



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

Sede Santo Domingo

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA E INDUSTRIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y MANEJO DE RIESGOS
NATURALES**

Informe de propuesta tecnológica para obtener el título de:
INGENIERA AMBIENTAL Y MANEJO DE RIESGOS NATURALES

**APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS GENERADOS
EN EL PROCESO PRODUCTIVO DEL CAMAL DE SANTO DOMINGO**

Autora:

GISSELA CAROLINA ZAMBRANO CHAVEZ

Director:

LCDO. MARCO JÁCOME RIVERA, *M.Sc.*

Santo Domingo de los Tsáchilas – Ecuador

Abril – 2018

APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS GENERADOS EN
EL PROCESO PRODUCTIVO DEL CAMAL DE SANTO DOMINGO

Lcdo. Marco Jácome Rivera, *M.Sc.*
DIRECTOR

APROBADO

Ing. Miriam Recalde Quiroz, *MsC*
PRESIDENTE(A) DEL TRIBUNAL

Ing. José Luis Cedeño Z., *MsC*
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Luis Reina J., *MsC*
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Santo Domingo,..... de.....de 2018

Autor:	GISSELA CAROLINA ZAMBRANO CHAVEZ
Institución:	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL
Título:	APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS GENERADOS EN EL PROCESO PRODUCTIVO DEL CAMAL DE SANTO DOMINGO
Fecha:	ABRIL, 2018

El contenido del presente trabajo está bajo la responsabilidad del autor y no ha sido plagiado.

A handwritten signature in blue ink, reading "Gissela Zambrano". The signature is stylized, with a large "G" and "Z" that are connected.

Gissela Carolina Zambrano Chavez
C.I.1724853278



INFORME DEL DIRECTOR

SEDE
Santo Domingo

Santo Domingo, 1 de septiembre del 2018

Señora Ingeniera

Karina Cuenca Tinoco, *Msc.*

DIRECTORA ACADÉMICA (E) UTE S-D

Señora Directora.-

Mediante la presente tengo a bien informar que el trabajo escrito de titulación realizado por la señora: *GISSELA CAROLINA ZAMBRANO CHAVEZ*, cuyo título es: *“APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS GENERADOS EN EL PROCESO PRODUCTIVO DEL CAMAL DE SANTO DOMINGO”*; ha sido elaborado bajo mi supervisión y revisado en todas sus partes, *el mismo que no ha sido plagiado*, por lo cual autorizo su respectiva presentación.

Particular que informo para fines pertinentes.

Cordialmente,

Lcdo. Marco Jácome Rivera, *M.Sc.*
DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Dedicatoria

Con mucho cariño dedico este logro a mis padres, Willians y Herlinda que son mi mayor motivo de inspiración, quienes han sido sin duda alguna un gran apoyo constante día a día, que con su amor infinito, siempre han estado motivándome a seguir adelante para alcanzar mis objetivos, por lo que hoy doy gracias a Dios por haberme dado unos padres maravillosos que han sabido aconsejarme por el camino del bien.

También lo dedico a mi tío Julio, mi tía Magola, mi tía Janeth y demás familiares que siempre han estado ofreciéndome mucha ayuda en todos momentos.

Y de manera muy especial a mi novio Luis Cárdenas quien estuvo firme ayudándome en esta etapa de mi vida y por el apoyo incondicional que me ha brindado, motivándome siempre.

Agradecimiento

Principalmente agradezco a Dios, por haberme dado fuerza, sabiduría y sobre todo por haberme guiado y bendecido siempre en el buen camino de mi vida.

A mi director de tesis el M.Sc. Marco Jácome Rivera, quien con su conocimiento en esta investigación supo guiarme de la mejor manera para alcanzar la meta planteada.

A mis estimados ingenieros de la Universidad Tecnológica Equinoccial quienes aportaron con sus conocimientos en mi preparación académica, quienes ayudaron a formarme como una profesional integra para la sociedad.

A quienes integran parte de la Empresa Pública Municipal de Rastros y Plazas de Ganado, en especial al Dr. Jorge Delgado por el auspicio propuesto para efecto de la investigación en el lugar, y a la Ing. Verónica de la Cruz quien fue una parte importante en esta propuesta, facilitándome los recursos necesarios para el proceso investigativo.

Mi más sincero agradecimiento a mis amigas Daniela, Génesis y Andrea que fueron participes para la realización de este trabajo, en especial a mi familia por ese apoyo incondicional que me brindaron constantemente.

Y gracias a todos y cada uno de mis amigos que me ayudaron y que de alguna forma compartieron momentos de alegría y tristeza en esta etapa de mi vida.



FORMULARIO DE REGISTRO BIBLIOGRÁFICO
PROYECTO DE TITULACIÓN

DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1724853278
APELLIDO Y NOMBRES:	Zambrano Chavez Gissela Carolina
DIRECCIÓN:	Coop. 17 de Diciembre
EMAIL:	gisscaro-1995@hotmail.com
TELÉFONO FIJO:	023701220
TELÉFONO MÓVIL:	0989418324

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Aprovechamiento de los residuos orgánicos generados en el proceso productivo del Camal de Santo Domingo
AUTOR O AUTORES:	Gissela Carolina Zambrano Chavez
FECHA DE ENTREGA DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	Abril 2018
DIRECTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	Lcdo. Marco Jácome Rivera, M.Sc.
PROGRAMA	PREGRADO <input checked="" type="checkbox"/> POSGRADO <input type="checkbox"/>
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniera Ambiental y Manejo de Riesgos Naturales
RESUMEN: Mínimo 180 y máximo 250 palabras	<p>Los camales originan productos cárnicos que ante una gran demanda generan residuos orgánicos producto de las reses faenadas, los mismos que en su mayoría terminan contaminando los cuerpos hídricos, el aire y el suelo; degradando el paisaje y propiciando la propagación de enfermedades.</p> <p>Mediante la visita IN SITU al camal se determinó que los residuos originados por el ganado bovino son: sangre, bilis, sebos, contenido ruminal, filtrafa, pezuñas, cuero, vísceras, cabeza, cuernos, orejas; mientras que los originados por el ganado porcino son: sangre, bilis, testículos, aparato reproductivo, ano y vísceras.</p> <p>A través del cálculo del número de muestras por ganado se realizó un promedio del porcentaje de residuo; en el que se concretó que en el año 2017 el ganado bovino produjo 7.117.542,59 kg</p>



	<p>de residuo en cambio el ganado porcino produjo 955.645,7 kg de residuo. Se propusieron alternativas para la mejora en el manejo de esos residuos, para los residuos de sangre fueron la obtención de harina de sangre y plasma sanguíneo; para el contenido ruminal se analizaron las posibilidades de elaborar el abono orgánico y los bloques nutricionales; con respecto al sebo se tomó en cuenta alternativas como: la producción de jabón y de grasa. Mediante un análisis costo beneficio se concluyó que las alternativas más factibles fueron la elaboración de harina de sangre, bloques nutricionales y jabón.</p>
<p>PALABRAS CLAVES:</p>	<p>Camal, residuos orgánicos, bovino, porcino, sangre, contenido ruminal, sebo.</p>
<p>ABSTRACT:</p>	<p>Slaughterhouses produce meat products that, in the face of high demand, produce organic residues produced by slaughtered cattle, which mostly end up contaminating the water bodies, the air and the soil, degrading the landscape and promoting the spread of diseases. By visiting the slaughterhouse in SITU, it was determined that the remains originated by bovine cattle are: blood, bile, tallow, ruminal content, scraps, hooves, leather, viscera, head, horns and ears while those originated by Swine are: blood, bile, testicles, reproductive apparatus, anus and viscera. Through the estimated number of samples per livestock, an average of the percentage of waste was made. These results showed that in 2017 the bovine cattle produced 7,117,542.59 kg of residue while the pig cattle produced 955,645.7 kg of residue. Different alternatives were proposed for the improvement in the management of these residues, for the blood residues were the obtaining of blood flour and blood plasma; for ruminal content, the possibilities for the elaboration of organic fertilizer and nutritional blocks were analyzed and considering the tallow, alternatives such as soap and fat produc-</p>



	tion were taken into account. A cost-benefit analysis concluded that the most feasible alternatives were the elaboration of blood meal, nutritional blocks and soap.
KEYWORDS	Slaughterhouses, remains, bovine, swine, ruminal content, cow tallow.

Se autoriza la publicación de este Proyecto de Titulación en el Repositorio Digital de la Institución.

f: _____
GISSELA CAROLINA ZAMBRANO CHAVEZ
C.I. 1724853278

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **ZAMBRANO CHAVEZ GISSELA CAROLINA**, CI 1724853278 autora del proyecto titulado: **Aprovechamiento de los residuos orgánicos generados en el proceso productivo del Camal de Santo Domingo** previo a la obtención del título de **INGENIERA AMBIENTAL Y MANEJO DE RIESGOS NATURALES** en la Universidad Tecnológica Equinoccial.

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las Instituciones de Educación Superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.
2. Autorizo a la BIBLIOTECA de la Universidad Tecnológica Equinoccial a tener una copia del referido trabajo de graduación con el propósito de generar un Repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Santo Domingo, 06 de abril de 2018



f. _____
GISSELA CAROLINA ZAMBRANO CHAVEZ
C.I. 1724853278



Santo Domingo, 14 de noviembre de 2017
Oficio No. EPMRPG-SD-GG-JD-308-2017

Asunto: Autorización para realizar trabajo escrito de titulación

Licenciado
Marco Jácome Rivera
COORDINADOR DE CARRERA INGENIERÍA AMBIENTAL Y MANEJO DE RIESGOS NATURALES UTE-SD (E)
En su despacho.-

De mis consideraciones:

Reciba un afectuoso saludo y éxitos en sus importantes funciones, por medio del presente me permito comunicar a usted, que ha sido aceptado su pedido de autorizar el ingreso a las oficinas de la Empresa Pública Municipal de Rastro y Plazas de Ganado de Santo Domingo, a la señorita estudiante **GISSELA CAROLINA ZAMBRANO CHÁVEZ**, con cédula de ciudadanía N° 172485327-8, de tal manera que obtenga información que le permita realizar su trabajo escrito de titulación.

Cordialmente,

Dr. Jorge Delgado Tello
GERENTE GENERAL EPMRPG-SD

JD/ aguillera



ÍNDICE DE CONTENIDO

Portada.....	I
Sustentación y aprobación de los integrantes del tribunal	II
Responsabilidad del autor	III
Informe del director.....	IV
Dedicatoria	V
Agradecimiento	VI
Formulario de registro bibliográfico	VII
Declaración y autorización.....	X
Carta de autorizacion	XI
Índice de contenido	XII
Índice de tablas.....	XIII
Índice de figuras.....	XV
I. INTRODUCCIÓN	1
II. CONTENIDO TÉCNICO	4
2.1. Localización	10
2.2. Metodología	11
2.3. Parámetros de evaluación.....	13
III. RESULTADOS.....	32
Diagnóstico	32
Propuesta Tecnológica	38
Análisis económico	38
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	42
REFERENCIAS.....	44

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Descripción del proceso para el faenamiento de ganado bovino.	6
Tabla 2.	Descripción del proceso para el faenamiento de ganado porcino.	9
Tabla 3.	Alternativas de aprovechamiento de residuos.....	13
Tabla 4.	Costos de equipos y utensilios para elaboración de harina de sangre (Beltrán & Perdomo, 2007)	16
Tabla 5.	Costos operativos mensuales para la obtención de harina de sangre (Beltrán & Perdomo, 2007)	16
Tabla 6.	Costos de equipos y utensilios para obtención del plasma sanguíneo (Beltrán & Perdomo, 2007)	19
Tabla 7.	Costos operativos mensuales para la obtención de plasma sanguíneo (Beltrán & Perdomo, 2007).....	19
Tabla 8.	Costos de maquinaria y equipo para la obtención de abono orgánico (García, 2012).....	22
Tabla 9.	Inversiones diferidas para la obtención de abono orgánico (García, 2012).....	22
Tabla 10.	Costos operativos mensuales para la obtención de abono orgánico (García, 2012).....	22
Tabla 11.	Maquinaria y equipos utilizados para la obtención de bloques nutricionales (Ocaña, 2013).....	25
Tabla 12.	Costos operativos mensuales para la obtención de bloques nutricionales (Ocaña, 2013)	25
Tabla 13.	Maquinaria y equipos utilizados para la obtención de jabón para lavar (Cruz, 2004)	28
Tabla 14.	Inversiones diferidas para la obtención de jabón para lavar (Cruz, 2004).....	28
Tabla 15.	Costos operativos mensuales para la obtención de jabón para lavar (Cruz, 2004)	28
Tabla 16.	Costos anuales de materia prima para la elaboración de jabón para lavar (Cruz, 2004)	29
Tabla 17.	Maquinaria y equipos utilizados para la obtención de grasa (Rojas, 2010).....	31

Tabla 18. Costos operativos mensuales para la obtención de grasa (Rojas, 2010).....	31
Tabla 19. Manejo de residuos de la EPMRPG-SD	32
Tabla 20. Cantidad de bovinos y porcinos faenados en el año 2017.....	33
Tabla 21. Porcentaje de residuo por bovino	34
Tabla 22. Porcentaje de residuo por porcino	35
Tabla 23. Cantidad de residuos producidos en el año 2017 por bovino.....	36
Tabla 24. Cantidad de residuos producidos en el año 2017 por porcino.....	37
Tabla 25. Análisis Costo Beneficio de la Harina de Sangre	39
Tabla 26. Análisis Costo Beneficio de la obtención de bloques nutricionales.....	40
Tabla 27. Análisis Costo Beneficio de la obtención del jabón.....	41

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Diagrama de proceso para el faenamiento de ganado bovino	5
Figura 2.	Diagrama de proceso para el faenamiento de ganado porcino	8
Figura 3.	Imagen Aérea de la Ubicación de la EPMRPG-SD.....	11
Figura 4.	Esquema de la metodología	12
Figura 5.	Diagrama de proceso para la obtención de harina de sangre	15
Figura 6.	Diagrama de proceso para la obtención del plasma sanguíneo.	18
Figura 7.	Diagrama de proceso para la elaboración de abono orgánico	21
Figura 8.	Diagrama de proceso para la obtención del bloque nutricional.....	24
Figura 9.	Diagrama de proceso para la obtención de jabón.	27
Figura 10.	Diagrama de proceso para la obtención de grasa.....	30
Figura 11.	Cantidad de bovinos y porcinos faenados en el año 2017	33
Figura 12.	Cantidad en kilogramo de residuo por bovino.....	34
Figura 13.	Cantidad en kilogramo de residuo por porcino.....	35
Figura 14.	Total de residuos vs. residuo generado por mes del ganado bovino.	35
Figura 15.	Total de residuos vs. residuo generado por mes del ganado porcino	37

I. INTRODUCCIÓN

En Latinoamérica y el Caribe se produce afectaciones por el cambio climático en la parte rural, esto se debe a la deforestación, disminución de biodiversidad, deterioro de la agroproductividad, producción ganadera, desechos, entre otros (Clerck, 2010).

Uno de los más relevantes problemas de Ecuador es el crecimiento de su población, por lo que se necesitan más servicios para satisfacer las necesidades de la comunidad, sin embargo esto ha ocasionado también el crecimiento de los impactos ambientales negativos por que tales actividades generan residuos que causan daño al agua, suelo, aire y salud de las personas (Balcazar, Castro, & Rodríguez, 2014). Los camales o mataderos es una de las actividades que genera gran cantidad de residuos, “Ecuador cuenta con más de 200 mataderos localizados, 45% en la Sierra, 38% en la Costa y 17% en la Región Amazónica y Galápagos. La mayoría son de propiedad y están administrados por los municipios; el 81% de los mataderos están ubicados en áreas urbanas, 7% en semiurbanas y 12% son rurales” (Ruiz, 2011).

Los camales requieren una alta cantidad de ganado y el ganado al producir metano aporta al cambio climático porque contribuye al aumento de “Gases de Efecto Invernadero” en la atmósfera. Generalmente los camales municipales no cumplen con la normativa ambiental y por ende no habrá un buen manejo de estos residuos (Bonilla, 2011). Estos residuos al no ser tratados como es debido afectan en gran escala al ambiente, porque la mayoría de los residuos son vertidos al agua provocando enfermedades como: cáncer de pulmón, dengue, conjuntivitis, fiebre amarilla, tiña, cólera (Galarraga & Montenegro, 2016).

Según (Castro & Vinueza) en el año 2011, el Camal Municipal de Riobamba generó una gran cantidad de residuos orgánicos que ocasionaron impactos ambientales negativos, a causa de que estos residuos no son manejados adecuadamente porque generalmente son enviados en el alcantarillado o fuentes hídricas.

En el año 2016 según (Pin Quijije) en el camal de Quevedo mediante estudios físico-químicos al agua se determinó que está causando impactos negativos al medio ambiente, la causa de la contaminación es que las aguas residuales se descargan al río

Quevedo sin haber hecho un análisis y por tal motivo sobrepasan los límites de la normativa nacional.

En Santo Domingo según un reporte del diario La Hora en el año 2012 se menciona que “El faenamiento de reses en el camal municipal está generando contaminación ambiental. Descargas directas de aguas residuales, que contienen resto de excretas, sangre y grasa de animal, sin tratamiento a terrenos aledaños y falta de funcionamiento de las piscinas de oxidación han sido detectadas. La Dirección provincial de Ambiente realizó una inspección en el cual se evidenció dichas descargas, el Director de Ambiente José Luis Cedeño manifestó que luego de la inspección se solicitó el plan de acción emergente el que se debe incluir el tratamiento de aguas, la separación de la sangre de excretas animales y que las descargas de agua cumplan con los parámetros establecidos, entre otros”.

Además en el año 2016 se realizaron acusaciones acerca de la higiene del centro de faenamiento de Santo Domingo por parte de Miguel Ángel Moreta, que dijo: “No están funcionando las lagunas de oxidación, hay agua de sangre y cabezas en zanjas a cielo abierto que seguro van a parar al río Toachi. Es un tema serio que, lejos de hacer un impacto mediático, queremos ayudar a resolver técnicamente” (La Hora., 2016).

Para ello, la Prefectura en calidad de autoridad ambiental, inició un proceso administrativo en el que se solicitó un análisis de agua, suelo y también se realizó una segunda inspección, donde se verificó que la descarga de la segunda piscina de oxidación forma un cauce de aproximadamente 600 metros que desemboca en el río Toachi. Con los resultados obtenidos del laboratorio se confirmó la contaminación del agua y del suelo, la Dirección de Gestión Ambiental multó al responsable del camal con 60 SBU equivalente a 21.960 dólares, por la descarga a los afluentes hídricos y no realizar la evacuación de los desechos de forma correcta, el camal debe continuar con su plan de acción y debió presentar ante la autoridad ambiental un plan para remediar los daños causados (La Hora., 2016).

Finalmente, esta investigación se llevará a cabo para minimizar la problemática ambiental que provoca la operación del camal de Santo Domingo, debido a que los residuos no tienen tratamiento adecuado y lo que se busca es proponer alternativas de

aprovechamiento de dichos residuos para beneficiar al medio ambiente y a la empresa, con la generación de subproductos.

El objetivo general del presente trabajo es proponer la manera más factible de aprovechamiento de los residuos orgánicos generados en el proceso productivo del camal de Santo Domingo, para llevar acabo esto se realizó lo siguiente:

- Determinar qué tipos de residuos genera el camal de Santo Domingo.
- Calcular la cantidad de residuos generados por el camal de Santo Domingo.
- Proponer alternativas de aprovechamiento de los residuos del camal de Santo Domingo.
- Escoger la mejor alternativa de aprovechamiento de los residuos, que sea amigable con el medio ambiente y económicamente viable.

II. CONTENIDO TÉCNICO

La Empresa Pública Municipal de Rastros y Plazas de Ganado de Santo Domingo (EPMRPG-SD) viene funcionando desde el año de 1972, tiene como función principal la obtención de carne de buena calidad ya que este producto se destina para el consumo humano; por tal motivo se debe hacer un proceso ordenado e higiénico el mismo que es controlado por el Médico Veterinario encargado del cumplimiento de las Buenas Prácticas en cada etapa del proceso de faenamiento (Alvear, 2017).

Esta empresa faena diariamente 180 bovinos y 90 porcinos; tiene 53 trabajadores, 35 operan en el proceso de faenamiento, 4 en cámaras frías de las cuales 3 cámaras son para bovinos y 1 para porcino. Los residuos que se generan en el proceso de faenamiento son orgánicos tales como: sangre, contenido ruminal, vísceras, pelos, restos de cabeza, estiércol, cueros, sebo, bilis, pezuñas; estos residuos pueden ser utilizados para la realización de subproductos y así evitar la acumulación de estos o evitar el mal manejo de dichos residuos.

El proceso de faenamiento que sigue la empresa para el ganado bovino se muestra en la figura 1 y la descripción de cada proceso en la tabla 1.

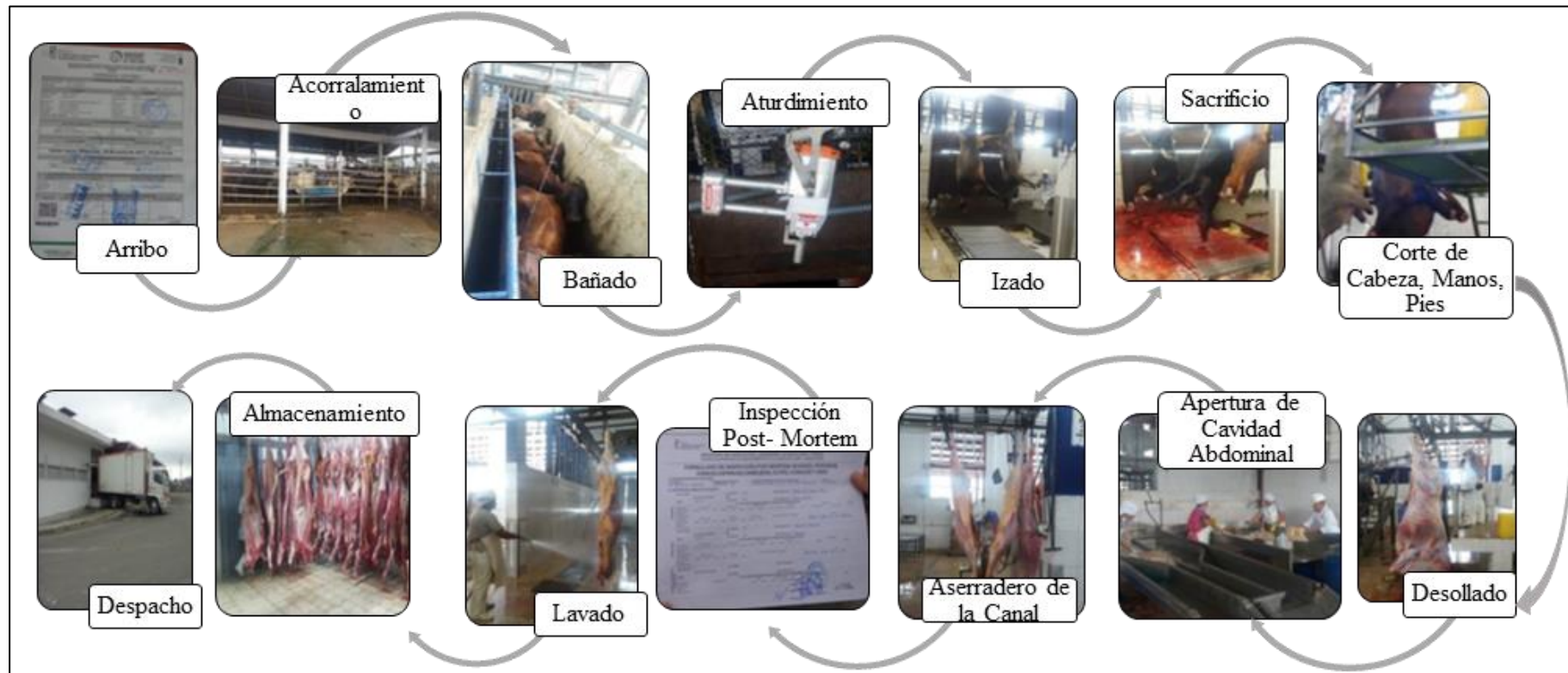


Figura 1. Diagrama de proceso para el faenamiento de ganado bovino

Tabla 1. Descripción del proceso para el faenamiento de ganado bovino.

Proceso	Descripción
Arribo	En el momento que ingresan los animales, el guardia solicita a los Introdutores que de donde procede el ganado y la guía de movilización otorgada por Agrocalidad. Luego se realiza una inspección ante-mortem para verificar que el animal esté en condiciones físicas y sanitarias aptas para ser faenado, en caso ser de sospecho de alguna enfermedad o dolencia los animales son colocados en un corral aparte para realizar los exámenes físicos y parámetros fisiológicos.
Acorralamiento	Los bovinos que pasan la inspección veterinaria y están aptos para el faenamiento son ingresados en los corrales donde deben cumplir un reposo mínimo de 6-12 horas tiempo en el cual no deben ser alimentados, pero si se debe suministrar agua para facilitar la evacuación y la relajación del animal.
Bañado	Antes del faenamiento el bovino es refrescado con un chorro de agua en la parte superior del animal, en este proceso se produce parte del agua residual que es enviada a las piscinas de separación de sólidos.
Aturdimiento	Una vez que se cumple con el reposo el animal ingresa a la manga de aturdimiento donde se realiza el duchado para evacuar la mayor cantidad de estiércol y más impurezas de la piel del animal, este espacio es estrecho para que evitar la movilidad del animal. El operador con un aturdidor de disparo noquea al animal dejándolo inmóvil, este proceso debe realizarse de manera asertiva en la parte superior de la frente del animal.
Izado	Luego de aturdido el bovino es elevado a los rieles por una pata trasera con el fin de evitar el contacto con el piso y se transporta a la tina de sangrado.
Sacrificio	Con un cuchillo cerca de la cabeza y se corta a través del cuello para cortar todos los tejidos blandos, ambas arterias carótidas y venas yugulares. Antes de seguir con el siguiente proceso se deja que se desangre hasta producir la muerte del animal, la sangre es conducida por tuberías a las piscinas de separación de sólidos.
Corte de Cabeza, Manos, Pies	Luego del desangrado, se continúa con el desollado manual con la utilización de un cuchillo para el corte de las patas.
Desollado	Se lo realiza con un cuchillo haciendo un corte en el pecho para después con el rodillo mecánico sacar el cuero, el cual es entregado a cada propietario.

Tabla 1. Cont

Apertura de Cavidad Abdominal	Se realiza un corte en el pecho de la res con un cuchillo, donde separan las tripas y panza, hígado y otras vísceras del aparato respiratorio y corazón; también extraen los riñones y el sebo. Las vísceras son enviadas al área sucia donde son lavadas y separadas, para luego ser entregadas al dueño.
Aserradero de la Canal	Luego se hace el corte de la res en dos mitades con la ayuda de una sierra mecánica, que facilita su división por medio del hueso del espinazo, quedando de esta forma una correcta distribución del hueso en cada media res.
Inspección Post-Mortem	El veterinario realiza diariamente el control para identificar si la carne presenta alguna anomalía. Esto se realiza para determinar si esta apta o no para consumo humano.
Lavado	La carne es lavada con agua a presión y se rocía una solución de ácido láctico para eliminar cualquier microorganismo patógeno.
Almacenamiento	Se almacena la carne, en los cuartos fríos por un tiempo máximo de 24 horas, a una temperatura de -10°C .
Despacho	Por último se procede al despacho. La carne es transportada mediante los rieles hasta el área de despacho.

Fuente: Trabajo de campo realizado por EPMRPG-SD, 2017
Observación personal de la Autora

El faenamiento del porcino es realizado en un área adjunta a la del bovino, el proceso que sigue para el faenamiento de ganado porcino se muestra en la figura 2 y la descripción de cada proceso en la tabla 2.



Figura 2. Diagrama de proceso para el faenamiento de ganado porcino

Tabla 2. Descripción del proceso para el faenamiento de ganado porcino.

Proceso	Descripción
Arribo y Acorralamiento	Los cerdos son inspeccionados por el guardia y se revisa que estos tengan el certificado de Agrocalidad y también la procedencia de los animales. Luego el veterinario realiza la inspección Ante Mortem para llevarlos a los corrales donde permanecen por un tiempo mínimo de 3 a 6 horas antes de su ingreso al proceso de faenamiento.
Insensibilización	Se realiza con un aturdidor eléctrico, que deja inmóvil al animal provocando un ataque epiléptico y luego la pérdida de la conciencia.
Sangría	Con un cuchillo se realiza un corte en la entrada del pecho para cortar las arterias carótidas y venas yugulares. Antes de seguir con el siguiente proceso se deja que se desangre hasta producir la muerte del animal, la sangre es conducida por tuberías a las piscinas de separación de sólidos.
Escaldado, Depilado Mecánico y Manual	Los animales son introducidos en un tanque de agua hirviendo a 40°C aproximadamente para luego ser enviados a la maquina peladora, donde se retiran los pelos y la capa cornea de la epidermis y por último es enviado a una mesa donde retiran manualmente el pelo que ha quedado.
Izado	Posteriormente el cerdo es levantado a los rieles por sus dos patas traseras y es transportado al área de evisceración.
Evisceración	Seguidamente con un cuchillo se realiza un corte en el pecho del porcino para extraer o retirar las vísceras abdominales y torácicas y se retira el ano. Las vísceras comestibles (tripas, corazón, hígado, lenguas, pulmones, riñones) se las entrega al dueño del animal mientras que las no comestibles (cola, ano, órganos sexuales) son incineradas.
Chamuscado	Aquí se realiza el chamuscado para quemar los pelos restantes que han quedado del proceso anterior. Para este proceso se utiliza el gas de uso doméstico.
Inspección Post – Mortem	El veterinario realiza diariamente el control para identificar si la carne presenta alguna anomalía. Esto se realiza para determinar si esta apta o no para consumo humano, si la carne no es apta es decomisada e incinerada.

Tabla 2. Cont.

Lavado de Vísceras	Las vísceras comestibles como: tripas, corazón, hígado, lenguas, pulmones, riñones, que son lavadas y luego son entregadas al dueño. En este proceso se generan los desechos orgánicos como: cola, ano, órganos sexuales, que son enviados al incinerador y las aguas residuales son conducidas a las piscinas de separación de sólidos.
Almacenamiento	Luego los cerdos se lavan con agua a presión para eliminar restos de pelos y sangre, la carne se almacena en los cuartos fríos máximos de 24 horas. Las cámaras frías se encuentran a una temperatura de -10°C
Despacho	Por último se procede al despacho. La carne es transportada mediante los rieles hasta el área de despacho.

Fuente: Trabajo de campo realizado por EPMRPG-SD, 2017
Observación personal de la Autora

2.1. Localización

La Empresa Pública Municipal de Rastros y Plazas de Ganado de Santo Domingo (EPMRPG-SD) está ubicado en la vía Las Mercedes Km 1 ½ en el sector Brasilia del Toachi, Santo Domingo, Ecuador. Las coordenadas UTM de la planta de faenamiento son: 706793 este y 9972943 norte (Alvear, 2017).

El clima que predomina en la provincia es tropical lluvioso, esto se debe a que es influenciado por las corrientes del Océano Pacífico y está sujeto a las precipitaciones causadas por el fenómeno El Niño. Tiene una temperatura media mínima de 22,3 °C mientras que la temperatura media máxima de 27,5 °C y la precipitación interanual media tiene un valor de 3.200 mm con 287 días de lluvia anualmente (Alvear, 2017).



Figura 3. Imagen Aérea de la Ubicación de la EPMRPG-SD

2.2. Metodología

En la presente propuesta tecnológica la metodología radica en una investigación de campo, cuantitativa e investigación documental.

La investigación de campo se basa en recolectar los datos directamente de donde ocurren los hechos sin manipular ninguna variable, es por eso que su carácter de investigación no es experimental (Arias, 2012).

La investigación cuantitativa es en la que se acopian y analizan datos cuantitativos sobre variables. Este tipo de investigación basa sus análisis estadísticas para dar resultados a las causas-efectos de la investigación (Stracuzzi & Martins, 2012).

La investigación documental se basa en recopilar información de varias fuentes, es decir indagar información de diferentes investigadores sobre un tema en documentos escritos u orales (Stracuzzi & Martins, 2010).

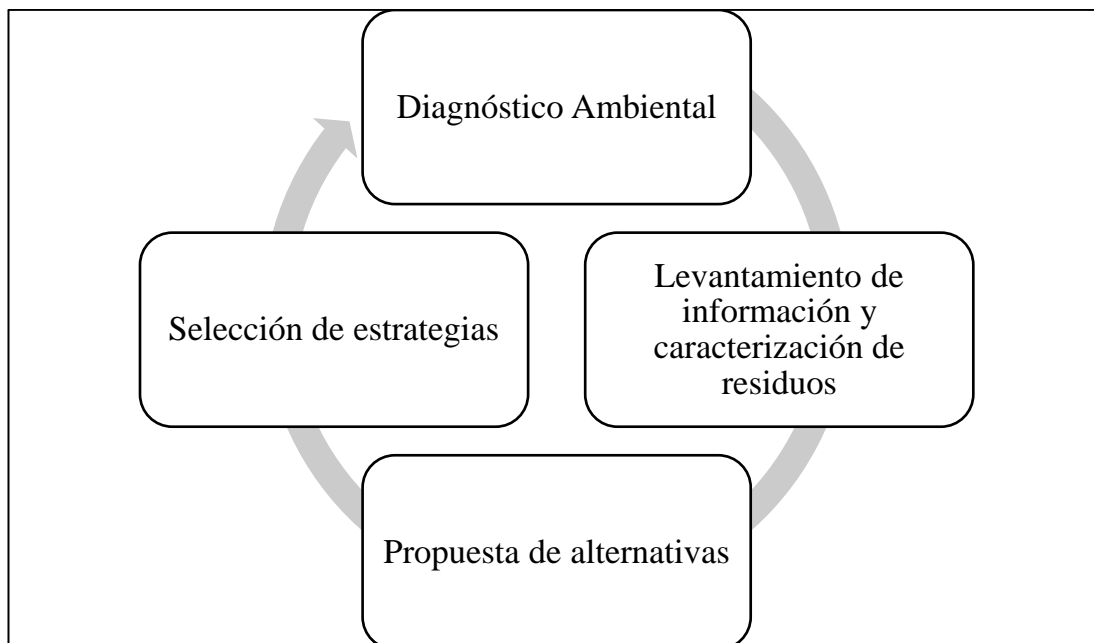


Figura 4. Esquema de la metodología

Diagnóstico Ambiental

Se realizó una visita IN SITU a la EPMRPG- SD para evaluar los impactos ambientales asociados a la generación de residuos en el proceso productivo del faenamiento de ganado bovino y ganado porcino.

Levantamiento de información y caracterización de residuos

El levantamiento de información es un proceso mediante el cual se recopila datos e información de la situación actual de la generación de residuos, con el fin de identificar problemas y oportunidades de mejora.

Después de realizar el diagnóstico ambiental se procedió a tomar datos de los tipos de residuos y las cantidades generadas por bovino y porcino.

Para determinar los distintos residuos generados se realizó una entrevista al médico veterinario encargado. Para calcular las cantidades de residuos se tomó algunas muestras por animal para luego hacer el promedio del porcentaje de residuos obtenidos por bovinos y porcinos.

Propuesta de alternativas

De acuerdo a la caracterización realizada anteriormente se va a proponer diferentes alternativas de aprovechamiento de los residuos orgánicos generados en el proceso productivo del faenamiento y a continuación seleccionar las estrategias más adecuadas.

Selección de estrategias

Por último se procedió a escoger la mejor alternativa para aprovechar los residuos generados en el proceso productivo del camal, considerando los términos económicos y ambientales.

2.3. Parámetros de evaluación

Los parámetros que se tomaron en cuenta para esta propuesta fueron las diferentes alternativas para los usos que se le pueden dar a los residuos y el análisis costo beneficio.

Las diferentes alternativas que se le pueden dar a los residuos orgánicos generados en el camal de Santo Domingo se las muestra en la tabla 3.

Tabla 3. Alternativas de aprovechamiento de residuos

Residuo	Alternativa
Sangre	Harina de sangre Plasma sanguíneo
Contenido ruminal	Abono Orgánico Bloques nutricionales
Sebo	Jabón Grasa

Sangre

Obtención de Harina de sangre

La harina de sangre es un resultado del procesamiento de la sangre, esta harina cuenta con un alto contenido proteico que es procedente de la deshidratación de la sangre. La calidad de la harina de sangre puede variar por diferentes factores como la temperatura o el tipo de proceso aplicado.

Este producto se usa como ingrediente para la fabricación balanceada de raciones de animales y se comercializa en la avicultura, la cría de cerdos y en las raciones de animales domésticos; también se utiliza como fertilizante por su alto contenido nitroso y su rápida acción.

El proceso a seguir para elaborar la harina de sangre es el siguiente:

Recolección de la sangre: Para proceder a la recolección primero se procedió a extraer la sangre del bovino realizando una punción en la yugular del animal mediante el cuchillo tipo vampiro, éste se encuentra conectado con una manguera flexible hacia las canecas plásticas.

Almacenamiento: Posteriormente la sangre es llevada al tanque de almacenamiento el cual contiene una solución de citrato sódico para evitar que la sangre se coagule.

Deshidratación y Enfriamiento: Luego la sangre es llevada al cooker donde se elimina la mayor cantidad líquida de la sangre para lo cual se trabaja a una temperatura de 80°C en un tiempo de 4 horas. El enfriamiento se lo realiza dentro del cooker en 2,5 horas hasta que llegue a 20°C.

Descarga y tamizado del producto: Después del enfriamiento se descarga la harina de sangre para pasar por el tamiz de malla de 6/8 cuyo diámetro de partícula es 2 mm para que la harina quede homogénea.

Producto final: Como producto final se obtiene la harina de sangre la cual se va a vender por kilogramo.

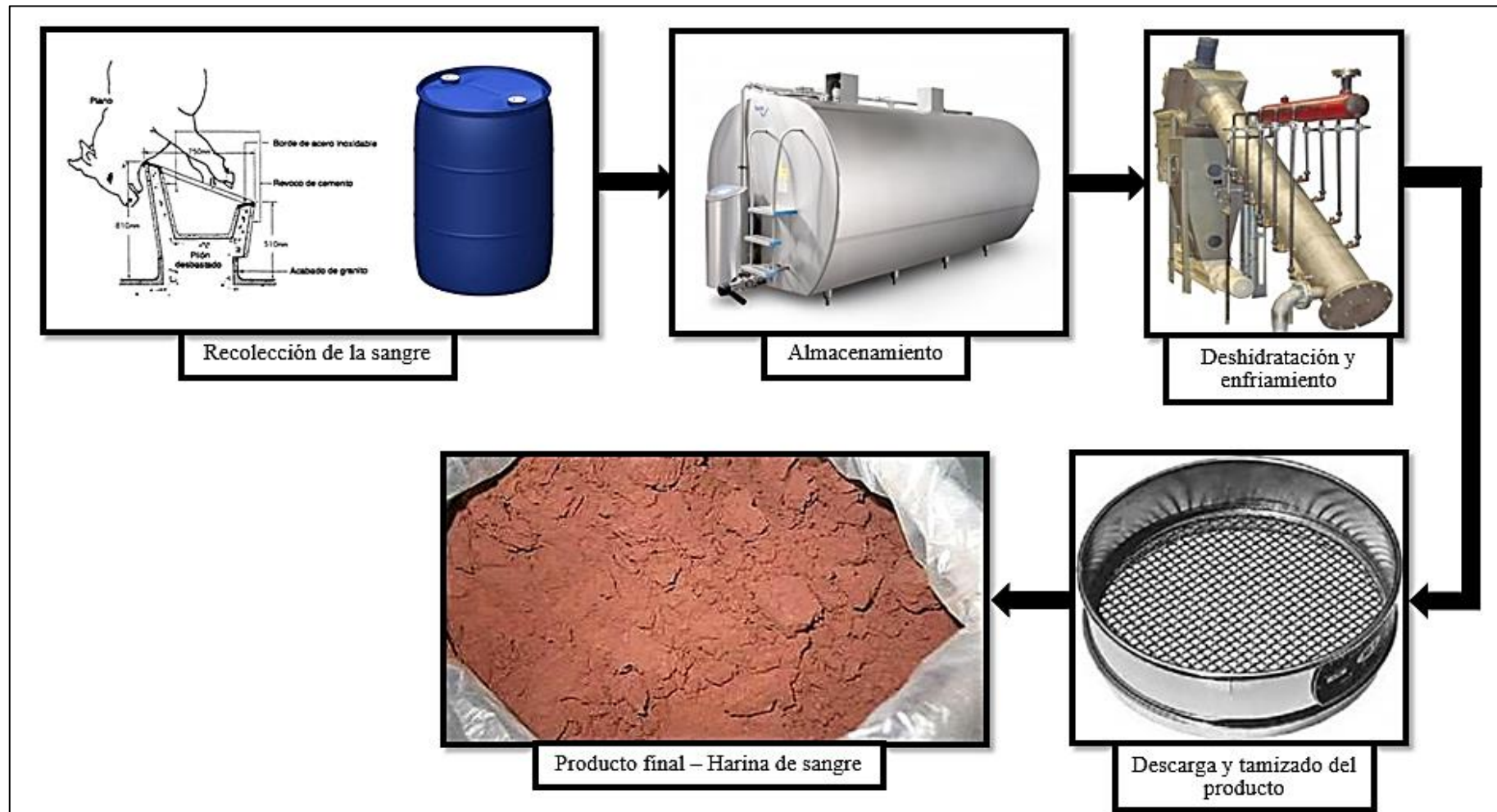


Figura 5. Diagrama de proceso para la obtención de harina de sangre

Tabla 4. Costos de equipos y utensilios para elaboración de harina de sangre (Beltrán & Perdomo, 2007)

Equipos y/o utensilios	Canti- dad	Costo Unitario (\$)	Costo Total (\$)
Tanque para el almacenamiento de la sangre con sistema de bombeo neumático (1000 Litros)	4	9.262,0	37.048,0
Cooker o digestor de sangre (1500 Litros)	3	28.200,0	84.600,0
Canecas plásticas (50 Litros)	30	32,5	975,0
Cuchillos tipo vampiro	15	50,6	759,0
Zaranda o tamiz (2mm de diámetro)	30	35,0	1051,1
		Total	124.433,1

Tabla 5. Costos operativos mensuales para la obtención de harina de sangre (Beltrán & Perdomo, 2007)

Consumos mensuales	Unidad	Canti- dad	Costo unita- rio (\$)	Costo total (\$)
Insumos (citrato sódico)	Tonelada	5	680,0	3.400,0
Empaque	Bolsa Plástica	94.441,5	0,06	5.666,5
Técnico	Personas	2	1.400,0	2.800,0
Operarios	Personas	8	450,0	3.600,0
Aseo y Mantenimiento	Personas	3	500,0	1.500,0
Secretaria	Personas	1	400,0	400,0
Energía eléctrica	kw/h	9.000	0,025	225,0
			Total	17.591,5

Obtención del Plasma sanguíneo

El plasma sanguíneo es la fracción de la sangre que se obtiene a partir de centrifugación, este representa la mayor parte del volumen de la sangre (60-70%). Para separar el plasma de los glóbulos rojos se inyecta anticoagulante (citrato de sodio) en la sangre extraída y se procede posteriormente con la centrifugación.

Este producto se lo puede utilizar en la producción cárnica para: hamburguesa, chorizo, longaniza, mortadelas, salchichas, jamonadas, salchichón entre otros, jamones, lomo, roast beef, pavos, pollo relleno y también en la industria panificadora para mejorar sus propiedades funcionales.

El proceso a seguir para elaborar el plasma sanguíneo es el siguiente:

Recolección de la sangre: Para proceder a la recolección primero se procedió a extraer la sangre del bovino realizando una punción en la yugular del animal mediante el cuchillo tipo vampiro, éste se encuentra conectado con una manguera flexible hacia las canecas plásticas.

Almacenamiento: Posteriormente la sangre es llevada al tanque de almacenamiento el cual contiene una solución de citrato sódico para evitar que la sangre se coagule.

Centrifugación: Este proceso se caracteriza por separar las sustancias por medio de la fuerza centrífuga, se trabaja a una velocidad constante y el tiempo de centrifugación fue de 15 minutos.

Congelación: Luego de la centrifugación se obtuvo la fracción del plasma que es llevado a congelación con -10°C de temperatura.

Producto final: Como producto final se obtiene el plasma sanguíneo el cual se va a vender por kilogramo.

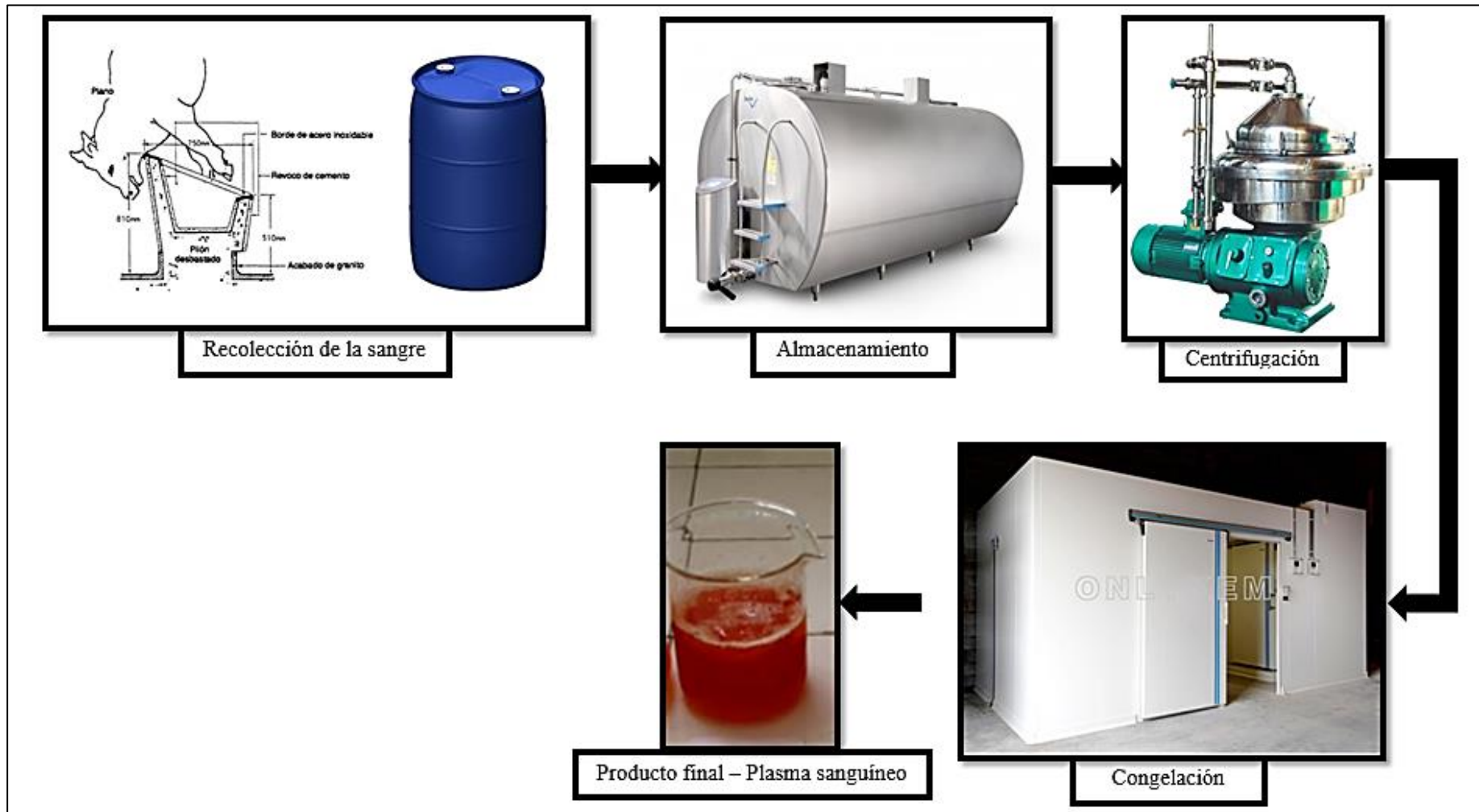


Figura 6. Diagrama de proceso para la obtención del plasma sanguíneo.

Tabla 6. Costos de equipos y utensilios para obtención del plasma sanguíneo (Beltrán & Perdomo, 2007)

Equipos y/o utensilios	Cantidad	Costo unitario (\$)	Costo total (\$)
Tanque de recepción de la sangre (1200L)	5	5.760,0	28.800,0
Centrífuga (200L)	15	20.520,0	30.7800,0
Canecas plásticas (50L)	30	32,4	972,0
Cuchillos tipo vampiro	15	50,6	759,0
		Total	338.331,0

Tabla 7. Costos operativos mensuales para la obtención de plasma sanguíneo (Beltrán & Perdomo, 2007)

Consumos mensuales	Unidad	Canti- dad	Costo unita- rio (\$)	Costo total (\$)
Insumo (citrato de sodio)	Tonelada	3	470,0	1.410,0
Empaque	Bolsa Plástica	94.441,5	0,1	5.666,5
Técnico	Personas	1	1.400,0	1.400,0
operarios	Personas	7	400,0	2.800,0
Aseo y Mantenimiento	Personas	3	450,0	1.350,0
Secretaria	Personas	1	400,0	400,0
Energía eléctrica	kw/h	7.500	0,025	187,5
			Total	13.214,0

Contenido ruminal

Obtención de abono orgánico

Una de las maneras de aprovechar el contenido ruminal es con la obtención de abono orgánico o compost, este abono ayuda a incrementar la fertilidad del suelo y con esto aumentando el contenido de nutrientes en los cultivos, mejorando el rendimiento y obteniendo cultivos de calidad.

Para su realización se lleva el contenido ruminal a las camas de maduración que tienen una dimensión de (10 m de largo) x (2 m de ancho) x (0,5 m de altura), para proteger a los materiales de las condiciones climáticas como la humedad se debe colocar las camas con cubiertas tipo invernadero.

El proceso a seguir para elaborar abono orgánico es:

Recolección del contenido ruminal: Como primer paso se recolecta el contenido ruminal con las carretillas para luego ser llevados a la cama de maduración.

Llevar el contenido ruminal a las camas de maduración: Luego de la recolección se lleva el contenido ruminal a las camas de maduración para su aprovechamiento. Primero se forma una capa 20 cm aprox. de contenido ruminal, luego una capa de hojas de 10 cm aprox., y luego una capa de 15 a 20 cm aprox. de contenido ruminal, igual a la primera para alternarlas.

Volteo de las camas: La cama se procede a voltear con las palas a los 15 días, la segunda vez se voltea a los 20 días después del primero, luego de los 30 días en la etapa de maduración, el compost está listo para ser utilizado.

Recolección de abono: Se procede a recolectar el abono para ser empaquetado en las bolsas.

Producto final: Como producto final se obtiene el abono orgánico el cual se va a vender por kilogramo.

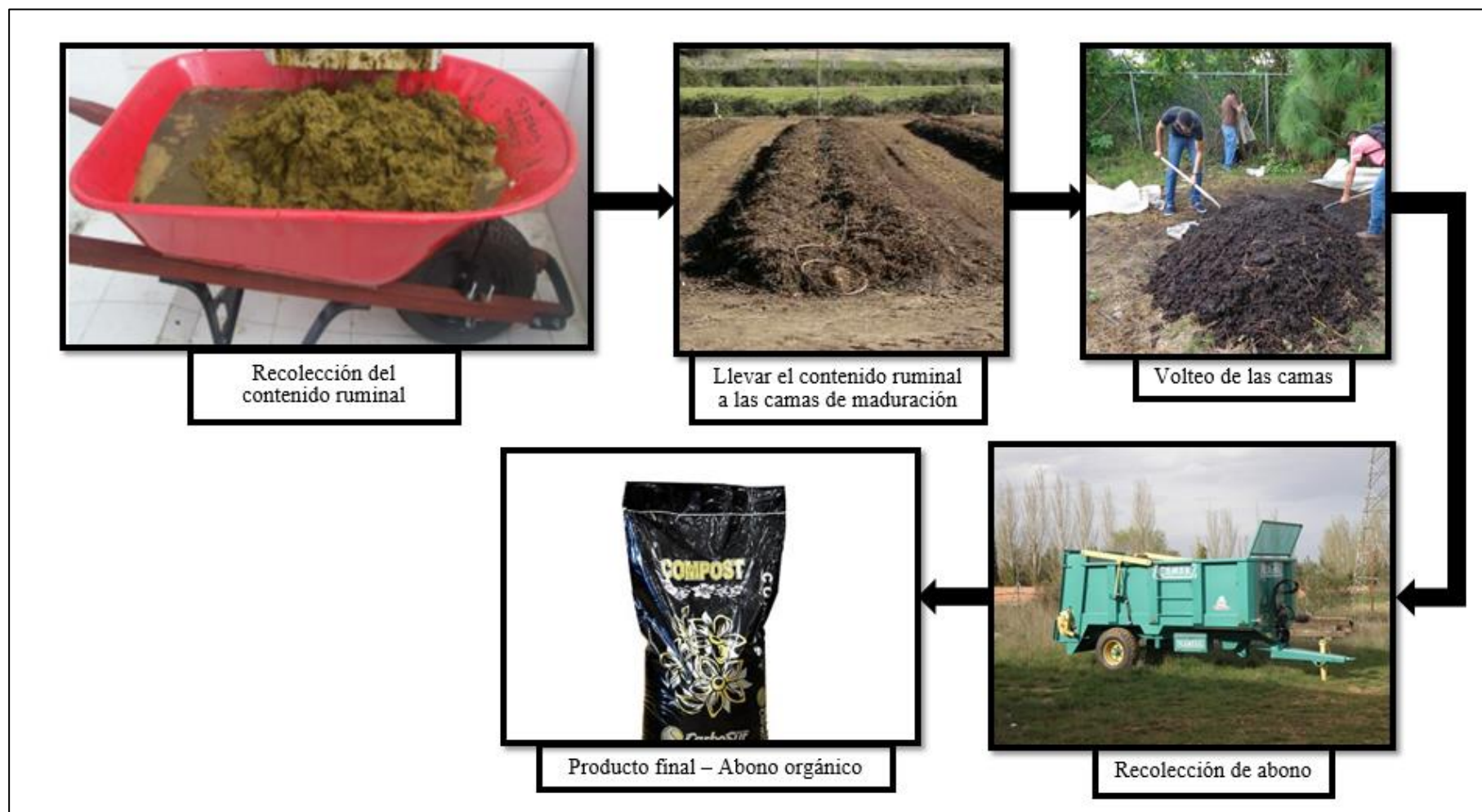


Figura 7. Diagrama de proceso para la elaboración de abono orgánico

Tabla 8. Costos de maquinaria y equipo para la obtención de abono orgánico (García, 2012)

Maquinaria y equipo	Canti- dad	Costo unita- rio (\$)	Costo total (\$)
Carretilla para el transporte de contenido ruminal	8	105,0	840,0
Rastrillos y palas	5	70,0	350,0
Carro recolector	3	500,0	1.500,0
Cosedora de bolsas	2	800,0	1.600,0
Báscula de 500 kilos	2	700,0	1.400,0
		Total	5.690,0

Tabla 9. Inversiones diferidas para la obtención de abono orgánico (García, 2012)

Item	Canti- dad	Costo unita- rio (\$)	Costo total (\$)
Gastos de Organización de la empresa	1	879,0	879,0
Licencias	4	1.400,0	5.600,0
Planes de calidad en la producción y ambientales	1	1.400,0	1.400,0
		Total	7.879,0

Tabla 10. Costos operativos mensuales para la obtención de abono orgánico (García, 2012)

Item	Canti- dad	Costo unitario (\$)	Costo total (\$)
Insumos	10	30,0	300,0
Técnico	1	1400,0	1.400,0
operarios	6	400,0	2.400,0
Aseo y Mantenimiento	3	450,0	1.350,0
Secretaria	1	400,0	400,0
Energía eléctrica	7000	0,025	175,0
Análisis de laboratorio	20	20,0	400,0
Programas de capacitación del personal	0,5	528,0	264,0
		Total	6.689,0

Obtención de bloques nutricionales

El contenido ruminal tiene una valiosa fuente de nutrimentos al ser incorporado en las dietas de animales herbívoros, ya que incorpora el alimento ingerido pero no digerido a la dieta del animal.

Los Bloques nutricionales son suplementos que proporcionan nutrientes como carbohidratos, proteínas y minerales. Su mayor ventaja es que incrementa el número de microorganismos benéficos mejorando así el ambiente ruminal y también permite

disminuir las pérdida de peso durante épocas secas que hay una baja disponibilidad de forrajes (Hómez, 2010).

El proceso que se sigue para obtener los bloques nutricionales es el siguiente:

Recolección del contenido ruminal: Se recolecta en el recipiente de acero inoxidable para luego ser transportado mediante carretilla.

Deshidratación del rumen: Se agregar cal agrícola al 1% para evitar malos olores y la humedad se disminuye en un 50% al secarlo al ambiente.

Molido: Mediante el molino de martillo se muele el contenido ruminal para obtener harina.

Homogenización: Mediante la mezcladora se procede a incorporar los ingredientes como: la melaza, la harina, urea, sal mineralizada y cal para obtener una sola masa.

Prensado: La mezcla se ubica en recipientes de acero inoxidable y se lubrica sus paredes para que no se adhieran al recipiente. Este proceso se demora 24 horas para posteriormente poderlos retirar del molde.

Secado: Los bloques nutricionales durante un tiempo de 15 días se los dejarán secar en un lugar fresco y seco.

Producto final: Como producto final se obtienen los bloques nutricionales de 5 kg cada uno.

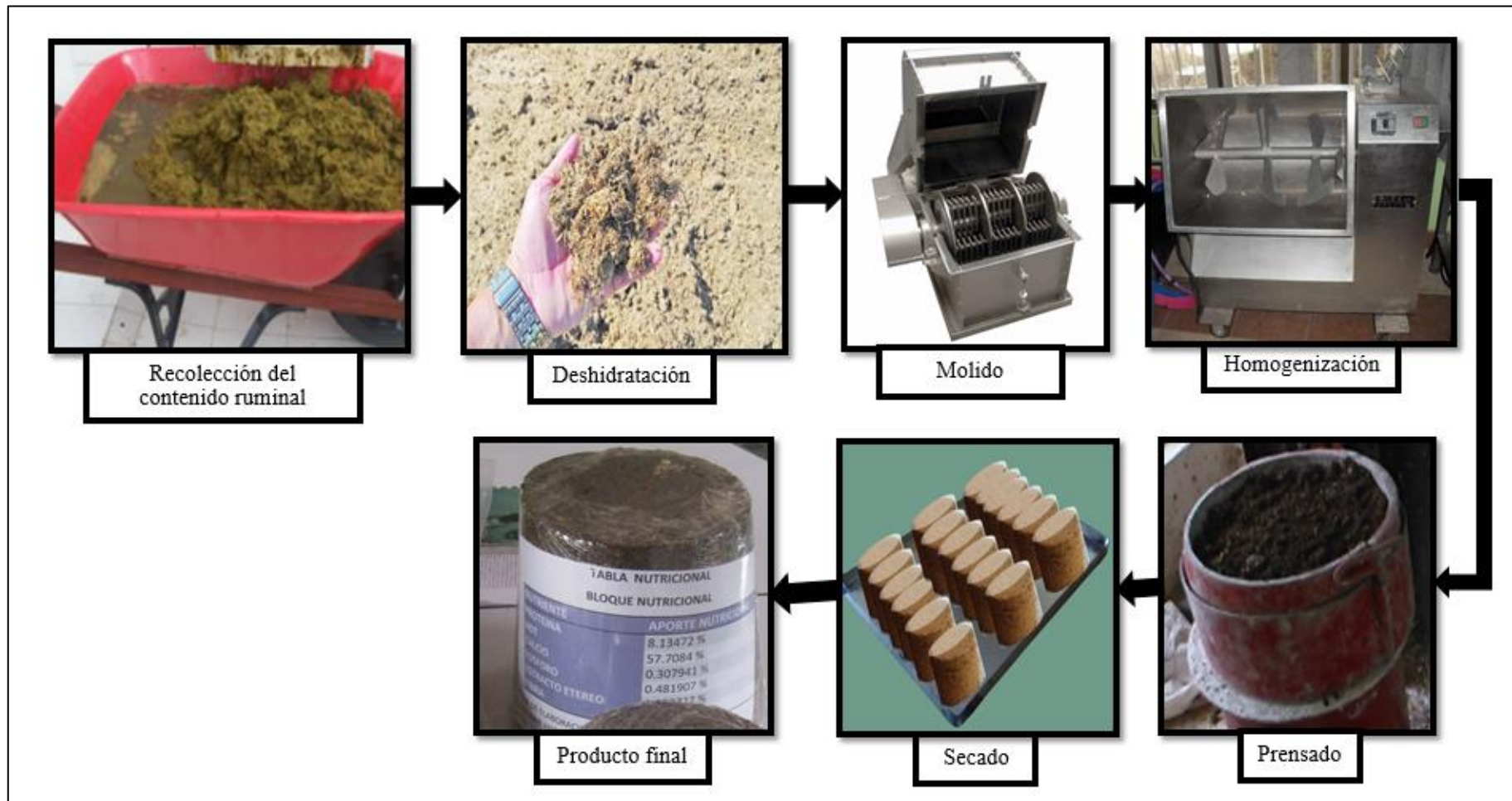


Figura 8. Diagrama de proceso para la obtención del bloque nutricional.

Tabla 11. Maquinaria y equipos utilizados para la obtención de bloques nutricionales (Ocaña, 2013)

Maquinaria Y Equipo	Cantidad	Costo Unitario (\$)	Costo Total (\$)
Recipiente de acero inoxidable (50 lt)	8	250,0	2.000,0
Bandejas de secado (torre de 16 bandejas)	3	1.500,0	4.500,0
Molino de martillos	4	2.100,0	8.400,0
Mezcladora (1000 lbs.)	3	1.800,0	5.400,0
Moldes	200	25,0	5.000,0
Balanza (15 kilos)	2	120,0	240,0
Utensilios de mezclado	3	200,0	600,0
		Total	26.140,0

Tabla 12. Costos operativos mensuales para la obtención de bloques nutricionales (Ocaña, 2013)

Item	Cantidad	Costo Unitario (\$)	Costo Total (\$)
Materia prima(melaza, urea, sal mineral, cal, hueso calcinado)	1	10.000,0	10.000,0
Técnico	1	1.400,0	1.400,0
operarios	7	400,0	2.800,0
Aseo y Mantenimiento	2	450,0	900,0
Secretaria	1	400,0	400,0
Energía eléctrica	6800	0,025	170,0
Programas de capacitación del personal	0,5	528,0	264,0
		Total	15934,0

Sebo

Obtención de Jabón

Una manera de aprovechar el sebo es en la fabricación de jabón, el sebo se lo emplea para elaborar el jabón que se caracteriza por ser resistente al enranciamiento pero se lo debe mezclar con otros aceites vegetales para que su textura no sea demasiado dura. Se puede obtener un jabón de alta calidad cuando el sebo es comestible y cuando son desperdicios un jabón de baja calidad.

El proceso para la obtención de jabón a partir del sebo es el siguiente:

Pesado: Se pesan los ingredientes en una balanza electrónica para la elaboración del jabón como lo son: sebo, hidróxido de sodio, aceite y etanol.

Fundición: Posteriormente se procede a fundir el sebo a una temperatura de 100°C con agua y con la varilla dando movimiento para que no se quemé el sebo. La función del agua es ayudar que no se quemé el sebo durante la fundición.

Filtración: Se filtra el sebo derretido en caliente utilizando una tela de filtrar, esto se realiza para eliminar las impurezas que bajan la calidad del jabón.

Agregado de aceite de palma: El resultado del proceso anterior se coloca en la estufa y se agrega el aceite de palma.

Saponificación: Se agrega hidróxido de sodio al 30% y se agita con una varilla, la mezcla se empieza a saponificar a una temperatura de 70°C.

Clarificación: Pasado 5 minutos del proceso anterior se agrega etanol al 95% a una temperatura de 70°C para que no se volatilice el etanol y clarifique el jabón.

Lavado: Se agrega agua al jabón.

Salado: Se agrega sal común para separar el jabón de la glicerina formada y del exceso de hidróxido de sodio. El jabón sube a la superficie debido a que tiene menos densidad porque es insoluble en el agua salada.

Separación del jabón y la lejía: Luego de 20 minutos se retira la masa compacta de jabón que flota. Al enfriarse se forman dos capas: en la parte de arriba el jabón y la de abajo la lejía. Posteriormente se agrega agua al jabón y se calienta de nuevo para eliminar restos de otras sustancias.

Amasado: Se lo realiza para tener una textura homogénea, aquí se le agrega colorante y aroma.

Moldeado y producto final: Se lo coloca en moldes y dentro de cuatro días ya está el producto final que es el jabón.

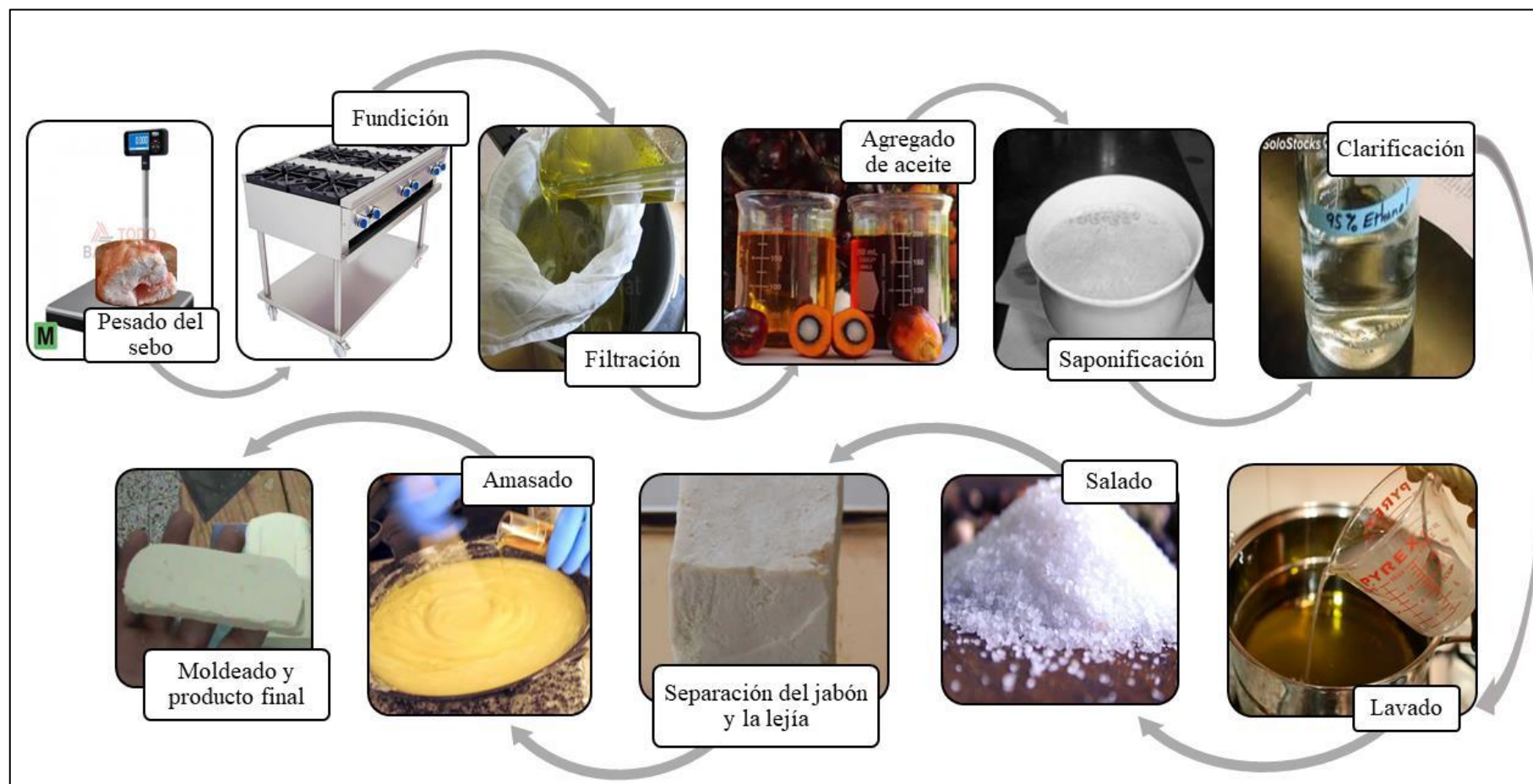


Figura 9. Diagrama de proceso para la obtención de jabón.

Tabla 13. Maquinaria y equipos utilizados para la obtención de jabón para lavar
(Cruz, 2004)

Maquinaria y equipo	Cantidad	Costo unitario (\$)	Costo total (\$)
Estufa industrial	3	400,0	1.200,0
Moldes de madera	10	73,8	738,0
Baldes plásticos	20	6,6	132,6
Pala acero inoxidable	10	14,0	140,0
Termómetro	10	24,5	245,0
Vasito medidor	10	4,8	48,1
Lentes protectores	4	6,4	25,7
Mesa	10	74,9	748,7
Estantes	5	160,4	802,1
Olla acero inoxidable	5	250,0	1.250,0
Cuchillo	8	20,0	160,0
Balanza	5	57,0	285,0
Escritorio	1	68,0	68,0
Computadora	1	688,8	688,8
Carretilla	5	105,0	525,0
		Total	7.057,0

Tabla 14. Inversiones diferidas para la obtención de jabón para lavar (Cruz, 2004)

Item	Canti- dad	Costo unitario (\$)	Costo total (\$)
Gastos de Organización de la empresa	1	879,0	879,0
Licencias	4	1.400,0	5.600,0
Planes de calidad en la producción y ambientales	1	1.400,0	1.400,0
		Total	7.879,0

Tabla 15. Costos operativos mensuales para la obtención de jabón para lavar (Cruz, 2004)

Item	Canti- dad	Costo unitario (\$)	Costo total (\$)
Técnico	1	1.400,0	1.400,0
operarios	7	400,0	2.800,0
Aseo y Mantenimiento	2	450,0	900,0
Secretaria	1	400,0	400,0
Energía eléctrica	9000	0,025	225,0
Programas de capacitación del personal	0,5	528,0	264,0
		Total	5.989,0

Tabla 16. Costos anuales de materia prima para la elaboración de jabón para lavar
(Cruz, 2004)

Materia prima	Unidad	Cantidad	Costo unitario (\$)	Costo total (\$)
Aceite de palma	L	35.319,5	0,04	1.554,1
Hidróxido de sodio	kg	882.988,5	0,03	24.723,7
Etanol al 95%	L	2.648.965,5	0,13	339.067,6
Sal común	g	4.414.942,4	0,02	70.639,1
Colorante	kg	882.988,5	0,05	45.915,4
Fragancia	kg	882.988,5	0,04	38.851,5
			Total	520.751,3

Obtención de grasa

Para obtener la grasa fundida a partir del sebo primero se procede a la desintegración mecánica para romper las células adiposas, luego se separa la grasa de los tejidos adiposos y por último se tiene un producto que tiene impurezas para lo cual se le hace un proceso de refinamiento.

El proceso a seguir para la obtención de grasa es el siguiente:

Recolección del sebo: Se procede a recolectar el sebo en canecas plásticas para posteriormente ser lavado.

Lavado y picado: Luego se procesa a lavar el sebo con la finalidad que esté libre de cal y sulfuros, para después proceder a picar el sebo aunque esto es opcional.

Caldera: Mediante el vapor de la caldera se extrajo la grasa animal, para esto se inyecta vapor a la caldera hasta obtener una temperatura de 120°C por un tiempo de 3 horas aproximadamente.

Limpieza: La grasa obtenida se la acidifica mediante ácido sulfúrico para eliminar las impurezas que tiene.

Producto final: Como producto final se obtiene grasa fundida.

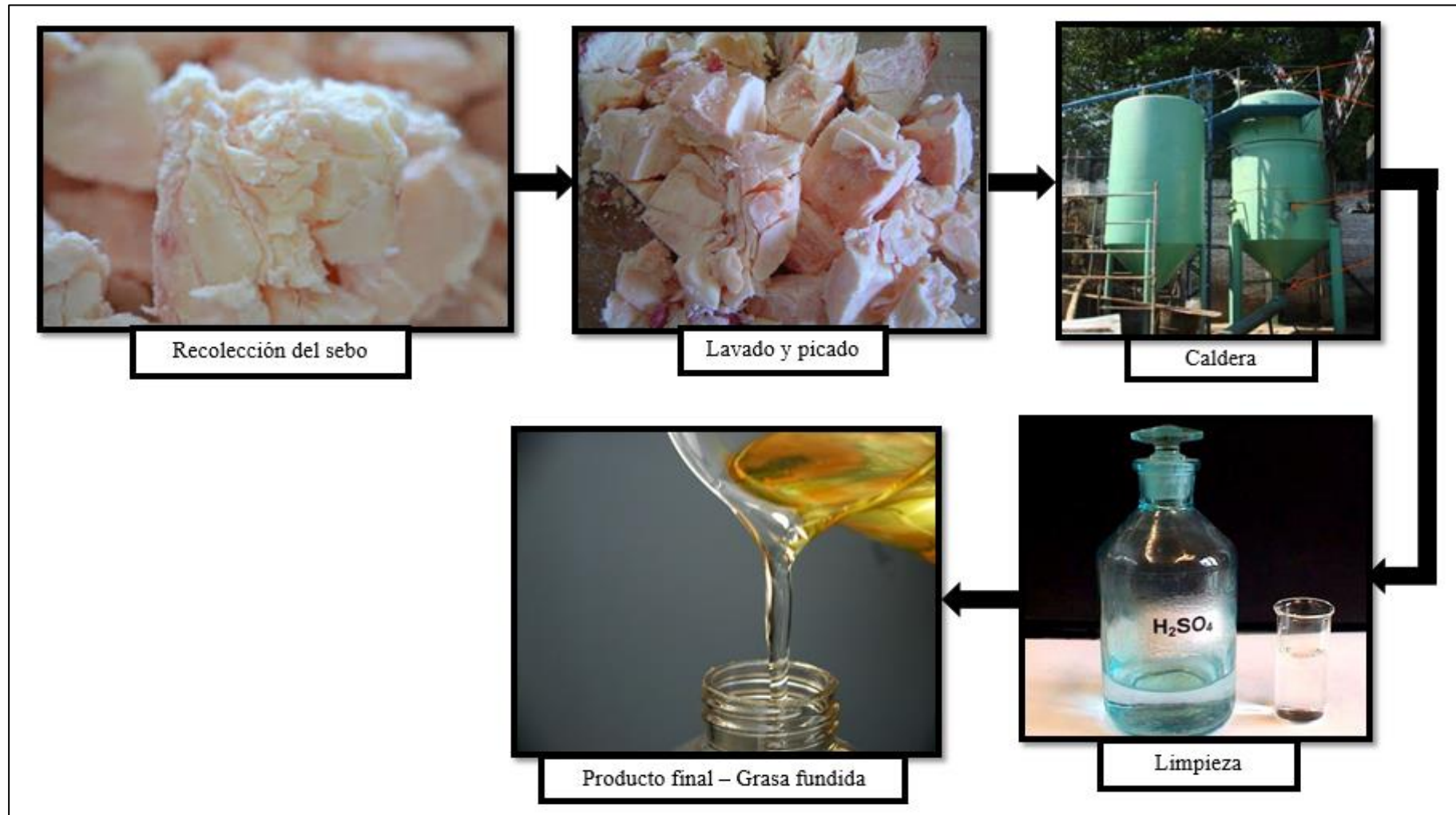


Figura 10. Diagrama de proceso para la obtención de grasa

Tabla 17. Maquinaria y equipos utilizados para la obtención de grasa (Rojas, 2010)

Maquinaria y equipo	Canti- dad	Costo unitario (\$)	Costo total (\$)
Autoclave	1	9.633,0	9.633,0
Caldera	1	8.163,5	8.163,5
Tanque alimentador de agua a caldera	1	1.726,0	1.726,0
Adicionales (tubería, canecas plásticas, etc.)	1	200,0	200,0
Imprevistos	1	350,0	350,0
		Total	20.072,5

Tabla 18. Costos operativos mensuales para la obtención de grasa (Rojas, 2010)

Item	Cantidad	Costo unitario	Costo total (\$)
Técnico	1	1.200,0	1.200,0
Operarios	5	400,0	2.000,0
Aseo y Mantenimiento	1	400,0	400,0
Energía eléctrica	8000	0,025	200,0
		Total	3.800,0

Análisis costo beneficio

El Análisis Costo Beneficio (ACB) se basa en evaluar si en un determinado tiempo el costo de un proyecto o medida es mayor o menor que los beneficios obtenidos, es decir permite valorar la mejor opción en términos económicos (Leal, 2010).

El flujo de caja neto (FCN) se utiliza para administrar los egresos e ingresos de caja de un proyecto y también sirve para conocer el futuro comportamiento de un proyecto, existen otros indicadores para saber la factibilidad de un proyecto como es el valor actual neto (VAN) en relación con la tasa interna de retorno (TIR) estos indicadores se calculan antes de la operación del proyecto. El VAN permite saber cuál será el valor en el presente de los ingresos y gastos que en el futuro se realizaran en el proyecto es decir mide la ganancia que se tendrá al descontar la inversión del valor actual del total del flujo de caja y el TIR indica la factibilidad de un proyecto si el TIR es negativo no es factible (Uday, 2013).

III. RESULTADOS

Diagnóstico

Los camales son muy importantes ya que con su actividad produce uno de los principales alimentos del consumo del país, cuya demanda al pasar del tiempo se encuentra en aumento debido a la alta tasa de crecimiento de la población. Debido al aumento en la demanda también ha habido un aumento en la generación de los residuos de las reses faenadas y por la falta de seguimiento por los entes de control estos terminan en los cuerpos hídricos, en el suelo causando daño a la fauna y flora de la zona, degradando el paisaje y por la descomposición propiciando la propagación de enfermedades.

Actualmente la empresa se encuentra en mejoras, sus residuos están siendo manejados como se muestra en la tabla 19 y también cuenta con un separador ciclónico que tiene como residuo contenido ruminal y agua residual la envían a la piscina de oxidación.

Mediante las visitas realizadas a la empresa se recopiló la información sobre el actual manejo de residuos, como se muestra en la tabla 19. Cabe recalcar que la realización de harina de sangre se la realizará posteriormente ya que en este momento están adecuando las instalaciones para la planta de harina.

Tabla 19. Manejo de residuos de la EPMRPG-SD

Residuo	Manejo del residuo
Sangre	Realización de harina
Grasa o sebo	Enviados al gestor
Contenido Ruminal (Manual-Separador de sólidos)	Enviados al gestor
Bilis	Entregados al dueño - Gestor
Cabeza, cuernos, orejas	Entregados al dueño
Pezuñas	Entregados al dueño
Cuero	Entregados al dueño
Vísceras	Entregados al dueño
Filtrafa	Una parte es incinerada y otra enviada al complejo ambiental
Pelos	Enviados a la basura

Mediante entrevistas realizadas a los gestores se conoció lo que ellos estaban realizando, con la sangre hacen harina de sangre, con el contenido ruminal hacen compost y la bilis es entregada al presidente de los ganaderos que la vende al gestor para hacer medicamentos.

Para calcular la cantidad de residuos generados, se tomó en consideración la información del número de animales faenados en el año 2017 (ver tabla 20) y también el porcentaje promedio de residuos por canal, de bovinos (ver tabla 21) y porcinos (ver tabla 22).

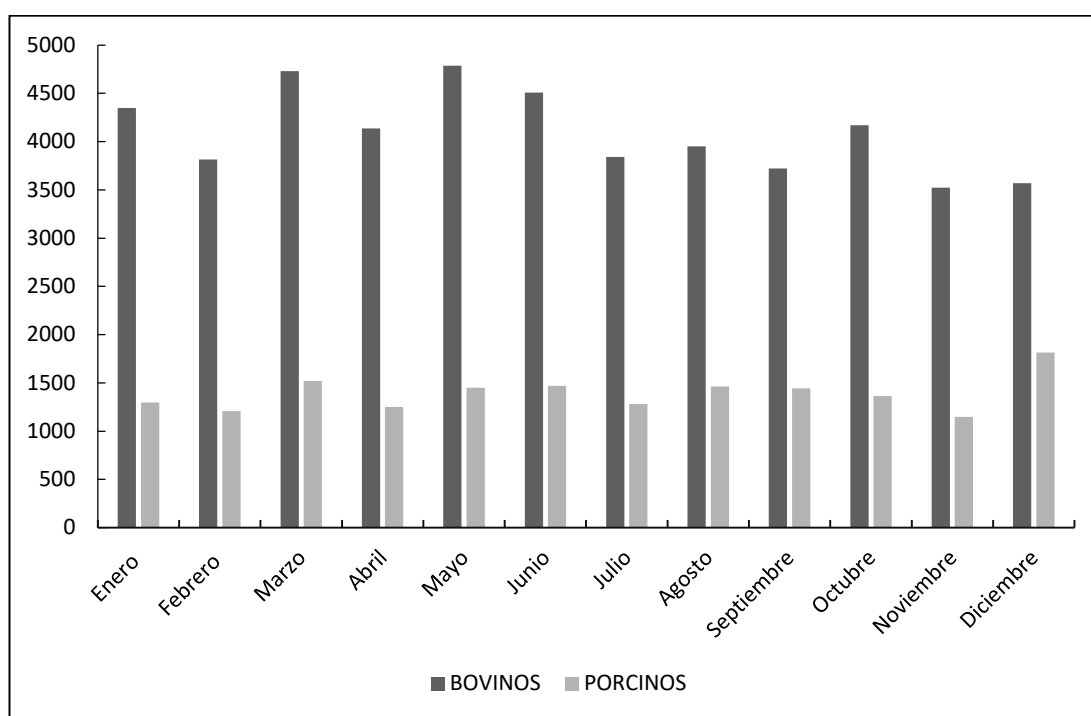


Figura 11. Cantidad de bovinos y porcinos faenados en el año 2017

Tabla 20. Cantidad de bovinos y porcinos faenados en el año 2017

Mes	Bovinos	Porcinos
Enero	4349	1297
Febrero	3815	1207
Marzo	4729	1519
Abril	4138	1252
Mayo	4788	1449
Junio	4508	1471
Julio	3841	1282
Agosto	3950	1464
Septiembre	3722	1442
Octubre	4168	1362
Noviembre	3523	1149
Diciembre	3568	1815

Para determinar el porcentaje de residuo por bovino se calculó un número de muestras en la empresa para luego hacer el promedio del porcentaje de residuo obtenido por res. Siendo el peso promedio del bovino en pie de 417,8 kg y el bovino faenado de 272,7 kg, el peso promedio obtenido de cada residuo se lo muestra en la figura 12 y la tabla 21; pero para el cálculo de la sangre se consideró que por cada kg de peso vivo del animal tiene 60 ml de sangre.

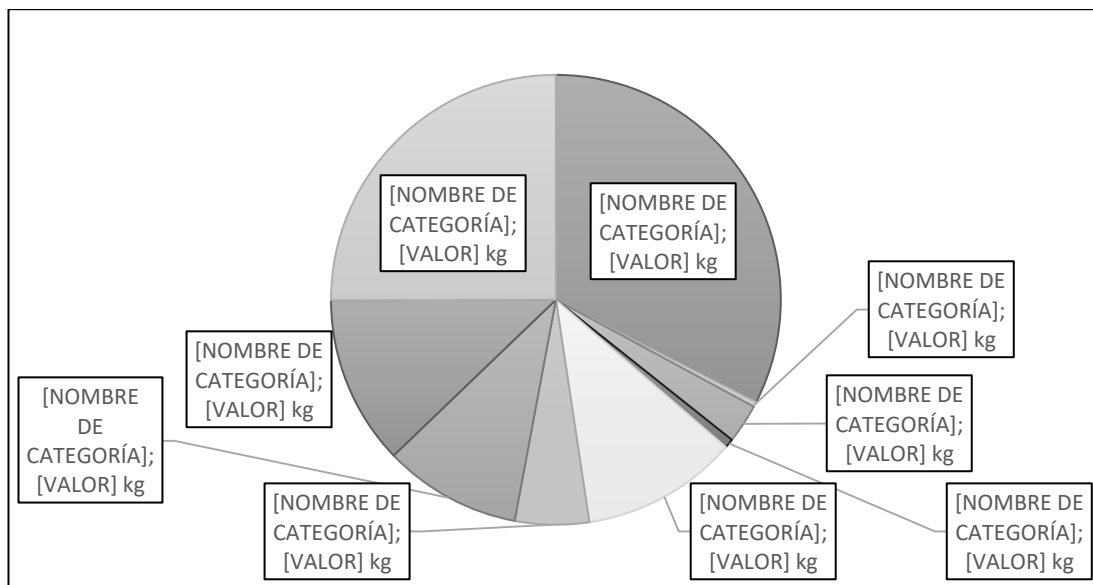


Figura 12. Cantidad en kilogramo de residuo por bovino

Tabla 21. Porcentaje de residuo por bovino

	Cantidad (kg)	Porcentaje (%)
Sangre	47,12	11,3
Bilis	0,54	0,1
Sebos	4,08	1,0
Filtrafa	0,95	0,2
Cabeza, cuernos, orejas	16,33	3,9
Pezuñas	7,71	1,8
Cuero	14,33	3,4
Contenido Ruminal	17,60	4,2
Vísceras	36,29	8,7

Con el fin de determinar el porcentaje de residuo por porcino se calculó un número de muestras en la empresa para luego hacer el promedio del porcentaje de residuo obtenido por porcino. Siendo el peso promedio del porcino en pie de 85,4 kg y el porcino faenado 66,3 kg, y el peso promedio obtenido de cada residuo se lo muestra en la figura 13 y en la tabla 22; pero para el cálculo de la sangre se consideró que por cada kg de peso vivo del animal tiene 70 ml de sangre.

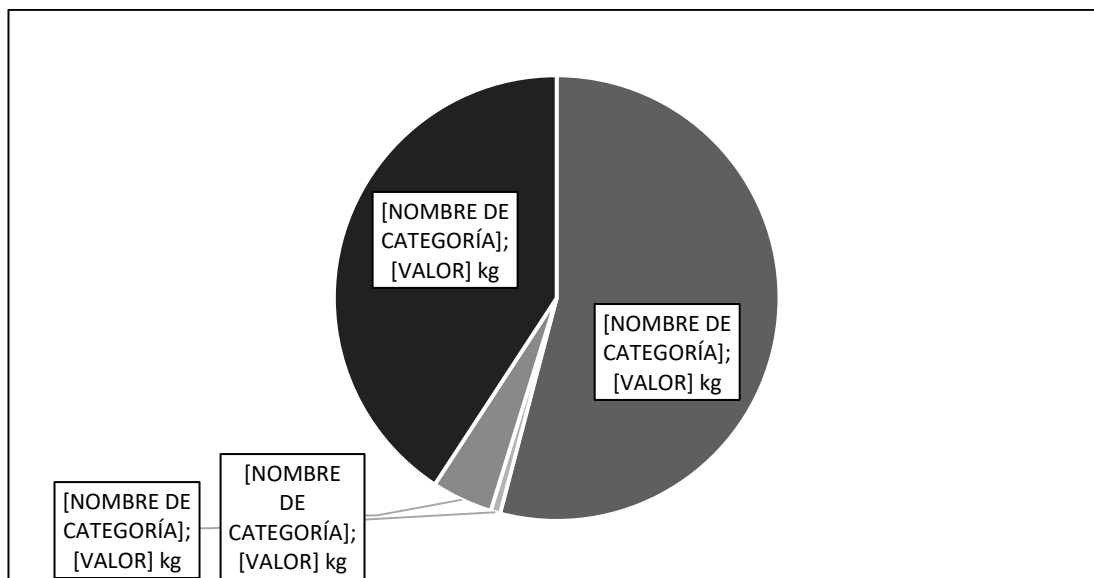


Figura 13. Cantidad en kilogramo de residuo por porcino

Tabla 22. Porcentaje de residuo por porcino

	Cantidad (kg)	Porcentaje (%)
Sangre	10,53	12,32
Bilis	0,14	0,16
Testículos, aparato reproductivo y ano	0,86	1,01
Vísceras	7,94	9,29

Con los datos mostrados en las tablas anteriores se calculó la cantidad de residuos generados en el año 2017 tanto de bovinos como de porcinos.

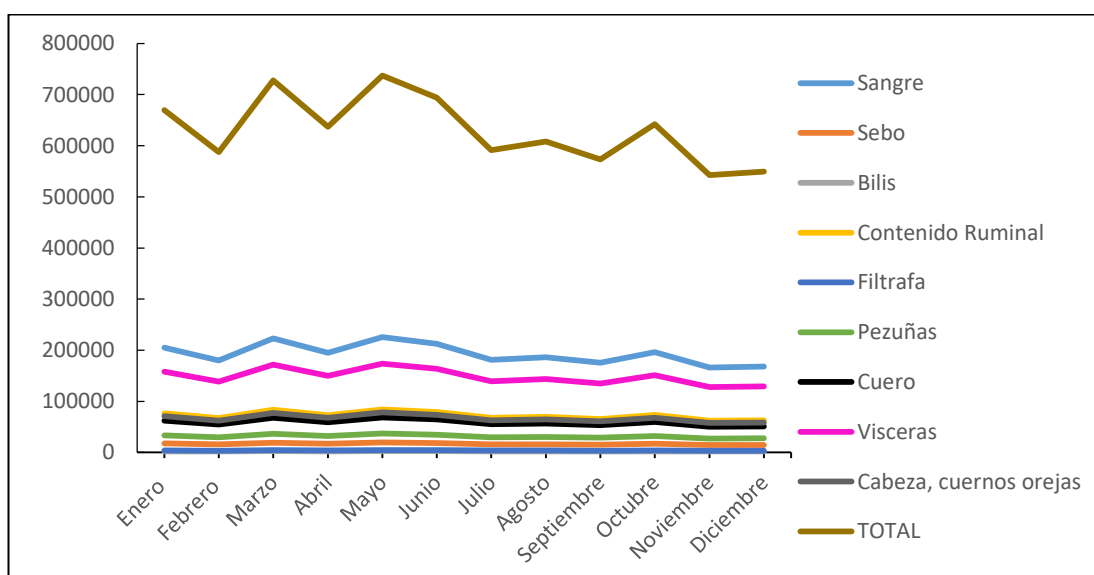


Figura 14. Total de residuos vs. residuo generado por mes del ganado bovino.

Tabla 23. Cantidad de residuos producidos en el año 2017 por bovino

Mes	Cantidad de residuos (kg)									Total
	Sangre	Sebo	Bilis	Contenido Ruminal	Filtrafa	Pezuñas	Cuero	Vísceras	Cabeza, cuernos, orejas	
Enero	204938,9	17754,1	2367,2	76539,7	4142,6	33535,4	62336,5	157813,9	71016,2	669585,5
Febrero	179775,1	15574,1	2076,5	67141,6	3634,0	29417,7	54682,4	138436,4	62296,4	587369,2
Marzo	222845,7	19305,3	2574,0	83227,5	4504,6	36465,7	67783,2	171603,1	77221,4	728091,4
Abril	194995,9	16892,7	2252,4	72826,3	3941,6	31908,4	59312,1	150157,2	67570,7	637099,3
Mayo	225625,9	19546,2	2606,2	84265,9	4560,8	36920,6	68628,9	173744,0	78184,8	737175,3
Junio	212431,4	18403,1	2453,8	79338,0	4294,1	34761,5	64615,5	163583,6	73612,6	694065,6
Julio	181000,3	15680,2	2090,7	67599,2	3658,7	29618,2	55055,0	139379,9	62720,9	591372,2
Agosto	186136,7	16125,2	2150,0	69517,6	3762,5	30458,7	56617,4	143335,2	64500,8	608154,2
Septiembre	175392,6	15194,4	2025,9	65504,9	3545,4	28700,6	53349,4	135061,7	60777,7	573050,6
Octubre	196409,5	17015,2	2268,7	73354,2	3970,2	32139,7	59742,1	151245,8	68060,6	641718,1
Noviembre	166015,1	14382,1	1917,6	62002,6	3355,8	27166,1	50497,0	127840,5	57528,2	542412,0
Diciembre	168135,6	14565,8	1942,1	62794,6	3398,7	27513,1	51142,0	129473,4	58263,0	549340,3
Total	2313702,6	200438,4	26725,1	864112,2	46769,0	378605,8	703761,4	1781674,5	801753,5	7117542,59

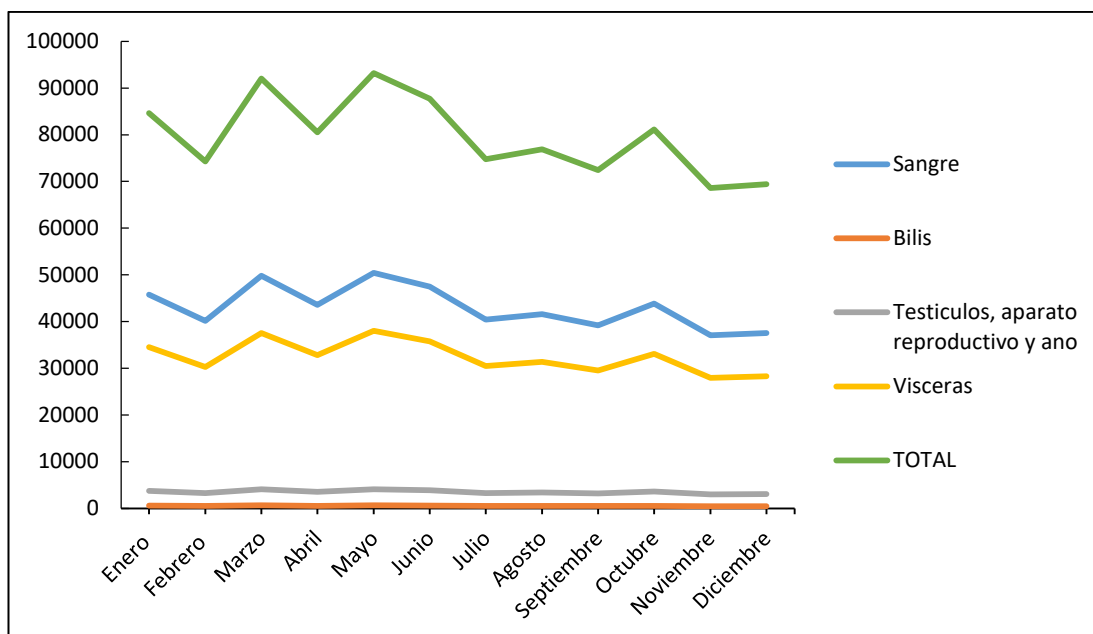


Figura 15. Total de residuos vs. residuo generado por mes del ganado porcino

Tabla 24. Cantidad de residuos producidos en el año 2017 por porcino

Mes	Cantidad de residuos (kg)				Total
	Sangre	Bilis	Testículos, aparato reproductivo y ano	Visceras	
Enero	45785,7	591,8	3748,1	34521,8	84647,4
Febrero	40163,9	519,1	3287,9	30283,0	74253,8
Marzo	49786,3	643,5	4075,6	37538,2	92043,6
Abril	43564,4	563,1	3566,2	32846,9	80540,6
Mayo	50407,5	651,5	4126,4	38006,5	93191,9
Junio	47459,7	613,4	3885,1	35783,9	87742,1
Julio	40437,6	522,7	3310,3	30489,3	74759,9
Agosto	41585,1	537,5	3404,2	31354,6	76881,4
Septiembre	39184,8	506,5	3207,7	29544,7	72443,7
Octubre	43880,2	567,2	3592,1	33085,0	81124,5
Noviembre	37089,7	479,4	3036,2	27965,1	68570,4
Diciembre	37563,5	485,5	3075,0	28322,3	69446,3
Total	516908,3	42314,8	389741,3	1336780,3	955645,7

Finalmente, está propuesta se llevó a cabo para ver la factibilidad económica y ambiental de algunas propuestas de aprovechamiento de los residuos orgánicos generados en el proceso productivo del camal de Santo Domingo.

Propuesta Tecnológica

Mediante las entrevistas realizadas a los distintos gestores del camal, con la ayuda de fuentes bibliográficas y artículos científicos relacionados con la temática se logró tener varias alternativas, las cuales se muestran en los parámetros de evaluación. Con las distintas alternativas se hizo un análisis económico mediante el TIR y VAN para saber la factibilidad económica que tiene cada alternativa y así conocer cuál es más conveniente elaborarla.

De acuerdo con el análisis económico se recomienda que para el aprovechamiento de sangre es más viable la obtención de harina de sangre debido a que el valor actual neto es de 1.543.473,65 dólares y tiene una tasa interna de retorno de 87%, mientras que en la obtención de plasma sanguíneo tiene un valor actual neto es de 1.983.214,24 dólares y tiene una tasa interna de retorno de 76%; para el contenido ruminal es más viable la obtención de bloques nutricionales debido a que el valor actual neto es de 465.209,60 dólares y tiene una tasa interna de retorno de 57%, mientras que en la obtención de abono orgánico tiene un valor actual neto es de 169.528,01 dólares y tiene una tasa interna de retorno de 39%; con respecto al sebo es más viable la obtención de jabón debido a que el valor actual neto es de 199.408,24 dólares y tiene una tasa interna de retorno de 53%, mientras que en la obtención de grasa tiene un valor actual neto es de -170.423,89 dólares.

Análisis económico

Para la evaluación del análisis costo beneficio se requiere conocer la inversión del proyecto, los costos operativos, de reposición y se hace una estimación de los ingresos. La estimación de los ingresos es de acuerdo al costo del producto por la cantidad producida en un año, a partir del año 2 se multiplica por 1,5% que corresponde a la inflación media anual en el Ecuador.

Para el cálculo del VAN se utilizó la tasa de descuento referencial en base a los datos obtenidos en el Banco Central del Ecuador con respecto al mes de Abril del 2018 que tiene una tasa de 9,56%.

Para la obtención de harina de sangre se tomó en cuenta que la Empresa Pública Municipal de Rastros y Plazas de Ganado de Santo Domingo produjo aproximadamente 2.830.610,93 kg de sangre en el año 2017, valor que se tomó en cuenta para la producción anual de sangre de la empresa y de esta cantidad de sangre se elabora 1.133.297,9 kg de harina de sangre y el precio en el mercado por kg de harina de sangre es \$ 0,45 dólares.

La planta de harina de Sangre tiene una vida útil de 10 años; para cálculo de la inversión se sumó el costo de la construcción de la planta que es de \$ 230.000,00 dólares más el costo de equipos y utensilios establecidos en la tabla 4 y para el cálculo de los costos operativos se multiplico por 12 los costos operativos mensuales establecidos en la tabla 5.

Tabla 25. Análisis Costo Beneficio de la Harina de Sangre

Año	Inversión	OM	Reposición	Ingreso	FCN (I-C)
0	354.433,06				-354.433,06
1		211.097,88		509.984,1	298.886,20
2		211.097,88		517.633,8	306.535,96
3		211.097,88		525.398,3	314.300,47
4		211.097,88		533.279,3	322.181,44
5		211.097,88	11.500,00	541.278,5	318.680,63
6		211.097,88		549.397,7	338.299,81
7		211.097,88		557.638,6	346.540,77
8		211.097,88		566.003,2	354.905,35
9		211.097,88		574.493,3	363.395,40
10		211.097,88	14.285,06	583.110,7	357.727,74
				VAN	\$1.543.473,65
				TIR	87%

OM: Costos Operativos; FCN: Flujo de Caja Neto; I: Ingreso; C: Costos; VAN: Valor Actual Neto; TIR: Tasa Interna de Retorno

En la elaboración de los bloques nutricionales se tomó en cuenta que la Empresa Pública Municipal de Rastros y Plazas de Ganado de Santo Domingo produjo aproximadamente 864.112,15 kg de contenido ruminal en el año 2017, valor que se tomó en cuenta para la producción anual de contenido ruminal de la empresa, de esta cantidad de contenido ruminal se elabora 103.692,7 unidades de bloques nutricionales de 5kg cada una y el precio en el mercado por unidad de bloque nutricional es \$ 2,75 dólares.

La planta de bloques nutricionales tiene una vida útil de 10 años; para cálculo de la inversión se sumó el costo de la construcción de la planta que es de \$ 150.000,00 dólares más el costo de maquinarias y equipos establecidos en la tabla 11 y para el cálculo de los costos operativos se multiplico por 12 los costos operativos mensuales establecidos en la tabla 12.

Tabla 26. Análisis Costo Beneficio de la obtención de bloques nutricionales

Año	Inversión	OM	Reposición	Ingreso	FCN (I-C)
0	176.140,0				-17.6140,0
1		191.208,0		285.154,9	93.946,9
2		191.208,0		289.432,3	98.224,3
3		191.208,0		293.773,7	102.565,7
4		191.208,0		298.180,3	106.972,3
5		191.208,0	1900,0	302.653,0	109.545,0
6		191.208,0		307.192,8	115.984,8
7		191.208,0		311.800,7	120.592,7
8		191.208,0		316.477,7	125.269,7
9		191.208,0		321.224,9	130.016,9
		191.208,0	14240,0	326.043,3	120.595,3
				VAN	\$465.209,60
				TIR	57%

OM: Costos Operativos; FCN: Flujo de Caja Neto; I: Ingreso; C: Costos; VAN: Valor Actual Neto; TIR: Tasa Interna de Retorno

En la elaboración del jabón se tomó en cuenta que la Empresa Pública Municipal de Rastros y Plazas de Ganado de Santo Domingo produjo aproximadamente 200.438,4 kg de sebo en el año 2017, valor que se tomó en cuenta para la producción anual de sebo de la empresa y de esta cantidad de sebo se elabora 882.988,5 jabones y el precio en el mercado por unidad de jabón es \$ 0,68 dólares.

La planta de jabón tiene una vida útil de 10 años; para cálculo de la inversión se sumó el costo de la construcción de la planta que es de \$ 290.000,00 dólares más el costo de maquinarias y equipos establecidos en la tabla 13 y más las inversiones diferidas establecidas en la tabla 14; para el cálculo de los costos operativos se multiplicó por 12 los costos operativos mensuales establecidos en la tabla 15 y a este resultado se sumó los costos anuales establecidos en la tabla 16.

Tabla 27. Análisis Costo Beneficio de la obtención del jabón

Año	Inversión	OM	Reposición	Ingreso	FCN (I-C)
0	43936,0				-43935,96
1		592619,3		600432,2	7812,88
2		592619,3		609438,7	16819,36
3		592619,3		618580,2	25960,94
4		592619,3		627858,9	35239,65
5		592619,3	4138,8	637276,8	40518,76
6		592619,3		646836,0	54216,68
7		592619,3		656538,5	63919,22
8		592619,3		666386,6	73767,30
9		592619,3		676382,4	83763,10
10		592619,3	9307,0	686528,1	84601,88
VAN					199408,24
TIR					53%

OM: Costos Operativos; FCN: Flujo de Caja Neto; I: Ingreso; C: Costos; VAN: Valor Actual Neto; TIR: Tasa Interna de Retorno

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En Empresa Pública Municipal de Rastros y Plazas de Ganado de Santo Domingo como consecuencia de la actividad productiva se generan diferentes tipos de residuos dependiendo su procedencia ya sea bovinos o porcinos. Los residuos originados por el ganado bovino son: sangre, bilis, sebos, contenido ruminal, filtrafa, pezuñas, cuero, vísceras, cabeza, cachos, orejas; mientras que los originados por el ganado porcino son: sangre, bilis, testículos, aparato reproductivo, ano, vísceras.

La cantidad total de residuos de ganado bovino producidos en el año 2017 fue de 7.117.542,59 kg y la cantidad total de residuos de ganado porcino producidos en el año 2017 fue de 955.645,7 kg.

Las diferentes alternativas de manejo analizadas para los residuos de sangre fueron la obtención de harina de sangre y plasma sanguíneo; para el contenido ruminal se analizaron las posibilidades de elaborar el abono orgánico y los bloques nutricionales; con respecto al sebo se tomó en cuenta alternativas como: la producción de jabón y de grasa.

Las alternativas propuestas son factibles ambientalmente porque reduciría la contaminación de fuentes hídricas y suelos aledaños a las instalaciones de la empresa. De acuerdo con la evaluación económica se recomienda que para el aprovechamiento de sangre es más viable la obtención de harina de sangre debido a que el valor actual neto es de 1.543.473,65 dólares y tiene una tasa interna de retorno de 87%, mientras que en la obtención de plasma sanguíneo tiene un valor actual neto es de 1.983.214,24 dólares y tiene una tasa interna de retorno de 76%; para el contenido ruminal es más viable la obtención de bloques nutricionales debido a que el valor actual neto es de 465.209,60 dólares y tiene una tasa interna de retorno de 57%, mientras que en la obtención de abono orgánico tiene un valor actual neto es de 169.528,01 dólares y tiene una tasa interna de retorno de 39%; con respecto al sebo es más viable la obtención de jabón debido a que el valor actual neto es de 199.408,24 dólares y tiene una tasa interna de retorno de 53%, mientras que en la obtención de grasa tiene un valor actual neto es de -170.423,89 dólares.

Se recomienda que para la construcción de la nueva Empresa Pública Municipal de Rastros y Plazas de Ganado de Santo Domingo se tomen en cuenta estas alternativas de aprovechamiento de residuos orgánicos para la elaboración de subproductos como: la elaboración de harina de sangre que tiene una tasa interna de retorno de 87%, la obtención de bloques nutricionales que tiene una tasa interna de retorno de 57% y la elaboración de jabón que tiene una tasa interna de retorno de 53%.

REFERENCIAS

- Alvear, L. (Mayo de 2017). *Borrador del Estudio de Impacto Ambiental Expost y Plan de Manejo Ambiental para el proyecto “Planta de faenamiento de la Empresa Pública Municipal de Rastro y Plazas de Ganado de Santo Domingo”*. Obtenido de EPMRPG –SD: http://epmrpg.santodomingo.gob.ec/docs/EsIA%20EXPOST%20Y%20PMA%20Planta%20de%20Faenaminto_EPMPRG-SD.pdf
- Arias, F. (2012). Investigación de campo . En *El Proyecto de Investigación* (pág. 31). Caracas: EPISTEME, C.A.
- Balcazar, H., Castro, L., & Rodríguez, A. (2014). Mitigación de la contaminación por residuos sólidos de matadero y otros, mediante lombricultura, en la ciudad de Sucre. *Revista de Aplicaciones de la Ingeniería*, 16,17.
- Beltrán, C., & Perdomo, W. (2007). *Aprovechamiento de la sangre de bovino para la obtención de harina de sangre y plasma sanguíneo en el matadero Santa Cruz de Malambo Atlántico*. Universidad de La Salle: Bogotá.
- Bonilla, J. (2011). Emisión de metano entérico por rumiantes y su contribución al calentamiento global y al cambio climático. *Scielo*.
- Castro, M., & Vinuesa, M. (2011). Manual para el manejo adecuado de los residuos sólidos generados por el Camal Municipal de Riobamba. Riobamba: Escuela Politecnica de Chimborazo.
- Clerck, F. (2010). Aplicaciones ecológicas para la adaptación al cambio climático en paisajes ganaderos. *VI Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la producción pecuaria sostenible. Multiplicación de los sistemas agroforestales y silvopastoriles para la adaptación y mitigación del cambio climático en territorios ganaderos*. Turrialba, Panamá: CATIECIPAV.
- Cruz, F. (2004). *Estudio técnico para la elaboración de jabón a partir del sebo generado en la planta de cárnicos de Zamorano*. Honduras: Zamorano.

- Galarraga, D., & Montenegro, D. (2016). *Vulneración a los Derechos de la Naturaleza y al Buen Vivir a causa de la contaminación del río Machángara, debido a las aguas residuales de la planta de tratamiento del Camal Metropolitano de Quito en el año 2014*. Quito: UCE.
- García, I. (2012). *Factibilidad técnica y económica de una planta de aprovechamiento de subproductos del beneficio de bovinos en el municipio de Ubaté*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Hómez, M. (2010). *Aspectos descriptivos técnicos para el aprovechamiento de los residuos Orgánicos generados en un matadero municipal para procesos de Compostaje y lombricultura*. Obtenido de <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/resisoli/peru/colres001.pdf>
- La Hora. (29 de Mayo de 2012). *Ambiente: Camal contamina*. Obtenido de La Hora: <https://lahora.com.ec/noticia/1101337081/ambiente-camal-contamina>
- La Hora. (04 de Octubre de 2016). *El camal de Santo Domingo está bajo lupa*. Obtenido de La Hora: <http://www.eldiario.ec/noticias-manabi-ecuador/407981-el-camal-de-santo-domingo-esta-bajo-lupa/>
- Leal, J. (2010). *Análisis Costo Beneficio de Regulaciones Ambientales. Curso Internacional "Planificación y gestión sostenible de los recursos ambientales y naturales"*. CEPAL : Cartagena.
- Ocaña, M. (2013). *Propuesta de reuso de desechos orgánicos obtenidos del proceso de eviscerado del Centro de Faenamiento Ocaña Cía. Ltda. de la ciudad de Quero para disminuir la contaminación del suelo*. Universidad Técnica de Ambato : Ambato.
- Pin Quijije, C. (2016). *Proceso de faenamiento en el camal municipal y su efecto ambiental en la zona sur del Cantón Quevedo. Año 2016*. Quevedo: UTEQ.
- Rojas, F. (2010). *Estudio económico-financiero del aprovechamiento de las grasas extraídas del residuo de descarte "UNCHE" derivado del proceso de*

curticion en el municipio de Villapinzon - Cundinamarca. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

Ruiz, S. (2011). *Plan de gestión de residuos del camal.* Quito: Escuela Politécnica Nacional.

Stracuzzi, S. P., & Martins , P. F. (2010). Investigación documental. En *Metodología de la investigación cuantitativa* (pág. 90). Caracas: FEDUPEL.

Stracuzzi, S. P., & Martins, F. (2012). Investigación cuantitativa. En *Metodología de la investigación cuantitativa* (pág. 19). Caracas: FEDUPEL.

Uday, V. (2013). *VAN y TIR - Relacion costo beneficio.* Obtenido de Slideshare: <https://es.slideshare.net/VinicioUday/van-tirrelacin-costo-beneficio>