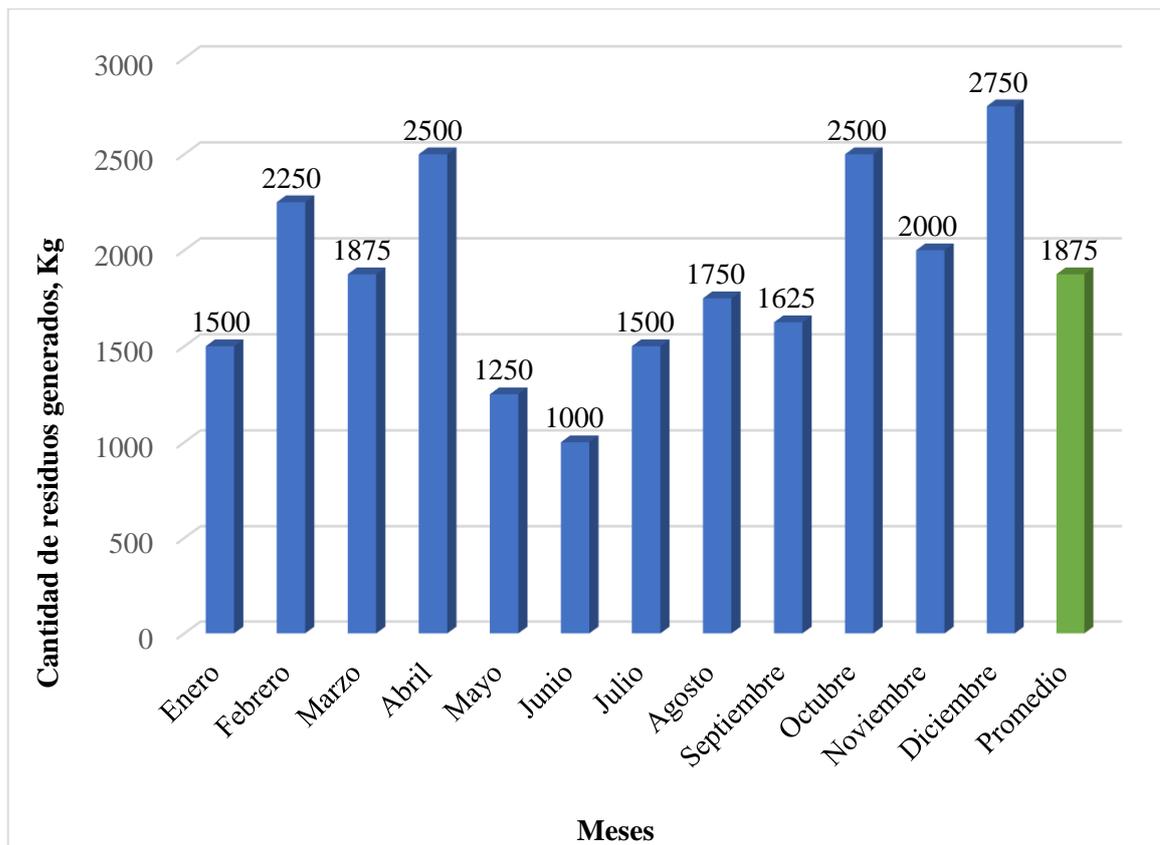
calculados se aproximará a la cantidad total de residuos producidos en la planta, lo cual ayudará a un correcto dimensionamiento de los equipos evitando sobredimensionamiento.

**Tabla 11-3:** Error experimental para la determinación de la cantidad total de residuos generados en la curtiembre “EL AL-CE”.

MES	VALOR ESPERADO	VALOR OBSERVADO	ERROR RELATIVO	ERROR ABSOLUTO
Mayo	1000	2500	1500	±0.50
Junio	1500	2500	1000	±0.60

Realizado por: María Abarca, 2018.

De acuerdo con los datos el error absoluto en los dos meses fue superior al 50% con lo que se aceptan los datos, pero hay que tener consideraciones que no se podrá producir más de 2500 kg de residuos al mes cuando se dimensione los equipos, la cantidad de residuos generados se ilustra en el gráfico 1-3 y de acuerdo con esto el valor promedio de residuos generados es de 1875 kg por mes, en base a este valor se realizará el dimensionamiento de los equipos.



**Gráfico 1-3:** Cantidad de residuos producidos mensualmente provenientes de la etapa de dividido y descarnado en la curtiembre “EL AL-CE”

Realizado por: María Abarca, 2018.

### 3.2.4.3. Caracterización de la materia prima

Previo a la elaboración del alimento balanceado para mascotas domésticas, se debió analizar la calidad de los residuos recogidos en la curtiembre “EL AL-CE” de acuerdo a las técnicas detallados en los epígrafes anteriores, para lo cual se escogió una cantidad determinado de los residuos recolectados y se sometió análisis, el cual se repitió por 6 veces para verificar los datos obtenidos.

Siguiendo con los procedimientos antes mencionados, se obtuvo el contenido de humedad, contenido de materia grasa, contenido de proteínas, contenido de ceniza, contenido de calcio y el extracto etéreo libre de nitrógeno, los resultados se reportan en la tabla 12-3.

**Tabla 12-3:** Caracterización de los residuos obtenidos en la etapa de dividido y descarnado en la curtiembre “EL AL-CE”.

PRUEBA	VALOR	VALOR DE REFERENCIA
Contenido de Cenizas, %	0.69	-
Contenido de Proteína, %	29.87	20-40
Contenido de Grasa, %	0.01	0-10
Contenido de Humedad, %	67.35	0-80
Extracto Libre de Nitrógeno, %	0.44	-
pH	9.63	0-10
Contenido de Calcio, mg/100 gr	122.67	-

**Realizado por:** María Abarca, 2018.

Las muestras después del análisis reportaron que los componentes mayoritarios eran el contenido de humedad con un promedio igual a 67.35% y con un contenido de proteínas en promedio igual a 29.86%, lo que representa más del 95% del contenido total de materia de los residuos, siendo óptimos para el consumo animal ya que el contenido de minerales y de componentes que puedan afectar a la salud de los animales se encuentran en trazas muy pequeñas, para lo que no se tendría que realizar ningún tratamiento previo para eliminar estos residuos.

Uno de los problemas que se reportan con el aprovechamiento de los residuos del descarnado y del dividido es el contenido de calcio, ya que este es nocivo para la salud de los animales y se encuentra formando parte del residuo debido a que estos desperdicios son generados posterior al calero (etapa de adición de cal a la piel), en la presente investigación se reportó un contenido de calcio igual a 122.66 mg/100 gr; que no es una cantidad considerablemente alta pero en la

producción de balanceados se debió adicionar la etapa de descalcado para evitar la presencia de iones calcio en el producto terminado.

De acuerdo con los datos obtenidos, se verificó que los residuos sólidos generados en la etapa de dividido y descarnado logran cumplir con los requerimientos nutricionales necesarios para la alimentación animal, con lo que se puede utilizar estos para procesarlos como alimento balanceado, además se observa que el contenido de proteína del residuo es elevado con lo que los animales domésticos que ingieran este alimento tendrán una dieta altamente proteica.

#### *3.2.4.4. Ensayos a nivel de laboratorio para la obtención del alimento balanceado para mascotas.*

Una vez obtenido los resultados de la caracterización de la materia prima, el siguiente punto fue la elaboración del alimento a escala de laboratorio, para lo cual se probó tres tipos de secado con el fin de determinar cuál es el más rentable de acuerdo a su rendimiento y al tiempo de operación de cada uno de los lotes de producción.

Para identificar las muestras se dividió en tres tratamientos a los lotes, esta división fue homogénea y se nombró como se detalla a continuación:

- **Tratamiento T1:** Fueron las muestras que se secaron en el secador de bandejas eléctrico, esta muestra constituyo de 2 kilogramos de residuos y se repitió el procedimiento 3 veces.
- **Tratamiento T2:** Fueron las muestras que se secaron en el secador de bandejas a gas, esta muestra constituyo de 2 kilogramos de residuos y se repitió el procedimiento 3 veces.
- **Tratamiento T3:** Fueron las muestras que se secaron al ambiente, esta muestra constituyo de 2 kilogramos de residuos y se repitió el procedimiento 3 veces.

Para establecer cuál fue el mejor tratamiento, se determinó el rendimiento y la eficiencia de la etapa productiva, y después de obtenidos los datos se utilizó un diseño completamente al azar simple para seleccionar la alternativa tecnológica más viable y con estos datos proceder al diseño de los equipos.

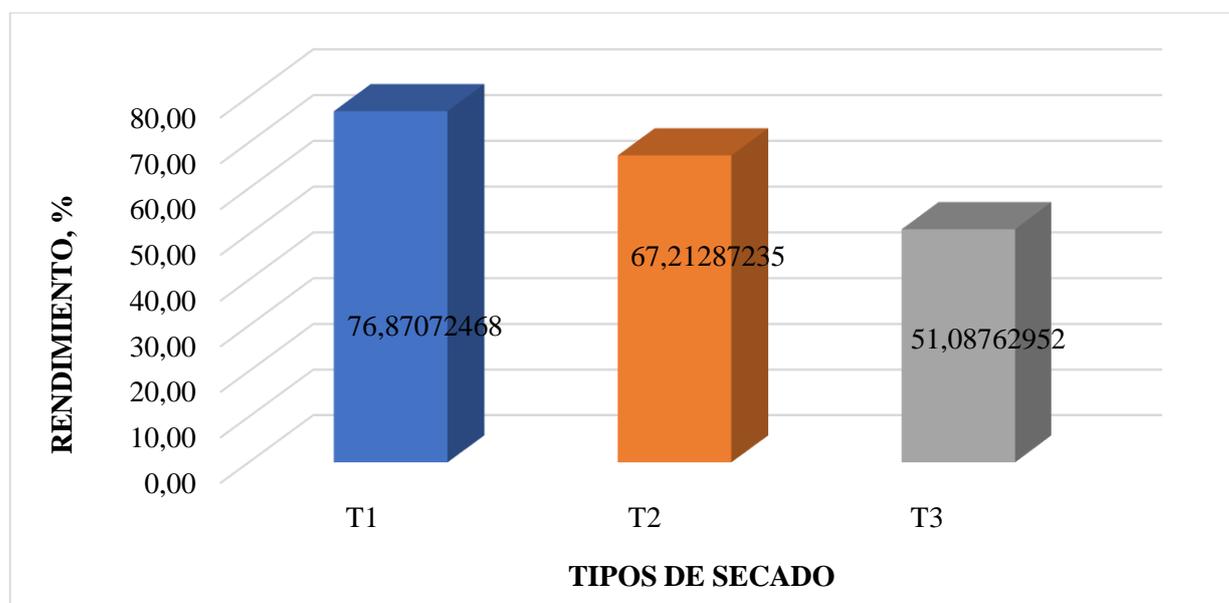
Para el análisis del rendimiento en el proceso de obtención de alimento balanceado por efecto del tipo de secado no se reportaron diferencias estadísticas ( $P > 0.05$ ) entre medias, de acuerdo al análisis numérico las mejores respuestas se obtuvieron cuando se secó el balanceado en el secador de bandejas eléctrico (T1) cuyas medias fueron iguales a 76.87%, las que disminuyeron hasta medias iguales a 67.21% cuando se utilizó el secador de bandejas a gas (T2).

Las respuestas más bajas se reportaron cuando se realizó el secado del alimento balanceado con un secado natural (T3) cuyas medias fueron iguales a 51.09%, de acuerdo con esto para la prueba rendimiento del proceso productivo es rentable utilizar el secador de bandejas eléctrico que permitirá eliminar mayor cantidad de agua en el alimento con lo que se asegura la calidad microbiológica del mismo.

**Tabla 13-3:** Análisis estadísticos de los resultados obtenidos al rendimiento de la etapa productiva del alimento balanceado para mascotas.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Fisher calculado	Fisher 0,05	Fisher 0,01	Prob	Sign	CV
Total	24213,193	26	931,276656						
Tratamiento	3054,19669	2	1527,09835	1,73214077	5,61	3,40	0,19829693	Ns	45,6401827
Error	21158,9964	24	881,624848						

Realizado por: María Abarca, 2018.



**Gráfico 2-3:** Separación de medias de los resultados obtenidos al rendimiento de la etapa productiva del alimento balanceado para mascotas

Realizado por: María Abarca, 2018.

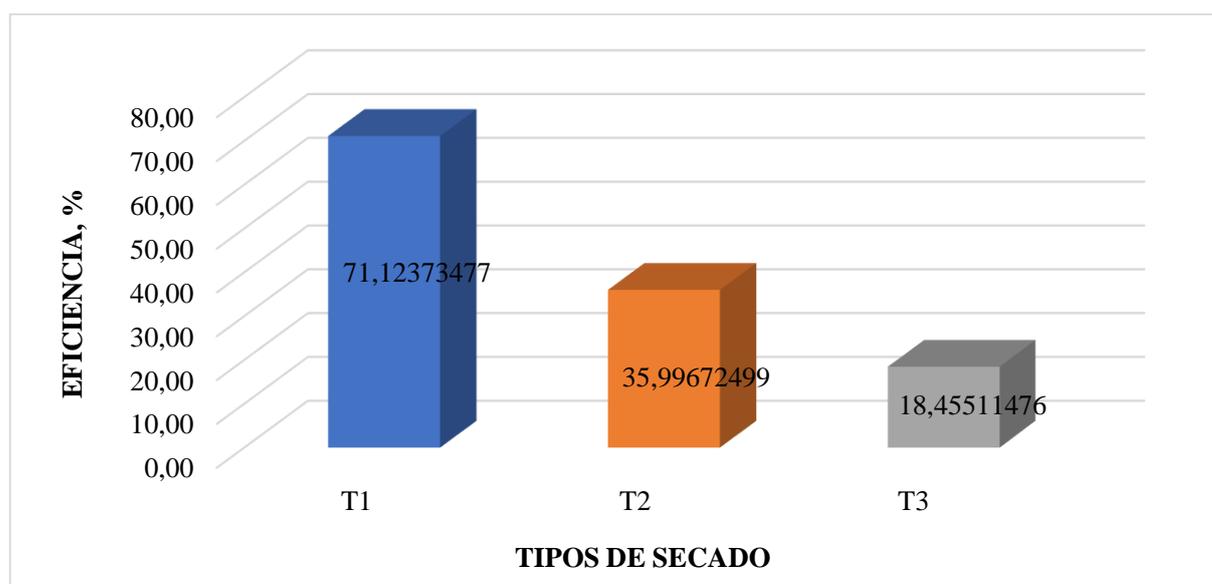
La siguiente prueba fue la eficiencia del proceso productivo para la obtención de balanceado por efecto del uso de tres tipos diferentes de secado, estas reportaron diferencias altamente significativas ( $P < 0.01^{**}$ ) entre medias, los mejores resultados se obtuvieron cuando se realizó el secado del balanceado utilizando el secador de bandejas eléctrico (T1) cuyas medias fueron iguales a 71.12% como se ilustra en el gráfico 3-4.

Continuando con el análisis se reportaron las medias cuando se realizó el secado empleando el secador de bandejas a gas (T2) cuyas medias fueron iguales a 36.00% y las respuestas más bajas se reportaron cuando se empleó en la producción un secado natural (T3) cuyas medias fueron iguales a 18.46%; de acuerdo con esto la incidencia que tiene el secado en la eficiencia de la producción es elevado por lo que para obtener el mayor crédito se utilizar el secador de bandejas.

**Tabla 14-3:** Análisis estadísticos de los resultados obtenidos a la prueba eficiencia de la etapa productiva del alimento balanceado para mascotas.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Fisher calculado	Fisher 0,05	Fisher 0,01	Prob	Sign	CV
Total	19941,2416	26	766,970829						
Tratamiento	12946,7953	2	6473,39766	22,2121292	5,61	3,40	3,4E-06	**	40,7837474
Error	6994,44625	24	291,43526						

Realizado por: María Abarca, 2018.



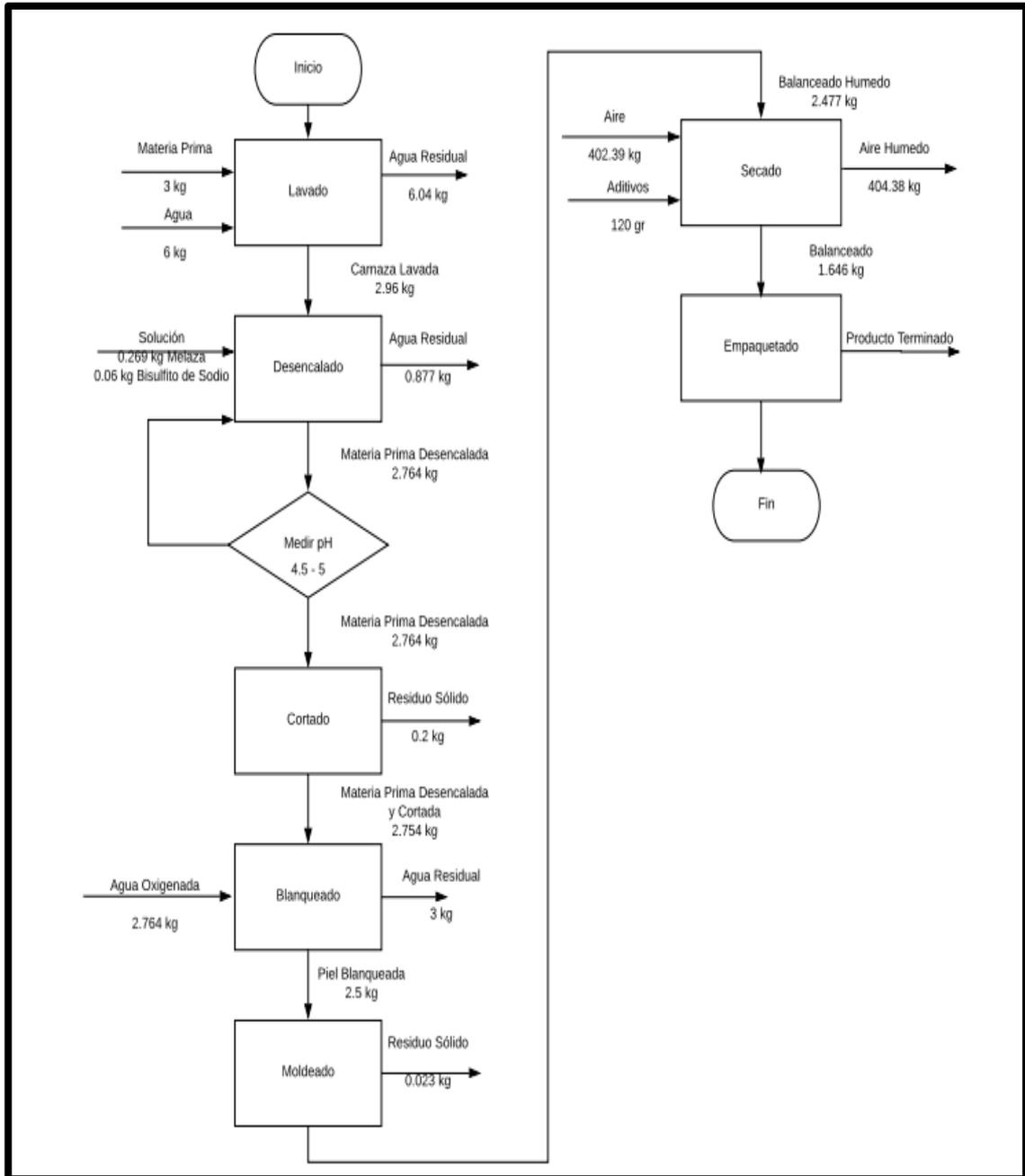
**Gráfico 3-3:** Separación de medias de los resultados obtenidos a la prueba eficiencia de la etapa productiva del alimento balanceado para mascotas

Realizado por: María Abarca, 2018.

Analizando los resultados obtenidos se puede interpretar que para obtener el mayor rendimiento y eficiencia en la producción de alimento balanceado se debe emplear el secador de bandejas, con lo cual se ahorra recursos en la producción y se podrá realizar el proceso productivo con mayor rentabilidad, aprovechando a lo máximo los recursos energéticos, la materia prima y las sustancias químicas adicionadas en la producción.

### 3.2.4.5. Descripción del procedimiento

Especificando cuál de los tratamientos fue el más idóneo, el diagrama de flujo que se utilizó para la obtención de alimento balanceado para mascotas se muestra en la figura 5-3 y se describen paso a paso y detalladamente cada etapa productiva con el fin de obtener un producto de calidad.



**Figura 4-3:** Diagrama de flujo para la elaboración de alimento balanceado a partir de los residuos generados en la etapa de dividido y descalcado de la curtiembre “EL AL-CE”.

**Realizado por:** María Abarca, 2018.

Después de haber establecido el diagrama que contiene todos los pasos a seguir dentro de la producción del alimento balanceado para mascotas, se detallara paso a paso todos el procedimiento ejecutado.

- Recepción de la materia prima (carnaza) proveniente de la empresa de Cueros “EL AL-CE”.



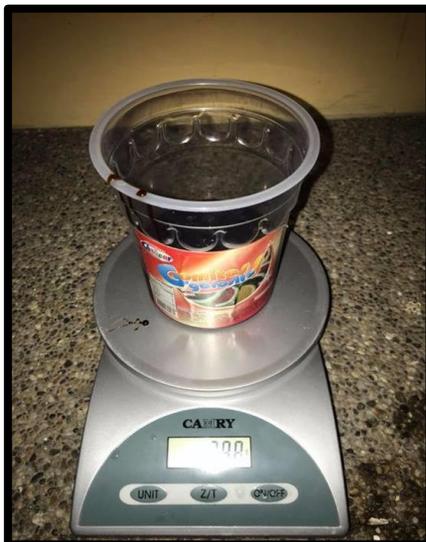
**Fotografía 3-3:** Recepción de materia prima.  
**Realizado por:** María Abarca, 2018.

- **Lavado:** Para la operación lavado, se introducirán 3 kg de carnaza que es la cantidad máxima mensual de residuos que produce la curtiembre “EL AL-CE” además se utilizara 6 kg de agua, captada por la planta industrial.



**Fotografía 4-3:** Pesaje de la materia prima para el lavado.  
**Realizado por:** María Abarca, 2018.

- **Desencalado:** Para la etapa de desencalado se partirá de los 2.96 kg obtenidos de la etapa anterior, además se adicionará 60 gr de melaza comercial, 269 gr de bisulfito de sodio con una pureza de 65%.



**Fotografía 5-3:** Pesaje de la melaza utilizada para el desencalado.  
Realizado por: María Abarca, 2018.



**Fotografía 6-3:** Pesaje de bisulfito de sodio utilizado para el desencalado.  
Realizado por: María Abarca, 2018.

- **Cortado:** Para el cortado se procesará 2.764 kg de carnaza, para reducir su calibre y su tamaño que facilitara las operaciones posteriores.



**Fotografía 7-3:** Cortado de la carnaza desescalada.  
Realizado por: María Abarca, 2018.

- **Blanqueado:** Para la etapa de blanqueado se partirá de 2.754 kg de carnaza después del corte y rebajado, además se utilizarán 2.754 kg de agua oxigenada y 1.38 kg de agua para cumplir con esta etapa.



**Fotografía 8-3:** Medición de pH en la etapa de blanqueado de la carnaza.  
Realizado por: María Abarca, 2018.

- **Moldeado:** Para la etapa de moldeado se introducirán 2.5 kg de carnaza blanqueada.



**Fotografía 9-3:** Moldeado de la carnaza.  
**Realizado por:** María Abarca, 2018.

- **Secado: Para** el secado se introducirán en un secador de tipo eléctrico 2.477 kg de piel, además que se introducirá 120 gr de saborizante y 120 gr de colorante esperando obtener después de esta etapa 1.646 Kg de alimento balanceado para mascotas.



**Fotografía 10-3:** Secado del alimento balanceado para mascotas.  
**Realizado por:** María Abarca, 2018.

- **Empaquetado:** El producto terminado, es decir, ya eliminado toda su humedad se lo empaqueta para su comercialización.



**Fotografía 11-3:** Empaquetado del alimento balanceado para mascotas.  
**Realizado por:** María Abarca, 2018.

#### 3.2.4.6. Variables del proceso

Es necesario determinar las variables de proceso para controlar que el proceso productivo se cumpla y se obtenga un alimento balanceado de calidad, con el rendimiento esperado y sin pérdidas de materia prima, insumos y aditivos, en la tabla 15-3 se detallan cuáles son estas variables y como se controlaran.

**Tabla 15-3:** Variables de proceso para la producción de alimento balanceado a partir de los residuos generados en la curtiembre “EL AL-CE”.

VARIABLE	TIPO DE VARIABLE	CONCEPTO	MÉTODO DE MEDICIÓN	ETAPA	PARÁMETRO
pH	Dependiente	Magnitud que muestra el grado de hinchamiento que sufre la piel	Potenciómetro	Desencalado	4.5-5
				Lavado	4.5-5
Concentración de bisulfito de sodio	Dependiente	Magnitud que indica la cantidad de bisulfito de sodio en relación al volumen de la solución	Balanza Analítica  Balón de Aforo	Desencalado	2%
Peso de las materias primas	Independiente	Magnitud que indica la cantidad másica de los flujos que ingresaran al proceso productivo	Balanza	Desencalado Blanqueado Secado	-----
Temperatura de operación	Independiente	Mide la grado o nivel térmico presentes en un cuerpo	Termómetro	Secado	70°C
Humedad Relativa del aire	Independiente	Mide la cantidad de agua, vapor de agua presentes en el aire	Higrómetro	Secado	30%
Peso Neto del producto	Independiente	Cantidad de producto final	Balanza	Empaquetado	100 lb

Elaborado por: María Abarca, 2018.

### 3.2.4.7. Operaciones Unitarias del Proceso

El éxito de la producción, es la identificación de las operaciones unitarias necesarias para la conversión de la materia prima en producto terminado, ya que esto permitirá controlar las variables de proceso y disminuirá la mala manipulación de las materias que producirán errores, estas operaciones unitarias son la selección de la materia prima, lavado, desencalado, blanqueado, corte y secado.

- **Selección e Inspección de la materia prima:** Uno de los principales problemas asociados a los residuos del dividido y descarnado es la presencia de microorganismos por el alto contenido de colágeno y otras proteínas, por lo que en esta etapa se realizara una inspección visual, comprobando que la piel no presente un color extraño que es indicativo de la presencia de microorganismos, esto se realizara de forma casual y se desechara los residuos que no cumplan con estas condiciones.
- **Lavado:** Los residuos presentaran impurezas en su parte flor, ya que serán depositados en el suelo y se fijaran en el polvo y otro tipo de sólidos, el lavado únicamente se realizará con agua esto para evitar la contaminación causada por tensoactivos en el agua, además evitara un costo mayor de aditivos y no es necesario la adición de estas sustancias ya que todas las impurezas podrán ser retiradas únicamente con agua.
- **Desencalado:** El efecto del calero es fijar calcio a la piel para aumentar el pH de las pieles, esta etapa se realiza antes de la recolección de los residuos, por lo que es fundamental eliminar este compuesto ya que puede dañar la salud de los animales, así como también el alimento no cumplirá con la norma técnica, por lo que se añade agentes desencalantes que generen la reacción de desplazamiento del calcio y lo eliminen en el baño.

Esta operación se debe realizar en un bombo de madera para que el contacto del agua, la solución desencalante y la piel por efecto del choque con las paredes produzcan la reacción química, el bombo debe girar a una velocidad máxima de 300 rpm y además se debe medir el pH hasta alcanzar un valor de 4.5 en donde se comprueba la no presencia de cal en la piel.

- **Blanqueado:** El color de los residuos por lo general es opaco y no es atractivo, por lo que es necesario adicionar a las muestras una solución de agua oxigenada que produzca el

enmascaramiento de color desembocando en el blanqueado, esto se hace para convencer al consumidor de comprar el alimento balanceado ya que los humanos se dejan guiar por la apariencia de los productos que consumen incluso para sus mascotas, en esta operación se debe controlar la concentración de la solución que no debe ser mayor a 10% en relación masa volumen.

- **Cortado:** Esta operación se realiza con dos propósitos, mejorar la apariencia del producto y dar una forma de hueso que será agradable a las mascotas, además de reducir el tamaño de las muestras lo que facilitará la manipulación y la transferencia de calor en el secado disminuyendo el tiempo de operación y evitando el consumo excesivo de energía, en esta operación se regulará el tamaño y la forma de las muestras.
  
- **Secado:** Esta operación es la más importante en el proceso productivo, ya que de esta dependerá la calidad microbiológica y sensorial del producto, por el tipo de producción que se realizará el secado óptimo será en un secadero de bandejas con calentamiento eléctrico, en esta operación será importante controlar el tiempo de residencia en la máquina y la calidad del aire que ingresará al sistema, procurando purgas para evitar el exceso de humedad en el aire de entrada y de salida.
  
- **Empaquetado:** Este se realizará utilizando un dispensador y un empaquetador al vacío para aumentar el tiempo de vida útil del alimento, las bolsas se distribuirán con un peso neto de 2000 gramos que es el contenido neto de los productos de este tipo en el mercado, hay quedara listo para su distribución y venta.

### 3.2.5. Validación del proceso

Una vez elegido el mejor proceso productivo, se evaluó la calidad de alimento balanceado obtenido después de realizar los procedimientos que se detallaron en las secciones anteriores, los resultados se muestran en la tabla 16-3 y con esto se determinó si el alimento es de calidad o no y si podrá ser ingerido por las mascotas sin generar problemas en su salud.

**Tabla 16-3:** Caracterización del alimento balanceado producido a partir de los residuos generados en la etapa de dividido y descarnado de la curtiembre “EL AL-CE”

PARÁMETRO	MÉTODO	RESULTADO	NORMA TÉCNICA
Contenido de Humedad, %	INEN 540	8.98	13

Plomo, mg/kg	-	0.1069	0.10
Enterobacterias, UFC/g	Siembra en placa	Ausencia	10
<i>Salmonella</i> , UFC/g	Reveal 2.0	Negativo	Ausencia

**Realizado por:** María Abarca, 2018.

Después de los análisis respectivos, se obtuvo que tanto las pruebas microbiológicas y físico-químicas del alimento lograron cumplir con los estándares de calidad planteados por la norma INEN para alimentos balanceados de mascotas de compañía, por lo cual las técnicas y métodos aplicados en la conversión del producto fueron las óptimas con el fin de elaborar un alimento balanceado de calidad.

Determinada la calidad del alimento balanceado, el rendimiento y la eficiencia del proceso productivo, en las secciones siguientes se propondrán los cálculos necesarios para diseñar los equipos, con el fin de que se pueda aplicar a nivel industrial los procedimientos planteados en las secciones anteriores, siendo así que el gerente propietario de la curtiembre “EL AL-CE” podría aplicar los conocimientos escritos en la presente investigación para poder recuperar los residuos generados en su empresa.

### **3.2.6. Balances de masa y energía en las etapas productivas**

#### **3.2.6.1. Balances de masa**

##### **Lavado**

La primera etapa productiva en el proceso de conversión de residuos en alimento balanceado, fue el lavado, en donde mediante el empleo de agua se buscó retirar los restos de sangre, tierra y otros elementos que pudieron estar presentes en la capa superior de la carnaza (residuo generado en la etapa de descarnado y dividido), para lograr resolver el balance de masa se tuvo la siguiente ecuación:

$$\{Flujos\ masicos\ de\ alimentacion\} + \{Generacion\ dentro\ del\ sistema\} \\ = \{Flujos\ masicos\ de\ salida\} + \{Acumulación\}$$

El lavado no es un proceso reactivo, ya que se logra remover las impurezas por un efecto mecánico, además de que en el proceso no se generó acumulaciones de materia, ya que toda el agua y la carnaza que ingreso al sistema, fue retirada en forma de agua residual y producto lavado,

de acuerdo con estas acotaciones el balance de materia para el lavado se calcula con la siguiente ecuación:

$$\{Flujos\ masicos\ de\ alimentacion\} = \{Flujos\ masicos\ de\ salida\} \text{ Ec. 1 - 3}$$

Desarrollando la ecuación 1-3, el balance de materia es igual a:

$$E_w + E_c = S_{ww} + S_{cl} \text{ Ec. 2 - 3}$$

Donde:

$E_w$ : Entrada de agua, Kg

$E_c$ : Entrada de carnaza, Kg

$S_{ww}$ : Salida de agua residual, Kg.

$S_{cl}$ : Salida de carnaza lavada, Kg.

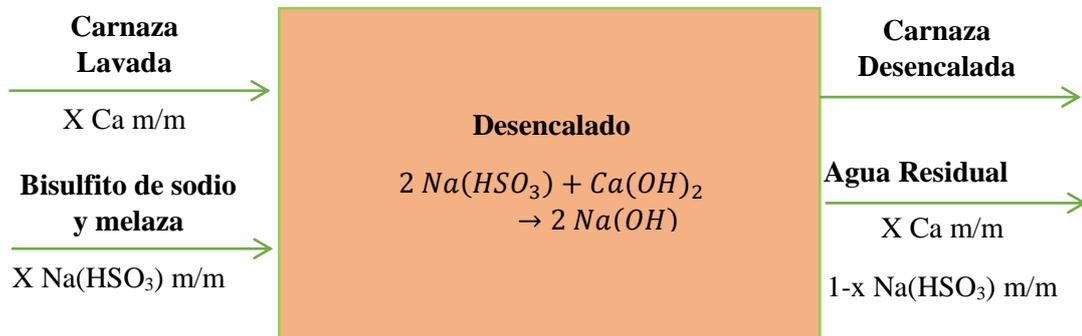
En la parte experimental se recogió datos del peso de la carnaza sucia, el agua adicionada al lavado y el peso de la carnaza lavada, con estos datos se puede calcular la cantidad de agua residual generada reemplazando en la ecuación 2-3.

$$2 * (3) + 3 - 2.96 = S_{ww}$$
$$S_{ww} = 6.04 \text{ Kg}$$

Posterior al lavado se ha retirado de la carnaza sucia 0.4 Kg de impurezas, las cuales se obtienen en el agua residual de salida.

### **Desencalado**

Posterior al lavado de las pieles, se obtuvo la carnaza limpia, pero como consecuencia de la etapa de encalado en las curtiembres que se ejecuta antes de recoger los residuos, las pieles quedan con un exceso de calcio fijado en la dermis, por lo que si no se retirara este compuesto químico podría generar daños en la salud de los animales, para eso realizamos el desencalado de las pieles, este es un proceso reactivo como se ilustra en la figura 7-3.



**Figura 5-3:** Diagrama del proceso de descalcado en la etapa de producción de alimentos balanceados  
**Realizado por:** María Abarca, 2018.

La reacción que rige el proceso de descalcado es la neutralización del carbonato de calcio fijado en la piel con una sal neutra, con lo que se elimina de la carnaza todo el contenido de calcio el cual será retirado en el agua residual, además se tiene en cuenta que la reacción de carbonatación de los azúcares que son parte de la melaza no será viable ya que el proceso se realiza a condiciones de temperaturas que no son las adecuadas para que se dé la reacción anteriormente mencionado.

El bisulfito de calcio es un compuesto insoluble por lo que se depositara en el agua residual, con estos detalles y conociendo algunos de los valores por la parte experimental, el balance de materia para esta etapa se muestra en la ecuación 2-3.

$$E_{cl} + E_{sc} + G_{Ca(HSO_3)} = S_{ww} + S_{cd} \quad Ec\ 2 - 3.$$

Donde:

$E_{cl}$ : Entrada de carnaza limpia, Kg.

$E_{sc}$ : Entrada de solución de bisulfito de sodio, Kg.

$G$ : Generación de carbonato de calcio, Kg.

$S_{ww}$ : Salida de agua residual, Kg.

$S_{cd}$ : Salida de carnaza descalcada, Kg.

Además que se plantea un balance por componentes del calcio, que es el elemento que se está eliminando de la piel y generando como componente principal del agua residual, el balance de materia para este componente se muestra en la ecuación 3-3.

$$X_1 E_{cl} + X_2 G_{Ca} = X_3 S_{ww} \quad Ec 3 - 3.$$

Donde:

X1: Composición de calcio en la carnaza limpia, Kg/Kg

X2: Composición de calcio generado, Kg/Kg

X3: Composición de calcio en el agua residual, Kg/Kg

Para calcular  $X_1$  se tiene:

$$X_1 = 122.66 \frac{mg}{100 g piel} * 2964 g Piel * \frac{1 kg}{1000000 mg} * 100$$

$$X_1 = 0.36 \frac{Kg}{Kg}$$

Para calcular  $X_2$  se toma en cuenta primero el reactivo límite de la ecuación química balanceada que se muestra en la figura 1-3.

$$\text{Bisulfito de sodio} = \frac{59.28}{104.061} = 0.56 \text{ Menor (reactivo limitante)}$$

$$\text{Hidroxido de calcio} = \frac{1972.57}{74.09} = 26.62 \text{ Mayor (reactivo en exceso)}$$

El reactivo limitante es el bisulfito de sodio, con lo que la cantidad de producto generado se hará en base a este reactivo, de acuerdo con esto la cantidad de bisulfito de calcio generada es igual a:

$$G_{Ca(HSO_3)} = \frac{m Na(HSO_3)}{2}$$

$$G_{Ca(HSO_3)} = 29.64 g$$

Con esto se procede a calcular el porcentaje de calcio generado por la reacción de los sustratos de acuerdo a la ecuación.

$$X_2 = \frac{mG_{Ca(HSO_3)} * PMCa}{mG_{Ca(HSO_3)} * PMCa(HSO_3)}$$

$$X_2 = 0.19 \frac{Kg}{Kg}$$

Reemplazando estos valores en la ecuación 2-3, se tiene:

$$2.964 + 0.36 + 0.03 = S_{ww} + 2.477$$

$$S_{ww} = 0.877 Kg$$

Para conocer el porcentaje de carbonato de calcio en el agua residual se reemplaza en la ecuación 3-3.

$$0.36(2.964) + 0.19 * (0.03) = X_3(0.0877)$$

$$X_3 = 0.12$$

Con estos datos se calcula la cantidad de agente descalcado aprovechado en el proceso, de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$Rendimiento = \frac{Salida}{Entrada} * 100$$

$$Rendimiento = \frac{0.1}{0.126} * 100$$

$$Rendimiento = 79.36\%$$

### **Cortado**

El cortado se realizó de manera manual, con lo que se utilizó cuchillos permitiendo reducir el tamaño para aprovechar la energía en la etapa del secado aumentando el rendimiento del proceso, por lo que para esta operación se calculó la cantidad de residuos generados de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$E_{cd} = S_{cc} + S_{ds}$$

Donde:

$E_{cd}$ : Entrada de carnaza desencalada, kg.

$S_{cc}$ : Salida de Carnaza Cortada, kg.

$S_{ds}$ : Salida de residuos sólidos, kg.

$$S_{ds} = 2.964 - 2.764$$

$$S_{ds} = 0.2 \text{ Kg}$$

Calculando el rendimiento de la etapa de cortado se tiene:

$$\text{Rendimiento} = \frac{2.764}{2.964} * 100$$

$$\text{Rendimiento} = 93.25\%$$

### **Blanqueado**

Esta operación unitaria se realizó para lograr remover impurezas que afectan el color del producto final, para esto se utilizó agua oxigenada que produce la oxidación de las impurezas y la eliminan de la piel fijada, este no es un proceso reactivo por lo cual el balance de masa es igual a:

$$E_{pc} + E_{sa} = S_{pb} + S_{ww}$$

Donde:

$E_{pc}$ : Entrada de piel cortada, Kg.

$E_{sa}$ : Entrada de solución de agua oxigenada, Kg.

$S_{pb}$ : Salida de piel blanqueada, Kg.

$S_{ww}$ : Salida de agua residual, Kg.

$$2.764 + 2.764 = 2.500 + S_{ww}$$

$$S_{ww} = 3.0 \text{ Kg}$$

De acuerdo con esto el rendimiento del proceso será igual:

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Salida}}{\text{Entrada}} * 100$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{2.500}{2.764} * 100$$

$$\text{Rendimiento} = 90.44\%$$

### **Moldeado**

El moldeado se realizó de manera manual, con lo que se utilizó moldes y utensilios de corte permitiendo dar una apariencia más familiar para que las mascotas sientan mayor preferencia para consumir este alimento, por lo que para esta operación se calculó la cantidad de residuos generados de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$E_{pb} = S_{pm} + S_{sw}$$

Donde:

$E_{pb}$ : Entrada de piel blanqueada, Kg.

$S_{pm}$ : Salida de piel moldeada, Kg.

$S_{sw}$ : Salida de residuos sólidos, Kg.

$$S_{sw} = 2.500 - 2.477$$

$$S_{sw} = 0.023$$

De acuerdo con esto el rendimiento del proceso será igual:

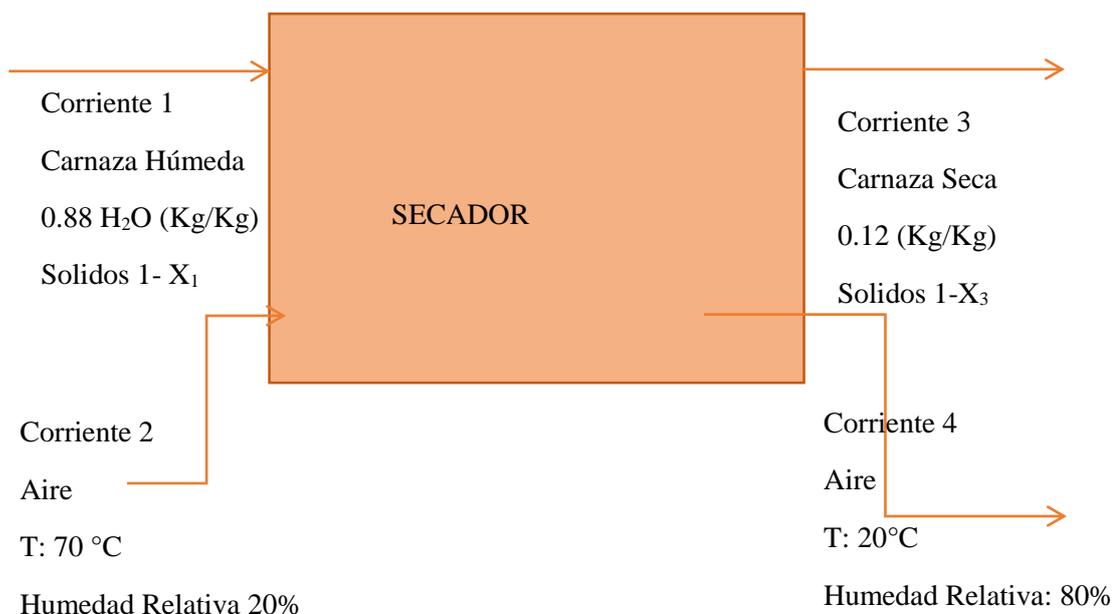
$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Salida}}{\text{Entrada}} * 100$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{2.477}{2.5} * 100$$

$$\text{Rendimiento} = 99\%$$

### Secado

El secado se realizó para poder asegurar la calidad microbiológica del alimento, por lo cual es necesario que el alimento quede con el contenido de humedad más bajo evitando sobregasto energético que disminuirá la rentabilidad económica del proceso, en la figura 8-3 se muestran las corrientes que se alimentan y salen del proceso de secado.



**Figura 6-3:** Diagrama en la operación de secado para la obtención de alimento para mascotas.  
Realizado por: María Abarca, 2018.

Para realizar el balance de masa, se tiene que considerar un balance general y un balance para el componente agua que es el factor que controlará la etapa de secado además de un balance para los sólidos, estos balances se detallan en las ecuaciones 4-3, 5-3 y 6-3, logrando con esto interpretar cuanta cantidad de materia se obtiene al final de esta etapa y que tanto se asegura la eliminación del agua libre para determinar la calidad microbiológica del mismo.

$$C_1 + C_2 = C_3 + C_4 \quad Ec \quad 4 - 3$$

$$X_1 C_1 + X_2 M_a = X_3 C_3 + X_4 M_a \quad Ec. 5 - 3$$

$$(1 - X_1) C_1 = (1 - X_3) C_3 \quad Ec. 6 - 3$$

Además, se tiene el balance de masa para el componente aire:

$$M_{aire+w} = M_{aire} + M_{aire} X_{agua}$$

$$C_2 = M_{aire} + M_{aire} X_2$$

$$C_4 = M_{aire} + M_{aire} X_4$$

Para calcular el porcentaje de humedad de aire que entra y que sale del secador de bandejas, es necesario determinar mediante una carta psicométrica de humedad (revisar Anexo B), de acuerdo con esto el contenido de humedad es igual a 0.015 (kg de vapor/kg de aire) y 0.020 (kg de vapor/kg de aire), reemplazando los valores en las ecuaciones anteriormente citadas se tiene:

$$(0.88)(2.477) + M_{aire}(0.015) = M_{aire}(0.020) + (0.12 * 1.646)$$

$$M_{aire} = 396.448 \text{ Kg}$$

$$C_2 = 396.448 + 396.448(0.015)$$

$$C_2 = 402.39 \text{ Kg}$$

$$C_4 = 396.448 + 396.448(0.020)$$

$$C_4 = 404.38 \text{ Kg}$$

De acuerdo con esto el rendimiento del proceso será igual:

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Salida}}{\text{Entrada}} * 100$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{1.646}{2.477} * 100$$

$$\text{Rendimiento} = 66.58\%$$

En la figura 9-3, se muestra el balance general del proceso para obtener alimento balanceado a partir de los residuos del descarnado generados en la curtiembre “EL AL-CE” de acuerdo con esto se describe los flujos de salida e ingreso a cada operación unitaria.

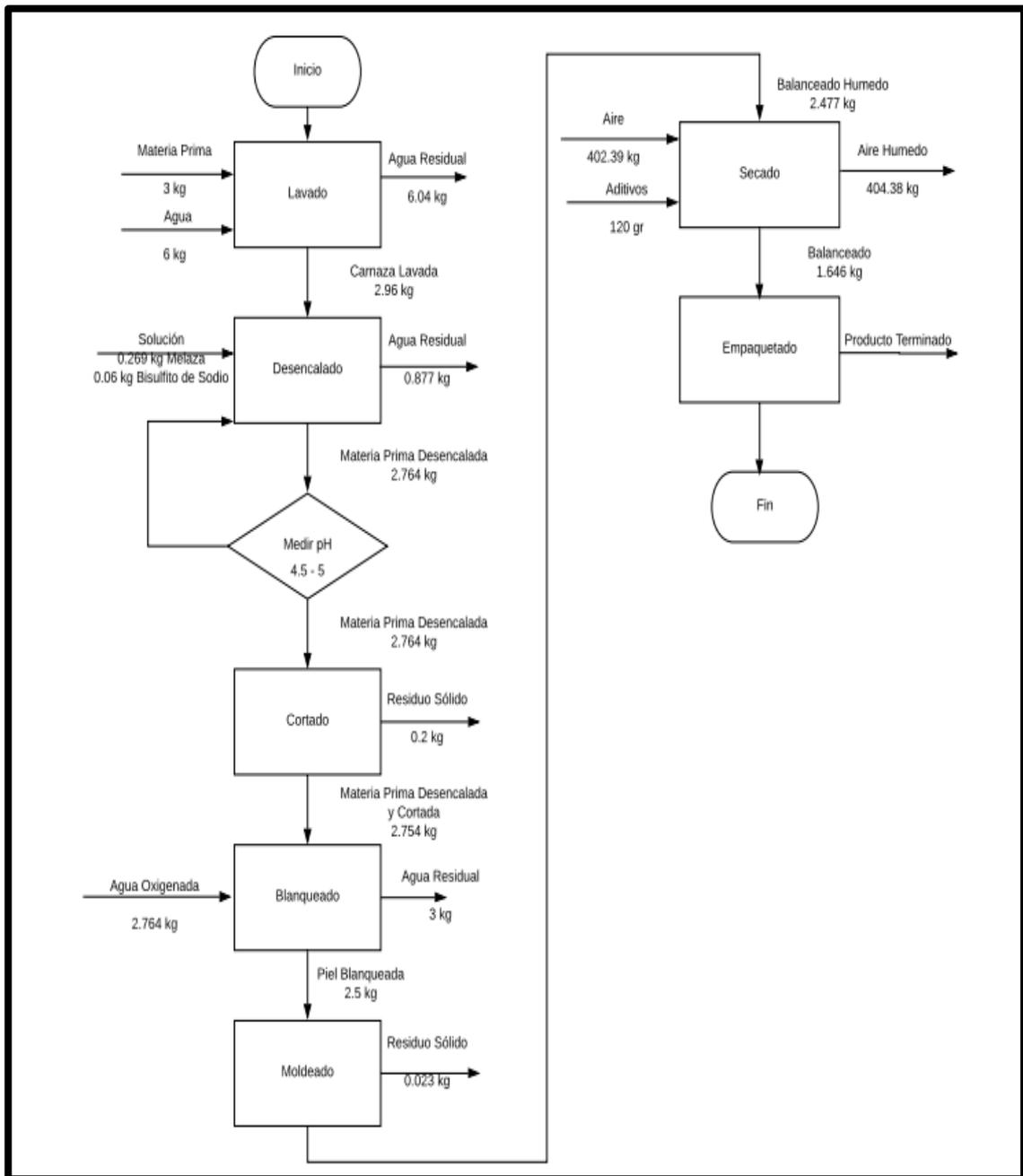
De acuerdo al diagrama de flujo, se calcula el rendimiento global del proceso tomando en cuenta la cantidad de residuos alimentados al proceso, la cantidad de sustancias químicas adicionadas y la salida de balanceado seco, con esto se podrá determinar si es un proceso viable industrialmente, para poder diseñar los equipos de acuerdo a la cantidad de residuos generados por la curtiembre “EL AL-CE”. El rendimiento se calcula de acuerdo a la siguiente formula:

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Salida de producto terminado}}{\text{Entrada de sustancias}} * 100$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{1.646}{3.716} * 100$$

$$\text{Rendimiento} = 44.30\%$$

Los residuos que se recogen no tienen ningún valor comercial, no pueden ser reintroducidos en el proceso de curtido y generan daños ambientales, lograr recuperarlos en 44.30% y dar un valor adicional a estos residuos permite que sea una tecnología rentable si se consigue un mercado en donde se pueda comercializar el alimento balanceado, ya que según los datos por cada kilogramo de carnaza se aprovechara 0.44 kg.



**Figura 7-3:** Balance global para la obtención del producto final.

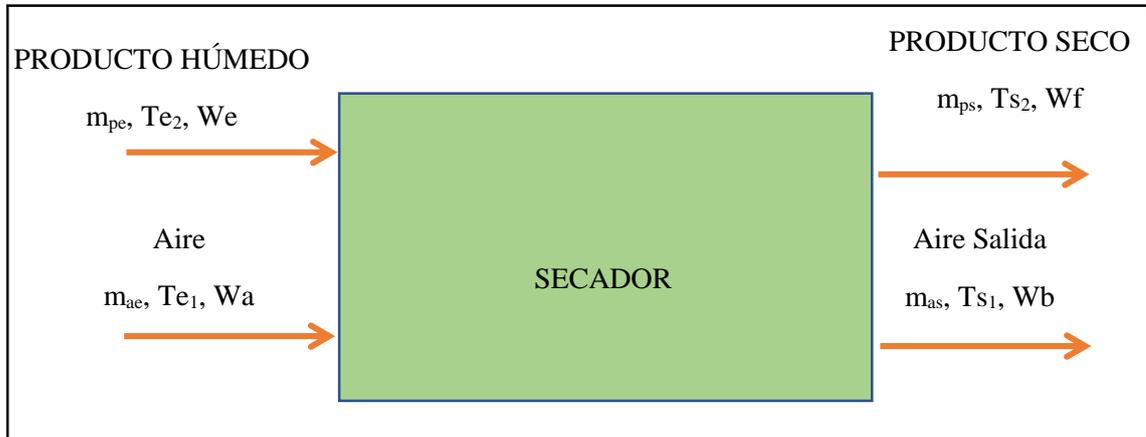
Realizado por: María Abarca, 2018.

### 3.2.6.2. Balance de energía

#### Secado

El único proceso donde existió transferencia de calor entre la materia prima y el producto es en el secado, ya que el aire caliente que ingreso a la cámara de secado intercambio calor en la humedad presente en el alimento permitiendo eliminar la misma y el aire disminuyó su temperatura y aumento su humedad, en las demás operaciones solo se realizó por el efecto

mecánico del bombo sin interacción de energía, en la figura 10-3 se describe el diagrama de operación para el balance de energía en el secador.



**Figura 8-3:** Diagrama de procesos para el balance de energía en el secador para obtener balanceado.

Elaborado por: María Abarca, 2018.

Donde:

$m_{ae}$ : Masa de entrada de aire, Kg

$T_{e1}$ : Temperatura de entrada de aire, °C

$W_a$ : Porcentaje de humedad en el aire, Kg de agua/kg de aire seco

$m_{pe}$ : Masa del producto a la entrada, Kg

$T_{e2}$ : Temperatura de Entrada del producto, °C

$W_b$ : Contenido de humedad del producto húmedo, Kg de agua/Kg de producto seco

$m_{as}$ : Masa de salida de aire, Kg

$T_{s2}$ : Temperatura de salida de aire, °C

$W_b$ : Porcentaje de humedad en el aire a la salida, Kg de agua/kg de aire seco

$m_{ps}$ : Masa del producto a la salida, Kg

$T_{s1}$ : Temperatura de salida del producto, °C

$W_f$ : Contenido de humedad del producto seco, Kg de agua/Kg de producto seco

Conociendo las variables de entrada y salida al proceso, además conociendo que el equipo trabaja en un régimen tipo batch (se cargó y descargó el producto) y no fue un sistema adiabático, el balance de energía se detalla en la ecuación 10-3.

$$m_a H_{a1} + m_s H_{s1} = m_a H_{a2} + m_s H_{s2} + q \quad Ec 7 - 3.$$

Como ecuaciones adicionales se detallan:

$$H_a = 1.005 T_a + W(2500.5 + 1.884T_a)$$

Siendo W la humedad relativa del aire y Ta la temperatura del aire

$$H_s = C_p T_s + w C_{pw} T_s$$

Siendo Cps la capacidad calorífica del sólido, w la humedad del sólido y Ts la temperatura del sólido, conociendo que según estudios de (Siebel, 2012, pp. 444-453) quien estudio la piel animal obtuvo valores de Cp para un rango de temperatura entre 0-100°C iguales a 3.2-3.9 KJ/Kg K; por lo que el presente balance se escogerá una media entre los dos valores, siendo la capacidad calorífica para el producto igual a 3.55 KJ/Kg K, reemplazando los valores en la ecuación 7-3, el calor necesario para la remoción de humedad fue igual a:

$$\begin{aligned} & 402.39(1.005(343) + 0.80(2500.5 + 1.884(343))) + 2.447((3.55 * 288) + 0.88 * (4186 \\ & \quad * 288)) \\ & = 404.38(1.005(293) + 0.12(2500.5 + 1.884(293))) + 1.57((3.55 * 303) \\ & \quad + 0.12 * (4186 * 303)) + q \end{aligned}$$

$$q = 310.79 \text{ KJ}$$

Para producir el secado de la materia prima partiendo de un 88% de humedad hasta un 12% que es lo que indica la norma NTE-INEN 540, serán necesarios 310.79 KJ tomando en cuenta una alimentación al proceso de 2.5 Kg.

### 3.2.7. Dimensionamiento de equipos

#### **Bombo de lavado y descalcado**

El primer equipo diseñado para la producción de balanceado es el bombo de lavado, en este se introducirán los residuos generados en la etapa de pelambre y dividido, agua y se girarán hasta verificar que no haya impurezas, el material elegido será madera ya que es el más barato y no disminuye sus características por los componentes que pueda tener la piel, este girara con un motor neumático y operara a una velocidad constante para que pueda realizar el efecto mecánico.

- **Capacidad Máxima**

$$M_t = M_p + M_{H_2O}$$

Donde:

Mt: Masa total de carga, Kg.

Mp: Masa de las pieles, Kg.

M<sub>H2O</sub>: Masa de agua, Kg.

$$M_t = 2500 + 5000$$

$$M_t = 7500 \text{ Kg}$$

- **Capacidad Volumétrica del bombo**

$$V_t = V_p + V_{H_2O} + V_s$$

Donde:

Vt: Volumen total de carga, m<sup>3</sup>.

Vp: Volumen de las pieles, m<sup>3</sup>.

V<sub>H2O</sub>: Volumen de agua, m<sup>3</sup>.

- **Volumen de la piel**

$$V_p = \frac{m_p}{\rho_p}$$

$$V_p = \frac{2500}{977}$$

$$V_p = 2.56 \text{ m}^3$$

- **Volumen de Agua**

$$V_w = \frac{m_w}{\rho_w}$$

$$V_w = \frac{5000}{1000}$$

$$V_w = 5 \text{ m}^3$$

➤ **Volumen de seguridad**

$$V_s = \frac{20}{100} * (V_p + V_s)$$

$$V_s = \frac{20}{100} * (5 + 2.56)$$

$$V_s = 1.51 \text{ m}^3$$

$$V_t = 5 + 2.56 + 1.51$$

$$V_t = 9 \text{ m}^3$$

• **Altura del bombo**

Respetando las normas de diseño de equipos, es necesario que la altura del tanque sea  $\frac{3}{4}$  del diámetro del mismo, de acuerdo con esto se procede a calcular las dimensiones del bombo.

$$V_b = \pi r^2 h$$

$$V_b = \pi * \left(\frac{2}{3}\right) h^3$$

$$h = \sqrt[3]{\frac{9 * 9}{4\pi}}$$

$$h = 1.84 \text{ m}$$

• **Radio del bombo**

$$R = \frac{2}{3} h$$

$$R = \frac{2}{3} (1.84)$$

$$R = 1.23 \text{ m}$$

• **Altura de las bases del bombo**

Para que el bombo pueda realizar su movimiento normal, es necesario que tenga un espacio entre el lugar que este ubicado y el suelo, por lo que mínimo el bombo debe estar sobre un 20% del total de altura estas bases serán construidas de acero inoxidable y tendrán forma triangular, por lo que para las bases del bombo se tiene que:

$$h_{bb} = 0.2h_b$$

$$h_{bb} = 0.2 * 1.84$$

$$h_{bb} = 0.368 \text{ m}$$

- **Peso de la estructura del bombo**

$$P_b = V_e * \rho$$

$$P_b = 9 * 400$$

$$P_b = 3600 \text{ Kg}$$

- **Peso del bombo con carga**

$$P_{bc} = P_b + M_t$$

$$P_{bc} = 7500 + 3600$$

$$P_{bc} = 11100 \text{ Kg}$$

- **Cálculo de la velocidad de giro con el bombo vacío**

$$v_{giro} = \left( \frac{42,4}{\sqrt{D_b}} \right) * A_v$$

Donde:

$D_b$ : Diámetro del bombo, m.

$A_v$ : Aprovechamiento de la velocidad, %. (Se requiere un máximo aprovechamiento de la velocidad por lo que este porcentaje es igual a 90%).

$$v_{giro} = \left( \frac{42,4}{\sqrt{2,46}} \right) * 0,99$$

$$v_{giro} = 24,32 \text{ rpm}$$

- **Cálculo de la velocidad de giro con el bombo cargado**

$$rpm_{ebc} = \left( \frac{42,4}{\sqrt{D_b}} \right) * \sqrt{2 \sqrt{\frac{P_t}{\pi * h_b}}}$$

Donde:

$D_b$ : Diámetro del bombo, m.

$P_t$ : Peso total del bombo, kg.

$h_b$ : Longitud del bombo, m.

$$rpm_{ebc} = \left( \frac{42,4}{\sqrt{2,46}} \right) * \sqrt{2 \sqrt{\frac{11100}{\pi * 1,84}}}$$

$$rpm_{ebc} = 206,92 \text{ rpm}$$

- **Cálculo de la potencia de diseño**

$$P_d = \frac{n * K_s}{973,8}$$

Donde:

$P_m$ : Potencia del motor

$K_s$ : Factor de corrección de acuerdo a la tabla que se muestra en el anexo C.

$$P_d = \frac{206.92 * 1.1}{973.8}$$

$$P_d = \frac{206.92 * 1.1}{973.8}$$

$$P_d = 0.25 \text{ Hp}$$

- **Calculo del diámetro de la polea menor**

$$d = D * i$$

Donde:

d: Diámetro menor, m

D: Diámetro mayor, m

i: Relación de transmisión

$$d = D * \frac{w1}{w2}$$

$$d = \frac{24.36}{206.96} * 0.07$$

$$d = 0.008 \text{ m}$$

- **Longitud de la correa en V**

$$L = 1.57(D + d) + 2 + \frac{(D - d)^2}{4}$$

$$L = 1.57(0.07 + 0.008) + 0.2 + \frac{(0.07 - 0.008)^2}{4}$$

$$L = 0.32 \text{ m}$$

- **Velocidad Tangencial**

$$V = \frac{D * \pi * n}{60}$$

Donde:

n: Velocidad angular, rpm.

$$V = \frac{0.07 * \pi * 206.96}{60}$$

$$V = 0.76 \frac{m}{s}$$

- **Distancia entre centros de la polea**

$$H = \frac{L}{4} - 0.3925(D - d)$$

$$H = \frac{0.32}{4} - 0.3925(0.07 - 0.008)$$

$$H = 0.05 \text{ m}$$

- **Arco de contacto entre la polea y correa**

$$\varphi = 180 - \frac{60(D - d)}{H + \sqrt{H^2 - \frac{(D - d)^2}{8}}}$$

$$\varphi = 180 - \frac{60(0.07 - 0.008)}{0.05 + \sqrt{0.05^2 - \frac{(0.07 - 0.008)^2}{8}}}$$

$$\varphi = 140.81^\circ$$

- **Frecuencia de Flexiones**

$$F = \frac{v * Z * 1000}{L}$$

Donde:

Z: Número de poleas, unidades

$$F = \frac{0.76 * 2 * 1000}{0.32}$$

$$F = 4750 \text{ flexiones por minuto}$$

- **Esfuerzo Tangencial**

$$E = \frac{75 * P_d}{v}$$

$$E = \frac{75 * 0.25}{0.76}$$

$$E = 25.69 \text{ Kg} - f$$

- **Par**

$$Md = \frac{716.2 * P_d}{n}$$

$$Md = \frac{716.2 * 0.25}{206.96}$$

$$Md = 0.87$$

- **Potencia a transmitir**

$$N = \frac{E * v}{75}$$

$$N = \frac{25.69 * 0.76}{75}$$

$$N = 0.22 \text{ Hp}$$

- **Eficiencia**

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Potencia a transmitir}}{\text{Potencia de diseño}} * 100$$

$$\text{Eficiencia} = \frac{0.22}{0.25} * 100$$

$$\text{Eficiencia} = 88\%$$

### Tanque agitado para el blanqueado

- **Calculo del volumen**

$$V_{\text{tanque}} = \frac{m_{\text{piel}}}{\rho_{\text{piel}}} + \frac{m_{\text{agua}}}{\rho_{\text{agua}}} + \frac{m_{\text{solucion oxigenada}}}{\rho_{\text{solucion oxigenada}}}$$

$$V_{\text{tanque}} = \frac{2036}{977} + \frac{1708}{998} + \frac{190}{1045}$$

$$V_{\text{tanque}} = 3.98 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{tanque}} = V * F_s$$

$$V_{\text{tanque}} = 3.98 * 1.2$$

$$V_{\text{tanque}} = 4.77 \text{ m}^3$$

De acuerdo a datos bibliográficos (Smith, 2005, pp 45) la relación que debe existir para tanque de mezclado debe ser igual a:

$$D = \frac{2}{3}H \quad (1)$$

De la ecuación para el cálculo del volumen se tiene:

$$V_{tanque} = \pi * \frac{D^2}{4} * H \quad (2)$$

Remplazando la ecuación (1) en (2) se tiene que:

$$V_{tanque} = \pi * \frac{9H^2}{16} * H$$

$$V_{tanque} = \frac{9\pi H^3}{16}$$

$$\sqrt[3]{4.77 * \frac{16}{9\pi}} = H$$

$$H = 1.3 \text{ m}$$

$$D = \frac{2}{3}(1.3)$$

$$D = 0.93 \text{ m}$$

Para líquidos que necesiten mezcla lenta se sugiere un tanque de agitado de 4 paletas, sin la necesidad de deflectores.

- **Calculo del Diámetro de las paletas**

$$D_a = \frac{1}{3}D_t$$

$$D_a = \frac{0.93}{3}$$

$$D_a = 0.31 \text{ m}$$

- **Calculo de la altura mínima de las paletas con relación al piso del tanque**

$$\frac{E}{D_a} = 1$$

$$E = 0.31 \text{ m}$$

- **Calculo de la altura de las paletas**

$$\frac{W}{D_a} = \frac{1}{5}$$

$$W = \frac{D_a}{5}$$

$$W = 0.062 \text{ m}$$

- **Calculo del ancho de las paletas**

$$\frac{L}{D_a} = \frac{1}{4}$$

$$L = \frac{0.31}{4}$$

$$L = 0.08 \text{ m}$$

- **Calculo del número de flujo**

$$q = 0.92 n D_a^3 \frac{D_t}{D_a}$$

Para una relación típica  $\frac{D_t}{D_a} = 3, q = 2.76 n D_a^3$

$$\frac{D_t}{D_a} = \frac{0.93}{0.31}$$

$$\frac{D_t}{D_a} = 3$$

$$q = 2.76(206.96 \text{ rpm})(0.31 \text{ m})^3$$

$$q = 17.06 \text{ rpm} \cdot \text{m}^3$$

h) Calculo del número de Reynolds

$$N_{RE} = \frac{n D_a^2 \rho}{\mu}$$

$$N_{RE} = \frac{206.96 \frac{\text{rev}}{\text{min}} * \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} \cdot 0.312^2 \cdot 1003}{1.975}$$

$$N_{RE} = 170.57$$

El flujo está en estado laminar para lo cual el número de potencia será igual a:

$$N_p = \frac{P g_c}{\rho n^3 D_a^5}$$

De donde  $N_p$  se calcula en la figura que se muestra en el anexo D, para un número de Reynolds aproximado de 170.

De la curva para cuatro palas como es el caso de la presente investigación el  $N_p$  es igual a 5.75

$$2.80 = \frac{P \cdot gc}{\rho n^3 D_a^5}$$

$$P = \frac{2.80 * \rho * n^3 * D_a^5}{Eficiencia * gc} * FS$$

$$P = \frac{2.80 * 1002 * (0.5)^3 * (0.31)^5}{0.7 * 98} * 1.35$$

$$P = 0.20 Hp$$

### **Bandas transportadoras del mezclador hacia la mesa de cortado**

- **Condiciones de operación**

**Tabla 17-3:** Condiciones de operación para el transporte de los residuos blanqueados para la producción de alimento balanceado

<b>CARACTERÍSTICA</b>	<b>PARÁMETRO</b>
Angulo de inclinación	0-10° para piezas uniformes con partículas redondas, que pueden ser muy húmedas o muy secas.
Peso máximo recomendado	60 Lb/ft para materiales similares al cuero o a la piel
Ancho de la banda transportadora	24 pulgadas (ver anexo E)
Velocidad de la banda recomendada	150 rpm
Área de la sección transversal	0.135 ft <sup>2</sup>
Capacidad de carga de acuerdo a las características del material	Para materiales homogéneos la banda debe estar a un máximo de 80% lleno

Fuente: (Kulinowski, 2015)

- **Capacidad del transportador**

$$Q = 3600VA\gamma\phi$$

Donde:

V: Velocidad de la banda, rpm

A: Area de la sección transversal de la banda, ft<sup>2</sup>

$\gamma$ : Peso Específico, lb/ft<sup>3</sup>

$\phi$ : Capacidad de carga, %

$$Q = 3600(150)(0.135)(60.99)(0.80)$$

$$Q = 1613.4 \frac{Tn}{h}$$

- **Diámetro de la banda**

$$D = \frac{B}{\pi + \frac{1}{3}}$$

Donde:

B: Ancho de la banda, pulgadas.

$$D = \frac{24}{\pi + \frac{1}{3}}$$

$$D = 6.91 \text{ pulgadas}$$

- **Tensión Soportada por la banda**

- ✓ **Factor de fricción de los rodillos**

$$K_x = 0.00068 \left( \frac{33.3Q}{V} + W_m \right) + \frac{A_i}{S_i}$$

Donde:

K<sub>x</sub>: Factor de fricción de los rodillos, lb/ft

V: Velocidad de la banda, lb/ft

W<sub>m</sub>: Peso del producto transportado, lb/ft. Ver tabla 11-3.

A<sub>i</sub>: Tensión necesaria para rotar los rodillos, ft, ver tabla 12-3.

S<sub>i</sub>: Separación entre los rodillos, ft.

$$K_x = 0.0068 * \left( \frac{33.3(1613.4)}{150} + 4.5 \right) * \frac{6.2}{2}$$

$$K_x = 7.64 \frac{lb}{ft}$$

**Tabla 18-3:** Peso de la banda de acuerdo a las características de operación

Ancho de la banda en pulgadas	Peso específico del material, lb/ft <sup>3</sup>		
	30-74	75-129	130-200
18	3.5	4.0	4.5
24	4.5	5.5	6.0
30	6.0	7.0	8.0

Fuente: (Kulinowski, 2015).

**Tabla 19-3:** Factor de la tensión para rotar los rodillos en bandas de caucho.

Diámetro del transportado, pulgadas	Lado de Carga	Lado de retorno			
6	6.2	6.2	4.1	3.4	2.8
8	6.2	6.2	4.1	3.4	2.8
10	4.5	4.5	3.0	2.5	2.0

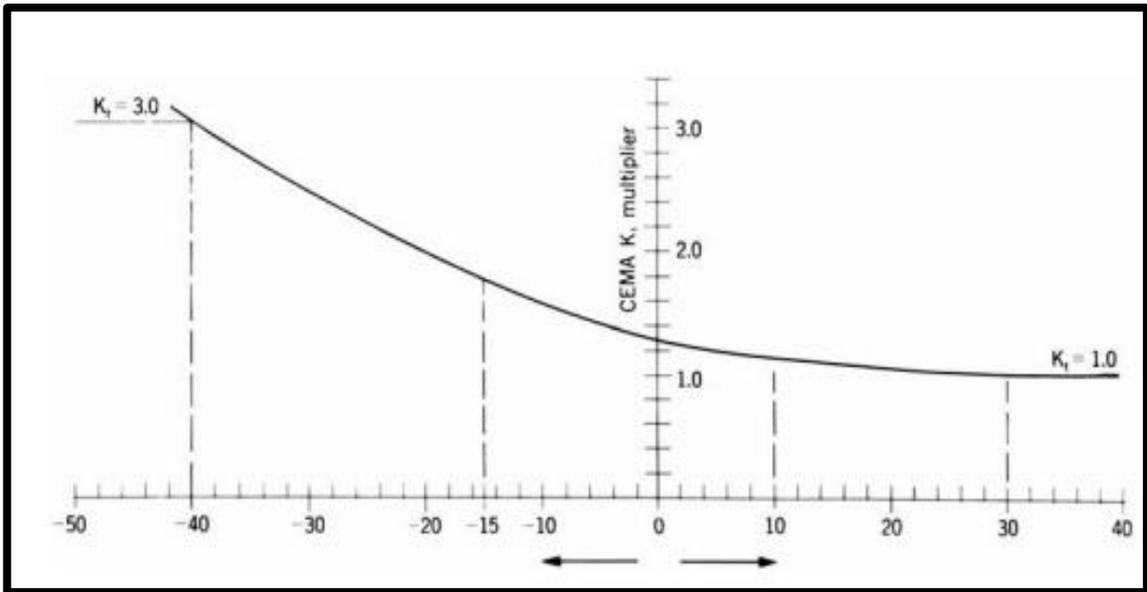
Fuente: (Kulinowski, 2015).

✓ **Factor de Fricción de la banda**

Según los datos de diseño del autor (Kulinowski, 2015, pp. 10), este valor debe estar comprendido entre 0.016 y 0.035, usando la media 0.025 lb/ft para que los cálculos ayuden a aumentar el rendimiento del equipo, ya que no existirá pérdidas de tensión excesivas evitando una mayor potencia del motor.

✓ **Factor de corrección de la temperatura**

Revisar figura 5-3, teniendo en cuenta una temperatura ambiental igual a 15.5°C, que corresponde a las condiciones ambientales del cantón Guano, lugar donde se encuentra instalada la curtiembre “EL AL-CE”, de acuerdo a estos datos experimentales el valor será igual a 1.2 lb/ft.



**Figura 9-3:** Tensión ocasionada por la temperatura ambiental en un rango de temperatura de -50 a 40°C.

Fuente: (Kulinowski, 2015).

- **Fricción en las secciones curvas**

$$F = 2T \text{Sen}\left(\frac{\gamma}{2}\right)$$

Donde

T: Factor de fricción de la banda, lb/ft

$\gamma$ : Ángulo formado entre la polea y la banda, °.

$$F = 2(0.025) \text{Sen}\left(\frac{10}{2}\right)$$

$$F = 2(0.025) \text{Sen}\left(\frac{10}{2}\right)$$

$$F = 0.05 \frac{lb}{ft}$$

- **Tensión Efectiva**

$$T_e = L * K_t(K_x + K_y W_b) + W_m(LK_y + H) + C_f$$

Donde:

Te: Tension Efectiva, lb. Revisar tabla 13-3.

L: Longitud de la sección del transportador, ft

H: Distancia vertical para elevar el transportador o bajar el producto transportado, ft

Kt: Factor de corrección de temperatura

Kx: Factor de fricción de los rodillos

Wb: Peso de la banda, lb/ft

Wm: Peso del producto transportado, lb/ft

Ky; Factor de flexión de la banda, lb/ft

Cf: Perdidas por transformación de la banda, revisar tabla 14-3.

$$T_e = L * K_t(K_x + K_y W_b) + W_m(LK_y + H) + C_f$$

**Tabla 20-3:** Longitud de las secciones transversales de la banda para diferentes materiales de construcción

Material de la banda	Diámetro nominal		Radio de la curva aproximada				Longitud de la banda
	In	Mm	<25°	25 a 50°	50 a 75°	75 a 100°	
Nylon	6-12	150-300	300d	400d	500d	600d	25 d
Caucho	6-12	350-500	500d	600d	700d	800d	40 d

Fuente: (Kulinowski, 2015).

**Tabla 21-3:** Tensión de la banda de acuerdo a las diferentes curvaturas

Tensión en secciones curvas $C_f$ (15-20°C)									
Angulo de contacto	Tensión de la banda (lb)								
	1000	2000	5000	8000	10000	15000	20000	25000	30000
5	-	-	-	-	14	22	29	36	44
10	-	-	15	23	29	44	58	73	87

Fuente: (Kulinowski, 2015).

$$T_e = (40 * 6.91) * (7.64 + 0.05(1613.4)) + 4.5((40 * 6.91)0.05 + 2) + 15$$

$$T_e = 24495.074 \text{ lb}$$

- **Potencia necesaria**

$$P = \frac{T_e * V}{3300000 * \eta}$$

Donde:

$\eta$ : Eficiencia, para las características de la banda se tendrá una eficiencia del 94%.

$$P = \frac{24495.074 * 150}{3300000 * 0.94}$$

$$P = 1.2 \text{ Hp}$$

### Mesa de cortado

En los sistemas modernos de trabajo, es necesario atender las condiciones ergonómicas de los puestos e instrumentos de trabajo, para reducir daños en la salud de los trabajadores y aumentar la eficiencia en la producción, es por eso que en la figura 6-3 se muestra las condiciones de trabajo optimas expuestas por el instituto nacional español de seguridad de higiene, como datos adicionales debe tener las mesas un ancho mínimo de 1.5 m y un largo máximo de 0.80 m.



**Figura 10-3:** Altura del plano de trabajo para puestos de trabajo sentado (cotas en mm).

Fuente: (Chavarria, 2016)

- **Volumen de la mesa**

$$Volumen = b * h * a * Fs$$

Donde:

b: Ancho de la mesa, m.

h: Altura de la mesa, m.

a: largo de la mesa, m.

$$Volumen = 0.8 * 1.5 * 1.1 * 1.2$$

$$Volumen = 1.60 \text{ m}^3$$

- **Calculo del volumen ocupado por las pieles blanqueadas**

$$V = \frac{m}{\delta}$$

$$V = \frac{2036}{977}$$

$$V = 2.08 \text{ m}^3$$

- **Calculo del número de mesas**

$$\#mesas = \frac{V \text{ carga}}{V \text{ mesa}}$$

$$\#mesas = \frac{2.08}{1.60}$$

$$\#mesas = 1.32$$

Aproximando se necesitarán dos mesas con las características calculadas para procesar todos los residuos blanqueados.

## Secador de bandejas

- **Humedad Inicial del producto**

$$X_i = \frac{X_i}{1 - X_i}$$

$$X_i = \frac{0.88}{1 - 0.88}$$

$$X_i = 7.33 \frac{kg H_2O}{kg \text{ de materia seca}}$$

- **Humedad después del secado**

$$X_f = \frac{X_f}{1 - X_f}$$

$$X_f = \frac{0.12}{1 - 0.12}$$

$$X_f = 0.13 \frac{kg H_2O}{kg \text{ de materia seca}}$$

- **Masa de agua eliminada**

$$Agua_{eliminada} = X_i - X_f$$

$$Agua_{eliminada} = 7.33 - 0.13$$

$$Agua_{eliminada} = 7.20 \frac{kg H_2O}{kg \text{ de materia seca}}$$

- **Área de las bandejas**

Según el autor (Smith, 2012), las bandejas para lograr un máximo de transferencia de calor y evitar pérdidas energéticas deben tener dimensiones máximas iguales a 750\*900 mm, conociendo que la distribución de la bandeja será rectangular, el área es igual:

$$A_b = b * a$$

$$A_b = 750 * 900$$

$$A_b = 675000 \text{ mm}^2$$

- **Cálculos del tiempo de secado**

- ✓ **Calculo del tiempo en el periodo anticrítico**

$$t = \frac{P_{\text{seco}}}{A} * \frac{X_i - X_c}{W_c}$$

Donde:

$P_{\text{seco}}$ : Peso del material seco, g.

A: Area de secado,  $\text{cm}^2$ .

$X_i$ : Humedad Inicial, g/g.

$X_c$ : Humedad en el tiempo anticrítico, min.

$$t = \frac{1700 * (1 - 0.88)}{6750} * \frac{0.88 - 0.03}{0.007}$$

$$t = 0.52 \text{ min}$$

- ✓ **Calculo del tiempo en el periodo post-crítico**

$$t = \frac{P_{\text{seco}}}{A} * \frac{1}{C} * \ln \frac{X_c}{X_f}$$

Donde:

C: Velocidad post critica de secado, ver gráfico 2-1.

$$t = \frac{1700 * (1 - 0.88)}{6750} * \frac{1}{0.0009} * \ln \frac{3}{0.12}$$

$$t = 80.52 \text{ min}$$

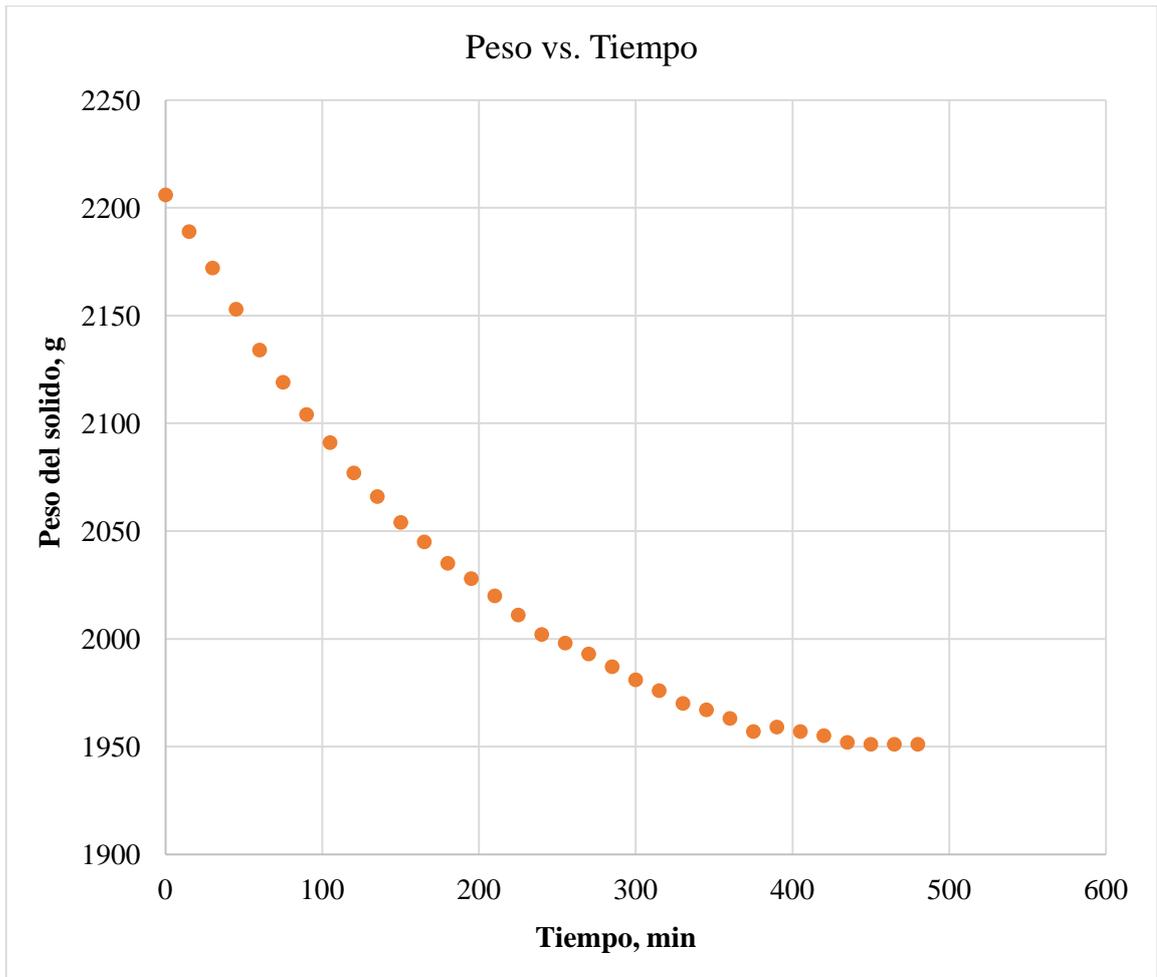
- **Tiempo Total**

$$t_t = t_1 + t_2$$

$$t_t = 85.27 \text{ min} * \frac{1 \text{ h}}{60 \text{ min}}$$

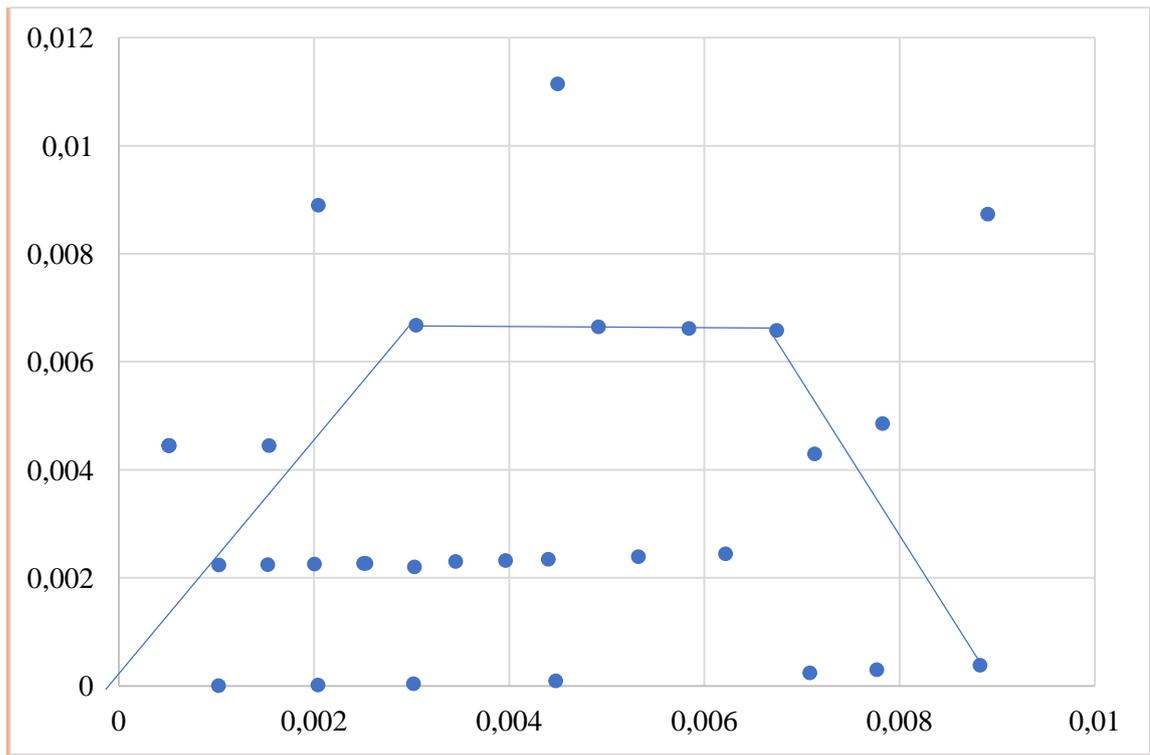
$$t_t = 1.42 \text{ h}$$

En los gráfico 4-3, se puede observar la curva de secado comparando el peso del balanceado y el tiempo de residencia en el secadero, pudiendo notar que los datos obtenidos para realizar la curva respectiva, tenían similitud, además que los valores de humedad disminuían conforme transcurría el tiempo de secado.



**Gráfico 4-3:** Curva de secado comparando el peso del balanceado y el tiempo de residencia en el secadero  
 Elaborado por: María Abarca, 2018

En la gráfica 5-3, se observa los tiempos que se tuvo dentro del secado del sólido, pudiendo definir el tiempo anticríticos y post crítico pertenecientes al sistema planteado. Además, con la interpretación de esta curva de secado se pudo calcular el tiempo total de secado dentro del proceso.



**Gráfico 5-3:** Curva de secado comparando la velocidad del secado y la humedad.  
 Elaborado por: María Abarca, 2018

- **Masa del solido seco por hora**

$$G = \frac{P_{seco}}{t_t}$$

$$G = \frac{204}{1.82}$$

$$G = 112 \frac{kg}{h}$$

- **Peso del producto después del secado**

$$P_{final} = P_{seco} + xP_{seco}$$

$$P_{final} = 204 + 0.12 * (204)$$

$$P_{final} = 228.48 g$$

- **Entrada de aire seco**

$$A_d = G * \frac{x_i - x_f}{Y_{wa} - Y_{da}}$$

Donde:

Y<sub>da</sub>: Humedad del aire seco, g/g.

Y<sub>wa</sub>: Humedad del aire Humedo, g/g

$$A_d = 112 * \frac{0.88 - 0.12}{0.020 - 0.015}$$

$$A_d = 17024 \frac{kg}{h}$$

- **Agua Retirada**

$$W = \frac{x_i - x_f * P_{seco}}{t_t}$$

$$W = \frac{(0.88 - 0.12) * (204)}{1.82}$$

$$W = 73.97 \frac{Kg}{h}$$

- **Calor Entregado al secador**

$$Q_d = A_d * h_2 - h_1 + G * h_{s2} - h_{s1} + Q_{per}$$

Donde:

h<sub>1</sub>: Entalpia de entrada del aire

h<sub>2</sub>: Entalpia de salida del aire

h<sub>s1</sub>: Entalpia de entrada del solido

$h_{s2}$ : Entalpia de salida del solido

Siendo:

$$h = C_{pa} * T + \gamma + C_{pv} * T * Y$$

Donde:

Cpa: Capacidad calorífica del aire igual a 0.24 kcal/Kg °C

Cpv: Capacidad Calorífica del vapor igual a 0.46

T: Temperatura de Operación, °C

Y: Humedad absoluta del aire, g/g

$\gamma$ : Calor Latente de cambio de fase, 597 kcal/Kg

$$h_s = C_{ps} * \Delta T + x C_{pw} * \Delta T$$

Donde:

Cps: Capacidad Calorífica del sólido, va a ser igual a 0.84 kcal/kg °C

Cpw: Capacidad Calorífica del agua, va ser igual a 1 kcal/kg °C

Considerando para un máximo de rendimiento una pérdida de calor máxima de 10% del calor ingresado al sistema.

$$Q_d = A_d * h_2 - h_1 + G * h_{s2} - h_{s1} + Q_{per}$$

$$\begin{aligned} Q_d &= 17024 * [(0.24 * 30 + 597 + 0.46 * 30 * 0.020) \\ &- (0.24 * 70 + 597 + 0.46 * 70 * 0.015)] + 112 \\ &* [(0.84 * (20 - 15) + 0.12 * (1)(20 - 15)) \\ &- (0.84 * (20 - 15) + 0.88 * 1 * (20 - 15))] + 16737.77 \end{aligned}$$

$$Q_d = 150639.95 \frac{Kcal}{h}$$

- **Selección del ventilador**

- ✓ **Tamaño de la carcasa**

$$V_{maquina} = A_b * h$$

$$\frac{m_{piel}}{\rho} = b * l * h$$

$$\frac{1700}{977} = (750 * 900)mm^2 * \frac{1 m^2}{1000^2mm^2} * h$$

$$h = 1.63 m$$

- ✓ **Número de unidades de transferencia de calor**

$$N_t = \frac{T_{ai} - T_{af}}{T_{sf} - T_{si}}$$

Donde:

Tsf: Temperatura final del sólido, °C

Tsi: Temperatura inicial del sólido, °C

Tai: Temperatura inicial del aire, °C

Taf: Temperatura final del aire, °C

$$N_t = \frac{70 - 30}{20 - 15}$$

$$N_t = 8 unidades$$

✓ **Separación entre las bandejas**

$$S = \frac{h}{N_t}$$

$$S = \frac{1.63}{8}$$

$$S = 0.20 \text{ m}$$

• **Dimensiones del ducto de alimentación de aire**

Este cálculo se realiza en base a la tabla NTC 3833 que se muestra en el anexo E, tomando en cuenta la cantidad de calor necesaria, de acuerdo con esto la longitud del ducto será igual a 1.5 metros, la altura será igual a 0.24 m y el diámetro nominal del ducto será igual a 254 mm, con estos datos se calcula las características del ventilador necesarias para poder introducir la cantidad de calor calculada.

• **Perdidas de carga por fricción en el ducto**

$$h_f = f * \frac{L}{D_h} * \frac{v^2}{2g}$$

Donde:

f: Factor de fricción

L: Longitud del ducto, m

D<sub>h</sub>: Diámetro hidráulico, m

v: Velocidad de flujo del aire, m/s

g: Gravedad, m/s<sup>2</sup>

✓ **Diámetro Hidráulico**

$$D_h = \frac{2hR^2}{R + h}$$

Donde:

R: Radio nominal del ducto, m.

h: Altura del ducto, m.

$$D_h = \frac{2(0.24)(0.127)^2}{0.127 + 0.24}$$

$$D_h = 0.254 \text{ m}$$

- **Velocidad de flujo**

$$v = \frac{Q}{A}$$

Donde:

Q: Caudal de aire seco, m<sup>3</sup>/s

A: Area transversal del ducto, m<sup>2</sup>

$$v = \frac{17024}{(60 * 1225 * 0.254 * 0.254)}$$

$$v = 4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

- **Factor de Fricción**

$$f = \left[ \frac{1}{-2 \log \left( \frac{\varepsilon}{3.7 D_h} + \frac{2.51}{\text{Re} * \sqrt{f}} \right)} \right]^2$$

Donde:

ε: Rugosidad Relativa, siendo 1.5\*10<sup>-4</sup> m para el acero inoxidable.

- ✓ **Numero de Reynolds**

$$Re = \frac{D_h * v}{\mu}$$

$\mu$ : Viscosidad del aire, según tablas este valor para una temperatura de 70°C es igual a  $2.5 \cdot 10^{-4}$  (Revisar anexo F)

Para resolver la ecuación planteada, se utiliza el sistema de resoluciones de sistemas de ecuaciones Newton Raphson, logrando un máximo de acercamiento al valor real con aproximaciones matemáticas, el modelo se muestra en la tabla 22-3.

**Tabla 22-3:** Modelo matemático de Newton Raphson para resolver la ecuación Colebrook White.

<b>CW Factor de Fricción</b>	
<b>F</b>	<b>f''</b>
0.015	0.04736944
0.04736944	0.03853697
1.015	0.024225343
0.02422534	0.043352053
2.015	0.022126955
0.02212695	0.044071207
3.015	0.021018635
1.015	0.024225343
1.015	0.024225343

Elaborado por: María Abarca, 2018

$$h_f = 0.024 * \frac{1.5}{0.245} * \frac{4^2}{2(9.8)}$$

$$h_f = 0.12 \text{ m}$$

- **Perdida por accesorios del ducto**

$$h_i = k \frac{v^2}{2g}$$

Donde:

K: constante de pérdidas por la longitud del ducto y el codo instalado con un valor igual a 3.5.

$$h_i = 3.5 * \frac{4^2}{2 * 9.8}$$

$$h_i = 2.86 \text{ m}$$

- **Pérdidas totales**

$$h_t = h_i + h_f$$

$$h_t = 0.12 + 2.86$$

$$h_t = 2.86 \text{ m} * \frac{39.37 \text{ in}}{1 \text{ m}}$$

$$h_t = 117.32 \text{ in}$$

- **Cálculo de la potencia del ventilador**

$$P = \frac{Q * h_t}{6356000 * \varepsilon}$$

Donde:

$\varepsilon$ : Eficiencia, para el caso de reducir las pérdidas de calor se escoge una eficiencia del 80%

$$P = 0.5 H_p$$

- **Cantidad de energía consumida por el ventilador**

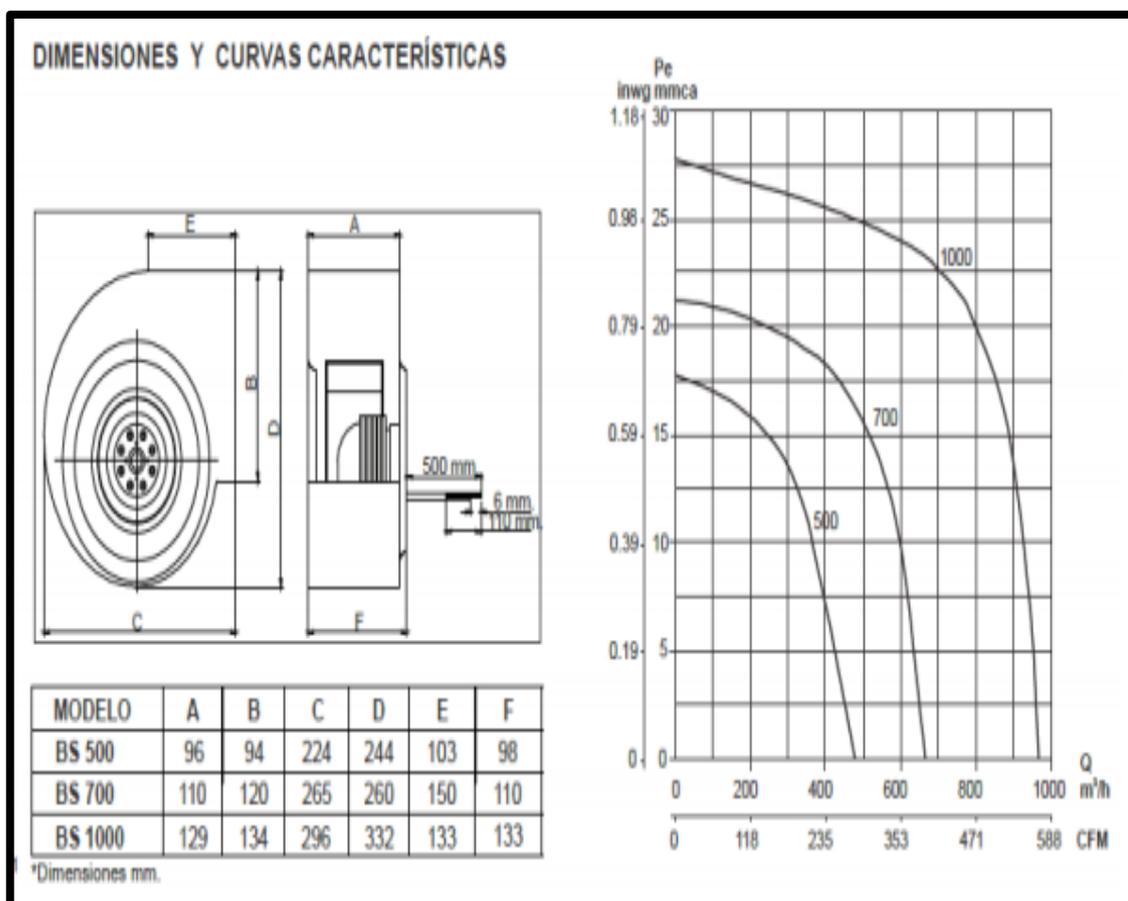
$$EC = P * 746$$

$$EC = 0.5 * 746$$

$$EC = 373 \text{ W}$$

- **Dimensiones del ventilador**

Las dimensiones del ventilador vienen preestablecidas, ya que esto depende de la potencia y el caudal de aire que se necesita, en la figura 7-3 se muestran las características del ventilador y sus dimensiones.



**Figura 11-3:** Curvas características de los ventiladores para escoger sus dimensiones.  
Fuente: (Smith, 2012)

Para que cumplan las condiciones se escogerá el ventilador tipo BS 1000.

### 3.2.8. Resultados

#### 3.2.8.1. Resultados de la caracterización de la materia prima

El primer punto para poder realizar la obtención fue la caracterización de la materia prima, para comprender que características químicas tenían los residuos y como estos podrán ser aprovechados por las mascotas, los principales componentes de la carnaza fueron la proteína y el agua, por lo que dio a entender que para preservar el alimento fue necesario realizar el secado.

Además, las pieles darán una dieta alta en proteína lo cual es importante en la alimentación de los animales ya que podrán obtener aminoácidos esenciales para el desarrollo de sus actividades normales, estos aminoácidos son necesarios y no pueden ser sintetizados por el animal, sino que tienen que ser suministrado en la dieta diaria, en la tabla 23-3, se muestran los resultados obtenidos.

**Tabla 23-3:** Caracterización Inicial de la carnaza obtenida en el proceso de descarnado y dividido en la curtiembre “EL AL-CE”

PRUEBA	VALOR	VALOR DE REFERENCIA
Contenido de Cenizas, %	0.69	-
Contenido de Proteína, %	29.87	20-40
Contenido de Grasa, %	0.01	0-10
Contenido de Humedad, %	67.35	0-80
Extracto Libre de Nitrógeno, %	0.44	-
pH	9.63	0-10
Contenido de Calcio, mg/100 gr	122.67	-

**Realizado por:** María Abarca, 2018

### 3.2.8.2. Propuesta Tecnológica de los equipos diseñados

Para que este proyecto sea viable, fue necesario realizar la propuesta técnica de los equipos tomando en consideración cada una de las operaciones necesarias para la transformación de la carnaza, además de tener consideración el mínimo costo de los mismos con el fin de poder procesar el total de los residuos generados en la curtiembre “EL AL-CE”, para tener una producción de acuerdo al ritmo en que la curtiembre produzca los residuos.

El primer equipo que se dimensiono fue el bombo, este será utilizado para las dos primeras operaciones unitarias, ya que servirá para el lavado y el desencalado; principalmente se necesita que se produzca el efecto mecánico para que las pieles reaccionen con los aditivos y penetre la sustancia química, el material escogido fue madera por el costo de adquisición y la facilidad de operación.

**Tabla 24-3:** Propuesta técnica para el bombo en donde se realizará el lavado y desencalado de la carnaza recuperada

Característica	Valor	Unidades
Material	Madera	
Volumen	9	m <sup>3</sup>
Altura	1.84	m
Radio	1.23	m
Velocidad de giro	206.92	rpm
Potencia	0.25	Hp
<b>Bases de Hormigón</b>		
Altura	0.368	m
<b>Poleas</b>		
Diámetro Polea mayor	0.02436	m
Diámetro de la polea menor	0.008	m
<b>Correas</b>		
Disposición	Tipo V	-
Longitud	0.32	m
Distancia entre centros	0.05	m
Arco de Contacto	140.81	°
Frecuencia de flexiones	4750	Fpm
<b>Eficiencia</b>	<b>88</b>	<b>%</b>

Realizado por: María Abarca, 2018

Para la etapa de blanqueado, es necesario agitar las sustancias químicas con los residuos para que la piel tenga contacto con el agente químico y se produzca la reacción, para evitar la corrosión del equipo es necesario construir en acero Inoxidable AISIS del grado 350, además deberá ser agitado a velocidad constante y no muy elevada para que se realice la mezcla completa y no se derramen las sustancias químicas, al tener baja velocidad de agitación no hará falta la instalación de deflectores.

**Tabla 25-3:** Propuesta técnica para el tanque agitado donde se realizará el blanqueado de la carnaza desencalada

Característica	Valor	Unidades
Material	Acero Inoxidable tipo AISIS 350	
Volumen	4.77	m <sup>3</sup>
Altura	1.3	m
Diámetro	0.93	m
Velocidad de giro	206.92	rpm
Potencia	0.20	Hp
<b>Paletas</b>		
Tipo	4	Paletas planas

Diámetro	0.31	m
Altura mínima con respecto al piso	0.30	m
Altura	0.062	m
Ancho de las paletas	0.08	m

**Realizado por:** María Abarca, 2018

El rendimiento y el aprovechamiento de los recursos es necesario para la máxima rentabilidad del proceso productivo, por lo que es necesario instalar bandas transportadoras para evitar los cuellos de botella y disminuir el tiempo de producción, con lo que se disminuirá el consumo de recursos y el tiempo de hora hombre en el trabajo, las bandas dimensionadas fueron de caucho para aumentar el tiempo de vida útil y disminuir el costo de construcción e instalación.

**Tabla 26-3:** Propuesta técnica para las bandas transportadoras de la carnaza blanqueada hacia las mesas de corte

Característica	Valor	Unidades
Material	Caucho	
Capacidad	1613.4	Tn/h
Diámetro	6.91	inch
Ancho de la banda	24	inch
Largo		
Potencia	1.2	Hp
Angulo de inclinación	10	°
Velocidad de transporte	150	lb/ft
Potencia	0.25	Hp

**Realizado por:** María Abarca, 2018

Las mesas propuestas para el corte y el moldeado de las carnazas blanqueadas, se ajustaron a los parámetros de aseguramiento de la salud de los trabajadores, según estándares internacionales de prevención de riesgos en el trabajo, este diseño ergonómico permitirá reducir al mínimo el impacto generado por el exceso de carga laboral en los trabajadores y aumentará la productividad de los mismos.

**Tabla 27-3:** Propuesta técnica para el diseño de las mesas de corte de la carnaza blanqueada

Característica	Valor	Unidades
Material	Acero Inoxidable tipo AISIS 350	
Volumen	1.60	m <sup>3</sup>
Ancho	1.5	m
Largo	0.80	inch
Número de mesas	2	unidades

**Realizado por:** María Abarca, 2018

La operación más importante para la obtención de balanceado animal es el secado, ya que este permitirá la conservación de la misma y evitara los daños producto de la putrefacción del producto por efecto de la actividad del agua y su relación con los microorganismos, para lo cual, según el análisis de rendimiento y eficiencia de secado, el secador fue tipo armario con un régimen de funcionamiento tipo batch.

**Tabla 28-3:** Propuesta técnica para el diseño del secador de bandejas para la obtención de alimento balanceado para mascotas

Característica	Valor	Unidades
Material	Acero Inoxidable tipo AISIS 350	
Alimentación	Eléctrica con un voltaje de 220 V	
Ancho de las bandejas	750	mm
Largo de las bandejas	900	mm
Ancho de la banda	24	inch
Altura de la carcaza	1.63	m
Tiempo de operación	1.42	h
Numero de bandejas	8	Unidades
Separación entre las bandejas	0.20	m
Longitud del ducto	1.5	m
Altura	0.24	m
Diámetro	0.254	m
Potencia	0.5	Hp
Energía Consumida	373	W
Ventilador		
Altura	244	mm
Radio	296	mm

Realizado por: María Abarca, 2018

### 3.2.8.3. Análisis de la calidad final del producto

Una vez realizada la propuesta técnica de los equipos y la técnica escogida para la producción de alimento balanceado, es necesario que el producto obtenido cumpla con los requisitos de las normas técnicas ecuatorianas, esto con el fin de que el producto pueda ser comercializado en lugares de abasto y logrando competir con los productos de este tipo que existe actualmente en el mercado.

Es necesario que todas las normas estén bajo los índices preestablecidos, en la tabla 29-3 se detallan los resultados obtenidos a todas las pruebas recolectadas en la norma INEN NTE 540, todos los parámetros estuvieron por debajo del límite establecido con lo que se aseguró la calidad del

producto terminado, esto dará más posibilidades de obtener un permiso de funcionamiento y el registro sanitario del alimento.

**Tabla 29-3:** Caracterización del alimento balanceado producido a partir de los residuos generados en la etapa de dividido y descarnado de la curtiembre “EL AL-CE”

PARÁMETRO	MÉTODO	RESULTADO	NORMA TÉCNICA
Contenido de Humedad, %	INEN 540	8.98	13
Plomo, mg/kg	-	0.1069	0.10
Enterobacterias, UFC/g	Siembra en placa	Ausencia	10
<i>Salmonella</i> , UFC/g	Reveal 2.0	Negativo	Ausencia

Realizado por: María Abarca, 2018.

### 3.2.9. Proceso de producción

La producción se dará de acuerdo a un sistema por lotes, ya que la curtiembre “EL AL-CE” no obtiene residuos de dividido y descarnado de manera continua, como efecto de que realizan esas actividades dos veces por mes, por lo que la planta funcionará para satisfacer las necesidades de la curtiembre, esto permitirá que los mismos trabajadores puedan operar las maquinas con un entrenamiento adecuado.

Además, permitirá aprovechar las mismas instalaciones de la curtiembre, es por eso que no se planteó en el presente un sistema de alimentación de fluidos y un tanque reservorio para el agua, debido a que se podrá utilizar los equipos ya instalados y con esto disminuirá la inversión para el arranque de la planta, aprovechando esto aumentará el beneficio económico de la producción de alimento balanceado.

- **Selección e Inspección de la materia prima:** Uno de los principales problemas asociados a los residuos del dividido y descarnado es la presencia de microorganismos por el alto contenido de colágeno y otras proteínas, por lo que en esta etapa se realizara una inspección visual, comprobando que la piel no presente un color extraño que es indicativo de la presencia de microorganismos, esto se realizara de forma casual y se desechara los residuos que no cumplan con estas condiciones.
- **Lavado:** Los residuos presentaran impurezas en su parte flor, ya que serán depositados en el suelo y se fijaran en el polvo y otro tipo de sólidos, el lavado únicamente se realizará con agua esto para evitar la contaminación causada por tensoactivos en el agua, además evitara

un costo mayor de aditivos y no es necesario la adición de estas sustancias ya que todas las impurezas podrán ser retiradas únicamente con agua.

- **Desencalado:** El efecto del calero es fijar calcio a la piel para aumentar el pH de las pieles, esta etapa se realiza antes de la recolección de los residuos, por lo que es fundamental eliminar este compuesto ya que puede dañar la salud de los animales, así como también el alimento no cumplirá con la norma técnica, por lo que se añade agentes desencalantes que generen la reacción de desplazamiento del calcio y lo eliminen en el baño.

Esta operación se debe realizar en un bombo de madera para que el contacto del agua, la solución desencalante y la piel por efecto del choque con las paredes produzcan la reacción química, el bombo debe girar a una velocidad máxima de 300 rpm y además se debe medir el pH hasta alcanzar un valor de 4.5 en donde se comprueba la no presencia de cal en la piel.

- **Blanqueado:** El color de los residuos por lo general es opaco y no es atractivo, por lo que es necesario adicionar a las muestras una solución de agua oxigenada que produzca el enmascaramiento de color desembocando en el blanqueado, esto se hace para convencer al consumidor de comprar el aumento balanceado ya que los humanos se dejan guiar por la apariencia de los productos que consumen incluso para sus mascotas, en esta operación se debe controlar la concentración de la solución que no debe ser mayor a 10% en relación masa volumen.
- **Cortado:** Esta operación se realiza con dos propósitos, mejorar la apariencia del producto y dar una forma de hueso que será agradable a las mascotas, además de reducir el tamaño de las muestras lo que facilitará la manipulación y la transferencia de calor en el secado disminuyendo el tiempo de operación y evitando el consumo excesivo de energía, en esta operación se regulará el tamaño y la forma de las muestras.
- **Secado:** Esta operación es la más importante en el proceso productivo, ya que de esta dependerá la calidad microbiológica y sensorial del producto, por el tipo de producción que se realizará el secado óptimo será en un secadero de bandejas con calentamiento eléctrico, en esta operación será importante controlar el tiempo de residencia en la máquina y la calidad del aire que ingresará al sistema, procurando purgas para evitar el exceso de humedad en el aire de entrada y de salida.

- **Empaquetado:** Este se realizará utilizando un dispensador y un empaquetador al vacío para aumentar el tiempo de vida útil del alimento, las bolsas se distribuirán con un peso neto de 1000 gramos que es el contenido neto de los productos de este tipo en el mercado, hay quedara listo para su distribución y venta.

### 3.2.9.1. Materia prima e insumos

Relacionando las cantidades utilizadas a nivel de laboratorio con las que se necesitará a nivel industrial para la producción de alimento balanceado mensual, se obtiene como resultado las cantidades siguientes.

**Tabla 30-3:** Materia prima requerida para la producción de alimento balanceado

MATERIA PRIMA	CANTIDAD
Carnaza	2500 kg

Realizado por: María Abarca, 2018.

Además, para que la materia prima se pueda convertir en producto terminado se necesitará de los insumos siguientes:

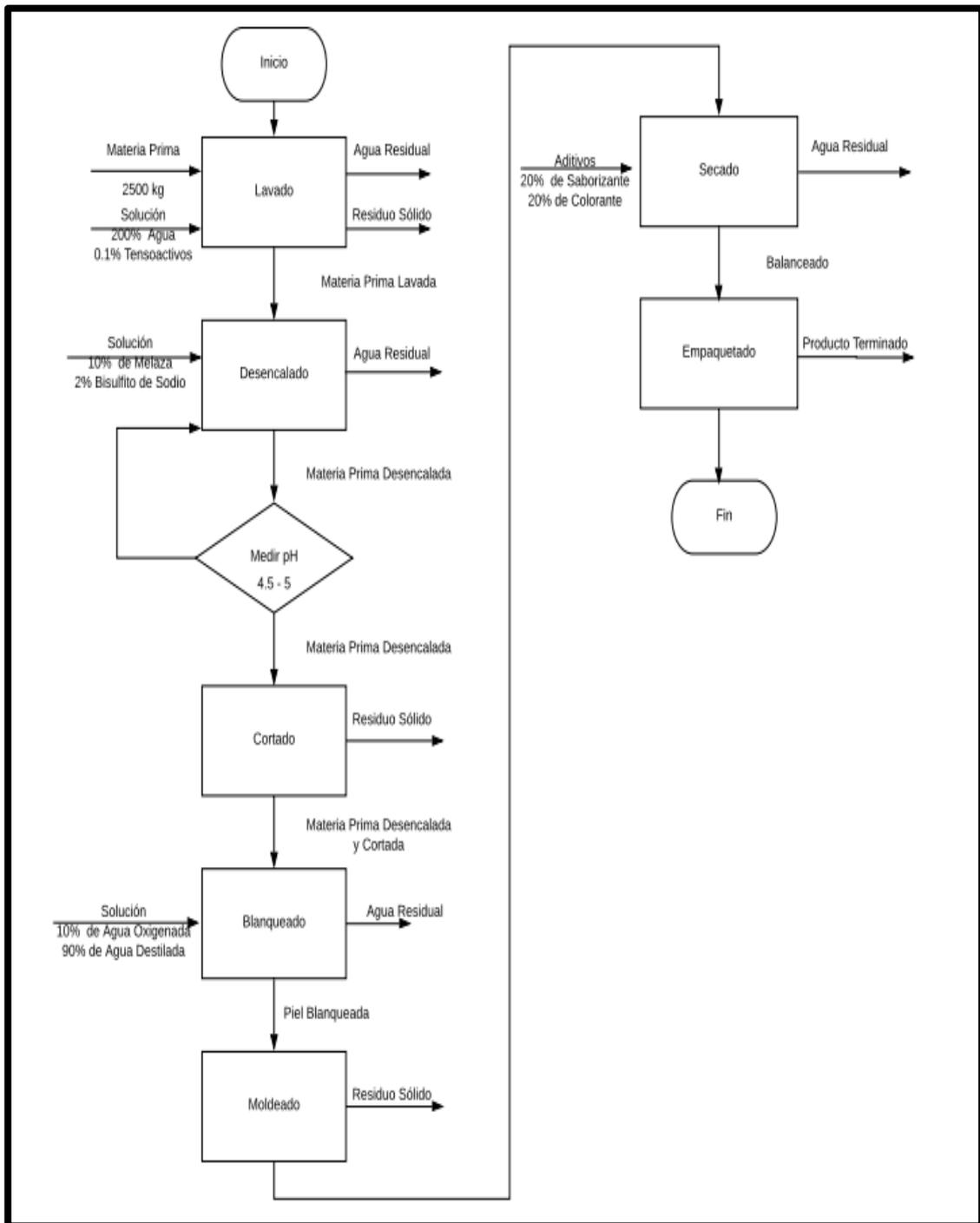
**Tabla 31-3:** Insumos requeridos para la producción de alimento balanceado.

INSUMOS	CANTIDAD
Melaza comercial	246.6 kg
Bisulfito de Sodio	49.36 kg
Saborizante	340 kg
Colorante	340 kg

Realizado por: María Abarca, 2018.

### 3.2.9.2. Diagrama del proceso

El diagrama de proceso para la producción de alimento balanceado para mascotas, se detalla a continuación:



**Figura 12-3:** Diagrama de operaciones realizadas para la obtención de balanceado a partir de residuos generados en la curtiembre “EL AL-CE”.

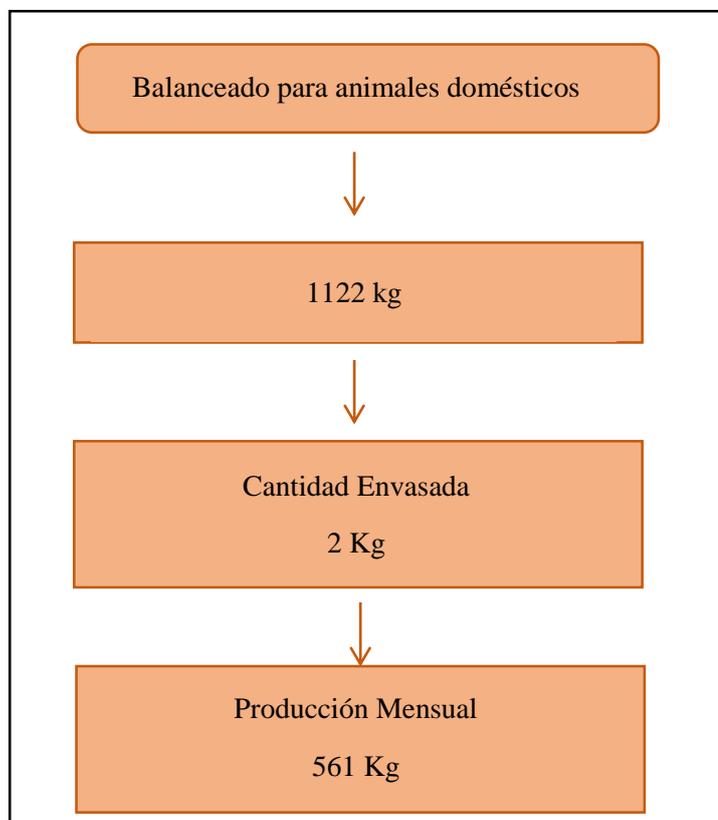
**Elaborado por:** María Abarca, 2018.

### 3.2.9.3. Distribución y diseño de la planta

El total de espacio libre en la curtiembre “EL AL-CE” es de 100 m<sup>2</sup>, por lo que ese espacio se debe optimizar para evitar que la planta tenga que hacer una ampliación a sus instalaciones ya que no existe un espacio donde se pueda expandir, las áreas de cada parte que tendrán que ser instaladas en la curtiembre se detallaran a continuación.

- **Área de producción:** En esta se ubicarán los equipos propuestos en los epígrafes anteriores, este deberá respetar los parámetros de diseño de plantas, por lo que deberán estar ubicados en forma lineal con su respectiva rotulación y las restricciones de operación, además se deberán instalar canaletas para eliminar los baños de blanqueado y descalcado, también deberá contar con la instalación de alimentación eléctrica y alimentación de agua.
- **Área de bodega:** Esta estará ubicada contigua al área de bodega de la planta, se instalarán divisiones de aglomerados o con modulares, con el fin de evitar la mezcla de aditivos y productos químicos de la curtiembre con la planta de producción de alimento balanceado, también en esta se almacenarán las fundas para el empaquetado.
- **Zona de Empaquetado y producto final:** Esta área no se encuentra aún en la curtiembre “EL AL-CE” por lo que tendrá que ser instalada, en esta se instalará la máquina de empaquetado al vacío, además se colocaran perchas para almacenar el producto terminado y clasificarlo de acuerdo a lotes de producción, con lo que se asegurara la trazabilidad de los lotes y la calidad de los mismos.

#### 3.2.9.4. Capacidad de Producción



**Figura 13-3:** Capacidad Máxima de producción de alimento balanceado.  
Realizado por: María Abarca, 2018

### 3.3. Requerimientos de tecnología, equipos y maquinaria

#### 3.3.1. Requerimientos de equipos

Para que la implementación de la planta de alimento balanceado para mascotas sea viable, se nota la necesidad de incluir varios equipos dentro de la empresa “EL AL-CE”, es por ello que en la tabla 32-3 se detallan los siguientes:

**Tabla 32-3:** Requerimientos para la implementación de la planta de producción de balanceado para mascotas.

SISTEMA/COMPONENTE	TECNOLOGÍA/EQUIPO/MAQUINARIA	DESCRIPCIÓN	MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN
Lavado y descalcado	Bombo	Sirve para el lavado y el descalcado, principalmente se necesita que se produzca el efecto mecánico para que las pieles reaccionen con los aditivos y penetre la sustancia química.	Madera
Blanqueado	Tanque Agitado	Necesario para agitar las sustancias químicas con los residuos para que la piel tenga contacto con el agente químico y se produzca la reacción.	Acero Inoxidable tipo AISIS 350
Transporte de producto	Bandas Transportadoras	Evita los cuellos de botella y disminuir el tiempo de producción, con lo que se disminuirá el consumo de recursos y el tiempo de hora hombre en el trabajo.	Caucho
Cortado y Moldeado	Mesas de corte y moldeado	Permite reducir al mínimo el impacto generado por el exceso de carga laboral en los trabajadores y aumenta la productividad de los mismos.	Acero Inoxidable tipo AISIS 350
Secado	Secador Eléctrico	Permite la conservación y evita los daños del producto final, como la putrefacción causada por efecto de la actividad del agua y su relación con los microorganismos.	Acero Inoxidable tipo AISIS 350

Realizado por: María Abarca, 2018

### 3.3.2. Requerimientos para el funcionamiento de la planta

**Tabla 33-3:** Requerimientos para el funcionamiento de la planta de producción.

NECESIDAD	MATERIAL
Materia Prima	Carnaza
Insumos	Melaza, Bisulfito de Sodio, Agua Oxigenada, Saborizantes y Colorantes
Otros	Empaques y etiquetas

Realizado por: María Abarca, 2018

### 3.4. Análisis de Costo/Beneficio del Proyecto

#### 3.4.1. Presupuesto

Para la implementación de la planta de procesamiento de balanceado animal, la presente investigación presenta únicamente los costos de instalación de maquinaria y equipos, ya que la planta ya se encuentra implementada y cuenta con espacio previstos de instalaciones eléctricas y tomas de agua, razón por la cual no hará falta inversión de ese tipo, lo que si hay que tomar en cuenta es la inversión que se realizara por efecto de equipos con los que no cuenta la planta, en la tabla 34-3 se muestra la inversión que se realizará por la instalación de equipos en el primer año de funcionamiento de la planta.

**Tabla 34-3:** Costos para la implementación de la planta de procesamiento de balanceado animal

COSTOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA PLANTA DE PROCESAMIENTO DE BALANCEADO ANIMAL			
EQUIPOS Y MAQUINARIA			
MATERIAL	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	DEPRECIACIÓN POR AÑO
Bombo de lavado y descalcado	1	\$5000.00	\$4500.00
Tanque agitador	1	\$15000.00	\$13500.00
Bandas Transportadoras	2	\$30000.00	\$5700.00
Mesas de corte de acero inoxidable	2	\$750.00	\$1425.00
Secador de Bandejas	1	\$10000.00	\$9000.00
<b>TOTAL</b>			<b>\$34125.00</b>

Realizado por: María Abarca, 2018

No se deben considerar los costos de materia prima debido a que la misma es el subproducto de la curtiembre, es por ello que se debe tomar en cuenta solo los costos de los productos químicos que intervienen en el proceso.

**Tabla 35-3:** Costos de Insumos para la elaboración de alimento balanceado para mascotas.

DETALLE	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Melaza	\$1.00	\$246.60
Bisulfito de Sodio	\$2.50	\$123.40
Agua Oxigenada	\$2.50	\$475.00
Colorantes	\$0.90	\$306.00
Saborizantes	\$1.20	\$408.00
Agua Destilada	\$0.90	\$171.00
Fundas	\$0.20	\$121.60
Etiquetas	\$0.25	\$152.00
<b>TOTAL</b>		<b>\$2003.60</b>

Realizado por: María Abarca, 2018

La empresa debe contar con personal capacitado para el procesamiento del balanceado animal para así lograr el adecuado funcionamiento de la planta productora, la planta actualmente cuenta con un administrador, contadores y únicamente se necesitará operarios, distribuidores y un bodeguero que controle la cantidad de insumos que se posee y los kardex de producción como objetivo del mismo es inspeccionar todo el proceso, además debe realizar el análisis del producto final.

**Tabla 36-3:** Costos de mano de obra requerida

COSTOS DE MANO DE OBRA			
PERSONAL	CANTIDAD	COSTO INDIVIDUAL	COSTO TOTAL
Operarios	2	\$387.00	\$774.00
Distribuidores	2	\$500.00	\$1000.00
Bodeguero	1	\$500.00	\$500.00
<b>TOTAL</b>			<b>\$2274.00</b>

Realizado por: María Abarca, 2018

Además, se tiene que tomar en cuenta los gastos que afronta la empresa con respecto a los recursos energéticos, los cuales son energía eléctrica y agua potable, los datos son tomados en cuenta con respecto a las alícuotas que se deben pagar en el país con respecto a plantas industriales, dichos valores se muestran la tabla siguiente:

**Tabla 37-3:** Costo de Requerimientos Energéticos

<b>COSTOS DE REQUERIMIENTOS ENERGÉTICOS</b>			
<b>DETALLE</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
Energía eléctrica	kw/mes	\$0.01 kw/h	\$19.07
Agua potable	m <sup>3</sup> /mes	\$0.048 m <sup>3</sup>	\$91.71
<b>TOTAL</b>			<b>\$110.78</b>

Realizado por: María Abarca, 2018

Para determinar la rentabilidad del proceso se debe calcular cuánto se ganará mensualmente y anualmente por la venta del balanceado, en la tabla 34-3 se recoge los datos en los que se comercializará el balanceado, tomando en cuenta que en el mercado el valor comercial del alimento balanceado que está en 2.10 dólares por 200 gramos, para que el negocio sea rentable se aumentara el contenido al doble por el mismo precio, de acuerdo con esto mensualmente se producirán 2432 fundas de contenido neto de 500 gramos.

**Tabla 38-3:** Ganancia mensual y anual generada por la venta de alimento balanceado en la curtiembre “EL AL-CE”

<b>EGRESOS MENSUALES</b>				
<b>CONCEPTO</b>		<b>VALOR</b>		
Costo de implementación de equipos		\$34125.00		
Costo de energía y agua potable		\$110.78		
Costos de mano de obra		\$2274.00		
Costo de insumos y aditivos		\$2003.60		
<b>TOTAL</b>		<b>\$38513.38</b>		
<b>INGRESOS MENSUALES</b>				
Venta de alimento Balanceado		5107.2		
<b>GANANCIAS MENSUALES</b>				
Venta de alimento Balanceado		718.83		
<b>GANANCIA ANUALES</b>				
<b>Primer año</b>	<b>Año Dos</b>	<b>Año Tres</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>
-29887.4935	-21261.6106	-12635.7277	-4009.84484	4616.03805

Realizado por: María Abarca, 2018

Suponiendo una tasa de aranceles de 15%, por concepto de pagos tributarios al estado, se calculó los coeficientes económicos RBC (relación beneficio-costos), TIR (Tasa Interna de Retorno), Van (Valor Actual Neto), que se muestra en la tabla 35-3, para con esto tener un mayor aproximamiento a la ganancia económica generada por la implementación de un sistema de producción de alimento balanceado en la curtiembre “EL AL-CE”.

**Tabla 39-3:** Indicadores Económicos para la producción de alimento balanceado en la curtiembre  
“EL AL-CE”

VAN	TIR	RBC
-148231.6727854130%	32%	1.16380171

Realizado por: María Abarca, 2018

### 3.4.2. Análisis costo-beneficio

De lo expresado en la tabla 28-3, se aprecia una tasa interna de retorno mayor a la tasa de retorno por impuesto que es de 15% para el país, por lo que el proyecto económicamente es rentable porque se logra superar el valor antes mencionados, también se indica que por cada dólar invertido se generara una ganancia aproximada de 0.16 centavos, siendo viable para la planta aprovechar un residuo sin valor comercial; y si se realiza la inversión esta se podrá recuperar al quinto año de producción de alimento balanceado.

### 3.5. CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO

Se presenta a continuación el siguiente cronograma de las etapas y actividades realizadas desde el punto preliminar como lo es la revisión bibliográfica hasta la culminación del proyecto.

ACTIVIDADES	TIEMPO																			
	1° mes				2° mes				3° mes				4° mes				5° mes			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Revisión bibliográfica	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Elaboración del anteproyecto	■	■																		
Diagnóstico Inicial de la planta		■	■																	
Toma de muestra			■	■	■	■														
Caracterización de la muestra						■	■													
Obtención del balanceado								■	■	■	■									
Análisis de calidad del balanceado											■	■								
Ordenamiento y tabulación información													■	■	■					
Cálculos y propuestas (Dimensión del sistema de producción)																■	■			
Elaboración de borradores																		■		
Corrección borradores																			■	
Tipiado del trabajo final																			■	

## ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Para determinar la formulación del alimento balanceado, se realizó la caracterización de los residuos generados en la curtiembre “EL AL-CE” de acuerdo a la norma técnica NTE INEN 1 529-13:98, obteniéndose que los componentes principales de la carnaza fueron el contenido de proteínas con un porcentaje de 29.68% y un contenido de humedad igual a 67.35, y también se pudieron apreciar trazas de calcio con valores iguales a 122.66 mg/100 gr; con esto se analizó el aporte proteico que se le dará a la mascota notando que si se lograba obtener el aporte nutricional que se requería como también se lograba mantener las características deseadas.

Con los resultados de la caracterización, se interpretó que la etapa que dictaminaría la calidad final del alimento fue el secado, por lo que se analizó la rentabilidad y técnica para esta etapa, comparando distintos tipos de secado (secado a gas, secado eléctrico y secado natural), se realizó un análisis estadístico por medio de pruebas de Fisher, obteniéndose respuestas altamente significativas que indicaron que el tipo de secado afecta directamente a la eficiencia y al rendimiento.

Analizando los resultados el mejor rendimiento se obtuvo para el secador de bandejas eléctricos con un valor igual a 76.87% y la eficiencia se obtuvo para el mismo tipo de secador con valores iguales a 71.12%, escogiendo este tipo de secado para la producción de balanceado a escala de laboratorio, ya que permitirá el ahorro de energía y aumentará la cantidad de agua retirada a la carnaza.

Los resultados obtenidos permitieron plantear la formulación patentada en la presente investigación, en donde fue necesario lavar los residuos, desencalar para eliminar el calcio fijado en la piel por efecto del calero, a continuación se lavó nuevamente y se agregó una solución de agua oxigenada para mejorar las características sensoriales de la piel; se cortó para darle forma de huesos y se realizó el secado para asegurar la calidad microbiológica del alimento, adicionando además colorante y saborizante para aumentar las características sensoriales con lo que tendrá mayor aceptación en el mercado.

Antes de realizar la propuesta técnica se realizaron balances de masa, para determinar las corrientes de alimentación y de salida de cada operación unitaria, con el fin de interpolar los resultados obtenidos a escala de laboratorio a resultados a escala industrial que logre procesar los residuos generados por la curtiembre, además las variables que se debieron controlar para la producción, las cuales fueron: pH, concentración de bisulfito de sodio, temperatura de operación,

humedad relativa del aire de entrada, peso de las materias primas y aditivos, tiempo de operación entre otras.

Reconociendo las operaciones unitarias que fueron mezclado, secado, reducción de tamaño; se dimensionaron los equipos que no se tienen en la planta para poder procesar los 1875 kg producidos de carnaza mensualmente, comenzando por el bombo donde se proponen realizar el mezclado y el desescalado, el cual debe tener una altura de 1.84 metros, un radio de 1.23 metros, será construido en materia, operara con poleas en V y el motor necesario para lograr que gire a 206.92 rpm tendrá que tener una potencia de 0.25 Hp.

Para el blanqueado de la carnaza se necesita un mezclador que opere a 206.96 rpm para realizar el mezclado completo, las dimensiones máximas del equipo serán una altura de 1.3 metros, un diámetro de 0.93 metros, será construido en acero inoxidable para resistir la corrosión que puede generar el agua oxigenada, será instalada con una paleta de 4 aspas y se necesitara un motor de 0.20 Hp para que funcione normalmente.

También se diseñó el secador de bandejas eléctrico, el cual será construido en acero inoxidable, y funcionará con energía eléctrica de 220 V, la carcasa debe tener una altura de 1.63 metros y un ancho de 24 inch, deberá haber 8 bandejas para aprovechar el calor generado, con una potencia de 0.5 Hp se lograr ingresar la cantidad de aire a 70°C para producir el secado, gastando 373 W de energía con un tiempo de operación de 1.42 horas.

De la validación del proceso se obtuvo que el alimento balanceado cumplió con la norma INEN NTE 540, ya que no tuvo presencia de *enterobacterias* asegurándose la calidad microbiológica del alimento y el contenido de plomo fue igual a 0.10 mg/kg y una humedad de 8.98%, con estos resultados si se podrá comercializar el alimento balanceado obtenido logrando así aprovechar los residuos sólidos generados en la curtiembre “EL AL-CE”

En el análisis económico se planteó producir 2432 unidades de balanceado con un contenido neto de 500 gramos, teniendo un valor unitario de \$2.10 se aprecia una tasa interna de retorno mayor a la tasa de retorno por impuesto que es de 15% para el país, por lo que el proyecto económicamente es rentable porque se logra superar el valor antes mencionado, también se indica que por cada dólar invertido se generara una ganancia aproximada de 16 centavos, siendo viable para la planta aprovechar un residuo sin valor comercial; y si se realiza la inversión esta se podrá recuperar al quinto año de producción de alimento balanceado.

## CONCLUSIONES

- Se diseñó 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”, obteniéndose un rendimiento de 44.30%, siendo este un porcentaje alto ya que son residuos que se recogen y no tienen ningún valor comercial, no pueden ser reintroducidos en el proceso de curtido y generan daños ambientales, lograr recuperarlos y dar un valor adicional permite que sea una tecnología rentable si se consigue un mercado en donde se pueda comercializar el alimento balanceado, ya que según los datos por cada kilogramo de carnaza se aprovechara 0.44 kg.
- La caracterización de los residuos generados en la curtiembre “EL AL-CE” se ejecutó de acuerdo a la norma NTE INEN 6498, obteniéndose que los componentes principales de la carnaza fueron el contenido de proteínas con un porcentaje de 29.68% y un contenido de humedad igual a 67.35, y también se pudieron apreciar trazas de calcio con valores iguales a 122.66 mg/100 gr.
- Mediante el balance de materia y energía del proceso se identificó los flujos de entrada y de salida del proceso, además se identificaron que las variables principales del proceso fueron el pH, contenido de bisulfito de sodio, peso de las materias primas, tiempo de operación, y las principales operaciones unitarias para la transformación identificadas fueron el mezclado, secado y reducción de tamaño.
- La calidad final del balanceado se validó con la norma INEN NTE 187, logrando cumplir con los requerimientos ya que no tuvo presencia de *Enterobacterias* y *Salmonella* asegurándose la calidad microbiológica del alimento y el contenido de plomo fue igual a 0.10 mg/kg determinando que dicho valor está dentro del rango de aceptación según la norma y una humedad de 8.98% que al igual es una cantidad aceptable, con estos resultados se determinó que si se podrá comercializar el alimento balanceado obtenido logrando así aprovechar los residuos sólidos generados en la curtiembre “EL AL-CE”.

## **RECOMENDACIONES**

- Implementar el proceso de producción de balanceado a partir de la carnaza en la curtiembre “EL AL-CE” ya que no constituye un proceso difícil de aprovechar, además tiene buena rentabilidad económica con lo cual se mitigará el impacto generado por los residuos sólidos y aumentar las ganancias de la fábrica.
- Controlar las variables de proceso durante toda la transformación de la carnaza, comenzando por verificar la calidad del residuo, también es necesario controlar el pH, ya que determina la calidad de desencilado y controlar el tiempo de operación en el secadero para evitar pérdidas energéticas.
- Probar otras técnicas de secado, para mejorar el rendimiento y la eficiencia del proceso aumentando la rentabilidad económica y mantener las condiciones características del alimento, además proporcionar el alimento balanceado en combinación con otros alimentos para un aporte mayor de nutrientes a las mascotas.
- Probar el alimento balanceado en diferente raza y edad de perros, para determinar para que tipo de perros produce un mayor impacto el producto obtenido, con esto se garantizará la calidad final y además se generara confianza en los consumidores permitiendo ampliar el mercado de venta.

## BIBLIOGRAFÍA

**Adzet, María; & Ballester, Bonet.** *Química Técnica de Tenerife*. Barcelona-España. Romanya-Valls. 2005, pp. 7-108.

**Benno, Y.** *Impact of the Advances in the Age on the Gastrointestinal Microflora of Beagle Dogs*. [en línea]. Tokio: Institute of Physical and Chemical Research, 2012. [Consulta: 03 septiembre 2018]. Disponible en: [https://www.jstage.jst.go.jp/article/jvms1991/54/4/54\\_4\\_703/\\_pdf/-char/en](https://www.jstage.jst.go.jp/article/jvms1991/54/4/54_4_703/_pdf/-char/en)

**Case, L.** *Canine and Feline Nutrition a Resource for Companion Animal Professionals*. [en línea]. United States of America: Elsevier, 2000. [Consulta: 05 septiembre 2018]. Disponible en: [http://library.aceondo.net/ebooks/Home\\_Economics/Canine\\_and\\_Feline\\_Nutrition.pdf](http://library.aceondo.net/ebooks/Home_Economics/Canine_and_Feline_Nutrition.pdf)

**Chavarría, R.** *Análisis Ergonómico de los Espacios de Trabajo*. [en línea]. España: Ministerio de Trabajo, 2016. [Consulta: 11 de septiembre 2018]. Disponible en: [http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/201a300/ntp\\_242.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/201a300/ntp_242.pdf)

**Coba, P.** *Diseño de un Modelo de Gestión para la Mejora del Proceso de Direccionamiento Estratégico de una planta de Juguetes Comestibles para caninos*. [en línea] (Tesis) (Postgrado) Universidad Sergio Arboleda, Bogota, Colombia. 2015. pp. 35-37. [Consulta: 30 julio 2018]. Disponible en: <http://repository.usergioarboleda.edu.co/bitstream/handle/11232/727/Dise%C3%B1o%20de%20un%20modelo%20de%20gesti%C3%B3n%20para%20la%20mejora%20del%20proceso%20de%20direccionamiento%20estrat%C3%A9gico%20de%20una%20planta%20de%20juguetes%20comestibles%20para%20caninos.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

**CODEX STANDAR.** *Norma general del Códex para los Aditivos Alimentarios (MOD)*. [en línea]: Ecuador: 2012. [Consulta: 26 septiembre 2018]. Disponible en: <http://www.normalizacion.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2014/ACTUALIZACION/0412014/192-CODEX-UNIDO.pdf>

**Estación Agrometeorológica de la Facultad de Recursos Naturales.** *Condiciones Experimentales del cantón Riobamba*. Riobamba-Ecuador. ESPOCH Digital. 2017, pp. 5-7.

**França, J.** *Avaliação de ingredientes convencionais e alternativos em rações de cães e gatos*. [en línea]. Brasil: Universidad Federal de Uverlandia. 2011, pp. 3-8. [Consulta: 23 septiembre 2018]. Disponible en: [http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/15274/1/ARTIGO\\_Avalia%C3%A7%C3%A3o%20de%20ingredientes%20convencionais%20e%20alternativos%20em%20ra%C3%A7%C3%B5es%20de%20c%C3%A3es%20e%20gatos.pdf](http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/15274/1/ARTIGO_Avalia%C3%A7%C3%A3o%20de%20ingredientes%20convencionais%20e%20alternativos%20em%20ra%C3%A7%C3%B5es%20de%20c%C3%A3es%20e%20gatos.pdf)

**Geankoplis, C. J.** *Procesos de Transporte y Operaciones Unitarias*. 3ra edición. México: Compañía Editorial Continental S.A. 1998, pp. 579-649.

**Grozza, G.** *Curtición de cueros y pieles Manual Práctico del Curtidor*. 5ta edición. Barcelona-España: Editorial Soler. 2004, pp. 11-99.

**Heidemann, E.** *Fundamentals of leather manufacturing*. 2da edición. Cambridge: Society of Chemical Industry. 2003, pp. 71-75.

**INEN (ISO 6498:2012, IDT).** *Alimentos para animales. Directrices para la preparación de muestras* [en línea]. Ecuador, 2012. [Consulta: 26 julio 2018]. Disponible en: [http://www.normalizacion.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2014/NORMAS\\_2014/AOC/08092014/nte\\_inen\\_iso\\_6498.pdf](http://www.normalizacion.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2014/NORMAS_2014/AOC/08092014/nte_inen_iso_6498.pdf)

**NTE INEN 193.** *Norma General para los Contaminantes y Toxinas presentes en los alimentos y piensos*.

**NTE INEN 1529:15.** *Control Microbiológico de los Alimentos. Salmonella. Método de Detección*.

**Koutinas, A.** *Food waste as a valuable resource for the production of chemicals, materials and fuels. Current situation and global perspective*. [en línea]. 2013. [Consulta: 11 octubre 2018]. Disponible en: <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2013/ee/c2ee23440h#!divAbstract>

**Kulinowsky, J.** *Belt Conveyors for Bulk Materials Calculations. Belt Conveyors for Bulk Materials Calculations*. 5ta edición. London: CEMA. 2015, pp. 10-43

**RTE INEN 187** “*Alimento para Animales de Compañía*”.

**Ortiz, O.** *Aprovechamiento del desperdicio de la carnaza bovina en el área de producción orientado a obtener un nuevo producto. Caso Agrocueros S.A.* [en línea], (Tesis) (Pregrado)

Universidad Católica del Ecuador. 2017, pp. 55-60 [Consulta: 15 septiembre 2018]. Disponible en: <http://repositorio.pucesa.edu.ec/bitstream/123456789/1886/1/76389.pdf>

**Ramírez, A.** *Reutilización de retales de cuero para la elaboración de una Línea de Productos de Marroquinería*. [en línea] (Tesis), (Pregrado) Universidad Católica Popular de Risaralda. 2009. pp. 47-50 [Consulta: 13 agosto 2018]. Disponible en: <http://repositorio.ucp.edu.co:8080/jspui/bitstream/10785/422/1/completo.pdf>

**Rivera, A.** *Manual de defectos en cuero*. 2da edición. Guanajuato-México: CIATEC A.C. 2001, pp. 74-90.

**SHOEBAT.** *Opciones para la reutilización, reciclado y eliminación de los recortes. La tabla muestra una visión general de las opciones para tratar los recortes de piel en tripa, encalada y curtida*. [en línea]. 2013. [Consulta: 26 agosto 2018]. Disponible en: <http://www.life-shoebat.eu/es/search-tools/tannery-bats/item/tannery-53-sp>

**SIEBEL.** *Specific heat of common food and foodstuff like apples, bass, beef, pork and many more*. [en línea]. 2017. [Consulta: 04 septiembre 2018]. Disponible en: [https://www.engineeringtoolbox.com/specific-heat-capacity-food-d\\_295.html](https://www.engineeringtoolbox.com/specific-heat-capacity-food-d_295.html)

**Silitonga, A.** *Overview properties of biodiesel diesel blends from edible and non-edible feedstock*. [en línea]. 2013. [Consulta: 13 septiembre 2018]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032113001032>

**Silva, J. L.** *Rol de las Ecotecnologías, Tecnologías Limpias y de Tratamiento, en el Control de la Contaminación generada por las curtiembres de Trujillo-Perú*. [en línea], (Tesis) (Doctoral). Universidad Nacional de Trujillo. 2011, pp. 29-45. [Consulta: 03 septiembre 2018]. Disponible en: <http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/8191/Tesis%20doctoradoX%20Jos%C3%A9%20Luis%20Silva%20Villanueva.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

**Smith, J.** *Operaciones Unitarias en Ingeniería Química*. 4ta edición. Madrid-España: McGraw-Hill. 2012, pp. 45-60.

**Soler, S.** *Diseño de Métodos y Técnicas de Curtido*. 2da edición. Barcelona-España: EUETII-EAI. 2000, pp. 80-95.

**Yilmaz, O.** *Conversion of Leather Wastes to Useful Products*. [en línea]. 2007. [Consulta: 13 septiembre 2018]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921344906001273>