

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



DIRECCIÓN DE POSGRADOS

MAESTRIA EN GESTION DE LA PRODUCCION

TEMA:

**APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS Y LÍQUIDOS DE
FAENAMIENTO DEL CAMAL MUNICIPAL Y SU INCIDENCIA EN LA DISMINUCIÓN
DE LA CONTAMINACIÓN DEL RÍO TEJAR DEL CANTÓN OTAVALO**

AUTORA:

ING. YACELGA PASTILLO SONIA MAGDALENA

TUTOR:

ING. LAUREANO MARTÍNEZ MARTÍNEZ MSC.

LATACUNGA – ECUADOR
2014

AUTORIA DE LA TESIS

El contenido del presente trabajo investigativo: **APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS Y LÍQUIDOS DE FAENAMIENTO DEL CAMAL MUNICIPAL Y SU INCIDENCIA EN LA DISMINUCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DEL RÍO TEJAR DEL CANTÓN OTAVALO**, así como la interpretación de resultados, conclusiones y recomendaciones son de exclusiva responsabilidad de la autora.

Ing. Sonia M. Yacelga Pastillo
C.I. 1001803087

AGRADECIMIENTO

A la Dra. Olga Farinango, directora del departamento
De Higiene del Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Otavalo,
Y de manera especial al Dr., Jorge Garzón
Administrador del Camal Municipal,
A los trabajadores por la apertura brindada
Cada uno en su momento durante el desarrollo
De la presente investigación.

Al rector del colegio Técnico Agropecuario de Otavalo
Por facilitarme las instalaciones y herramientas
Para la realización de éste trabajo

A los miembros del tribunal por brindarme su valioso tiempo
y otorgarme sus sugerencias acertadas y
Ing. Msc Laureano Martínez asesor de
Tesis, por su colaboración.

Sonia Yacelga

DEDICATORIA

A Dios

Por permitirme conseguir
Otra meta más en mi carrera.

A mi familia

Por su amor, consejos, ánimo, confianza,
Paciencia y apoyo para lograr el fin anhelado

Sonia Yacelga

INDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGS.
PORTADA	I
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	ii
AUTORÍA DE LA TESIS	iii
AGRADECIMIENTO	iv
DEDICATORIA	v
ÍNDICE GENERAL	vi
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE GRÁFICOS	x
CERTIFICACIÓN DE LOS CRÉDITOS QUE AVALAN LA TESIS	xi
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: PROBLEMATIZACIÓN	
1.1 Planteamiento del problema	2
1.2 Formulación del problema	5
1.3 Justificación	5
1.4 Objetivos	7
1.5 Enfoque de la investigación	7
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	
2.1 Antecedentes de la investigación	8
2.2 Categorías fundamentales	12
2.2.1 Variable Independiente: Residuos sólidos y líquidos	12
2.2.2 Variable Dependiente: Contaminación del Río Tejar	23
2.2.3 Variable Asociada: Abonos Orgánicos	27
2.3 Fundamento legal	35
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	
3.1 Diseño de la investigación	38

3.2 Forma y nivel de investigación	38
3.3 Tipo de investigación	38
3.4 Estructura metodológica	39
3.5 Unidad de Estudio	39
3.6 Métodos empleados	44
3.7 Técnicas utilizadas para el análisis del agua residual	45
3.8 Técnicas utilizadas para la recolección de sangre y contenido ruminal	47
3.9 Etapas desarrolladas para el proceso de compostaje	47
3.10 Técnica de Observación del Río	50
3.11 Técnica de valoración de la calidad del paisaje BLM	50
3.12 Preguntas directrices	51
3.13 Operacionalización de las variables	52
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	
4.1 Análisis de los resultados	53
4.2 Interpretación de resultados	54
4.3 Entrevista realizada al personal del camal municipal de Otavalo	64
4.4 Análisis de la calidad del paisaje del Rio Tejar	65
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
5.1 Conclusiones	73
5.2 Recomendaciones	74
CAPÍTULO VI: LA PROPUESTA	
6.1 Datos Informativos	76
6.2 Antecedentes de la propuesta	76
6.3 Justificación	77
6.4 Objetivos	78
6.5 Análisis de factibilidad	78
6.6 Fundamentación científico-técnica	78
6.7 Metodología	80
6.8 Administración de la propuesta	82
6.9 Modelo Operativo	83
6.10 Plan de monitoreo y evaluación	83
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	85

INDICE DE TABLAS

TABLAS		PÁGS.
Tabla 1	Resultados máximos, de 16 muestras del efluente crudo enviado al Río Año 2008	8
Tabla 2	Cuadro de comparación de los Resultados del efluente crudo enviado al Río Tejar	8
Tabla 3	Comparación de los resultados de las aguas residuales eliminadas del Río Tejar frente a los límites permisibles	11
Tabla 4	Ganado vacuno en el Ecuador según región y provincia	13
Tabla 5	Usos de la sangre bovina	16
Tabla 6	Análisis Bromatológico del Contenido Ruminal	17
Tabla 7	Uso del Contenido Ruminal (CR)	17
Tabla 8	Características del Agua Residual	18
Tabla 9	Características del Agua Residual de Matadero	20
Tabla 10	Calidad del Agua del Río Tejar	25
Tabla 11	Parámetros del compost	30
Tabla 12	Parámetros y valores ideales de los análisis químicos del compost (p.3)	33
Tabla 13	Unidades de Residuos Líquidos y Sólidos	40
Tabla 14	Promedios de residuos que elimina cada animal en el faenamiento	40
Tabla 15	Porcentaje de la muestra según el total de reses por día	41
Tabla 16	Muestras de efluente de agua residual	41
Tabla 17	Métodos de análisis físicos, químicos y microbiológicos	45
Tabla 18	Frecuencia de muestreo realizado	46
Tabla 19	Kilogramos de sangre y contenido ruminal	47
Tabla 20	Evolución de la mezcla de contenido ruminal, sangre y aserrín de laurel en pila de volteo para obtener el compost	49
Tabla 21	Materiales y equipos utilizados en la investigación de campo	51
Tabla 22	Matriz de Operacionalización de Variables	52
Tabla 23	Extracto del informe de ingresos de faenamiento en el	53

	Camal	
Tabla 24	Resultados de aguas residuales sin aprovechamiento	54
Tabla 25	Resultado 1 de los Análisis de Aguas Residuales del Camal Municipal de Otavalo	55
Tabla 26	Resultado 2 de los Análisis de Aguas Residuales del Camal Municipal de Otavalo	57
Tabla 27	Resultado 3 de los Análisis de Aguas Residuales del Camal Municipal de Otavalo	59
Tabla 28	Cantidades de insumos para la mezcla del estudio	61
Tabla 29	Características Físicas del Compost obtenido	62
Tabla 30	Resultados de los análisis químicos del compost obtenido y la relación con los valores ideales	63
Tabla 31	Resultados y análisis de la pregunta 1	64
Tabla 32	Resultados y análisis de la pregunta 2	65
Tabla 33	Resultados y análisis de la pregunta 3	65
Tabla 34	Resultados y análisis de la pregunta 4	65
Tabla 35	Resultados y análisis de la pregunta 5	66
Tabla 36	Resultados y análisis de la pregunta 6	66
Tabla 37	Escala de valores para determinar la calidad del paisaje	67
Tabla 38	Clasificación de la calidad escénica	67
Tabla 39	Parámetros de valoración cuantitativa de calidad BLM	67
Tabla 40	Resultados máximos de la descarga de aguas residuales del camal de Otavalo al Río Tejar	68
Tabla 41	Análisis comparativos por días de Aguas Residuales vertidas al Río Tejar aplicando la colecta de sangre y contenido ruminal	69
Tabla 42	Niveles de contaminación según TULAS (tabla múltiple)	70
Tabla 43	Parámetros químicos analizados	71

INDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICOS		PÁGS.
Gráfico 1	Procesos de faenamiento en el camal municipal de Otavalo con sus respectivos residuos	10
Gráfico 2	Comparación de resultados	11
Gráfico 3	kilogramos en sangre y contenido ruminal	48
Gráfico 4	Materiales y equipos utilizados	50
Gráfico 5	Resultados primer análisis de agua residual	56
Gráfico 6	Resultados segundo análisis de agua residual	58
Gráfico 7	Resultados tercer análisis de agua residual	60
Gráfico 8	Proceso de realización del compost	61
Gráfico 9	Reducción de volumen y peso	62
Gráfico 10	Resultados del análisis comparativo	69
Gráfico 11	Resultados del análisis de parámetros químicos	71
Gráfico 12	Proceso productivo del compost mejorado	83

INDICE DE ANEXOS

ANEXOS		PÁGS.
Anexo 1	Croquis de Ubicación del Camal de Otavalo	93
Anexo 2	Certificado que avaliza la realización de la investigación en el Camal Municipal de Otavalo.	94
Anexo 3	Proceso de Faenamiento del Camal Municipal de Otavalo	95
Anexo 4	Esquema de recolección de residuos	96
Anexo 5	Esquema de procesamiento del compost	97
Anexo 6	Cuestionario de entrevista	98
Anexo 7	Análisis Químicos y Microbiológicos del agua residual	99

CERTIFICACIÓN DE LOS CRÉDITOS QUE AVALAN LA TESIS

La Dirección de Posgrados de la Universidad Técnica de Cotopaxi certifica que la:

ING. SONIA MAGDALENA YACELGA PASTILLO

Maestrante del Programa de Maestría en Gestión de la Producción, ha aprobado todas las asignaturas del Programa Académico con sus respectivos créditos, y más que se estipula en el Art. 33 del Reglamento General para el desarrollo de los programas de Maestrías.

Para constancia de lo mencionado firman:

DIRECTOR DE POSGRADOS

SECRETARIO PROCURADOR

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
DIRECCIÓN DE POSGRADOS**

MAESTRÍA EN GESTION DE LA PRODUCCION

**TEMA: APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS Y LÍQUIDOS DE
FAENAMIENTO DEL CAMAL MUNICIPAL Y SU INCIDENCIA EN LA DISMINUCIÓN
DE LA CONTAMINACIÓN DEL RÍO TEJAR DEL CANTÓN OTAVALO**

RESUMEN

La presente investigación tuvo como propósito general el aprovechar los residuos de sangre y contenido ruminal de los procesos de faenamiento en el camal municipal de Otavalo, mediante el diseño de un tratamiento alternativo para disminuir la contaminación del Río Tejar. En el camal municipal, durante las actividades de faenamiento de ganado bovino se generan residuos orgánicos, en mayor cantidad sangre y contenido ruminal los mismos que generan aguas residuales que son vertidas al Río Tejar, situación que representa un evidente daño ambiental, y un gran desperdicio de recursos que pueden ser empleados o aprovechados. La metodología que se utilizó se basa en las técnicas de observación directa del faenamiento, entrevistas, captura fotográfica, y análisis de laboratorio de las muestras de aguas residuales. Para el análisis de las aguas residuales se tomaron 3 muestras en días diferentes de 3 semanas consecutivas. Las muestras analizadas demostraron la presencia de exceso de Nitrógeno en un 19mg/l, 15mg y 20mg/l cada día, y de Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO5 con exceso de 140mg/l en el tercer día, por lo que se determinó que hay mayor concentración de materia orgánica. El compost obtenido evidenció un valor de pH de 9,05, de humedad de 17,37% y de Nitrógeno (N), fósforo (P) y Potasio (k) de 1,06; 0,98 y 0,18 respectivamente, según lo cual todos los valores se ajustan a los valores ideales excepto el potasio cuyo valor ideal es 1. La materia orgánica (MO), obtuvo el 21,24% cifra que se aproxima al valor mínimo requerido, y la relación C/N 9,98 que es bajo respecto al valor mínimo ideal. Por ende, se observó la necesidad de incluir otro residuo orgánico que aporte un 5% adicional para alcanzar el 15% ideal, y para evitar la depresión de nitratos. En la entrevista realizada a los trabajadores del camal, se plantearon métodos interesantes y alternativos para disminuir la acción contaminadora del camal, como son: uso de cuchillo vampiro, uso de mallas y canales, mejoramiento de instalaciones y recolección total de los desechos antes de evacuarlos con agua hacia el Río Tejar. Igualmente, se sugirió que se fabrique un abono orgánico con la sangre y rumen que se pueda recolectar de las actividades del camal. También se mencionó extra oficialmente que existirían otros vertidos contaminantes que se votan al Río Tejar por parte de la industria textil y de aguas servidas no tratadas provenientes de la ciudad. En conclusión, y de acuerdo con los argumentos precedentes, la elaboración del compost mejorado producto de la mezcla de sangre, rumen, aserrín de laurel y forraje (heno de cebada) constituye en la propuesta más adecuada para aprovechar los residuos del camal mencionado y de esta manera disminuir la contaminación orgánica del Río Tejar generando un ingreso económico para la institución auspiciante.

DESCRIPTORES: Camal, aguas residuales, aprovechamiento, residuos, compost.

**TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
POSGRADUATE DIRECTION**

MASTER IN PRODUCTION MANAGEMENT

**TOPIC: UTILIZATION OF SOLID AND LIQUID SLAUGHTERING WASTE AT
MUNICIPAL SLAUGHTERHOUSE AND ITS IMPACT ON THE DECREASE OF THE
RIVER TEJAR IN OTAVALO CANTON**

ABSTRACT

The present study had as general purpose waste of blood and rumen contents by slaughter processes the Otavalo municipal slaughterhouse, by designing an alternative treatment to reduce pollution at Tejar River. In the municipal slaughterhouse, during slaughtering activities, cattle organic waste blood and rumen contents that are generated in great quantities thereof that generating wastewater that are discharged into the Tejar River, which one creates an obvious environmental damage, and a waste resource that can be used or exploited. The methodology used is based on the observation direct techniques of the slaughter, interviews, photo capture, and laboratory analysis of wastewater samples. For wastewater analysis of 3 samples that were taken in 3 different days of weeks. The analyzed samples showed the presence of nitrogen in excess of 19mg / L, 15mg and 20mg / l each day. , And Biochemical Oxygen Demand BOD5 excess 140mg / l on the third day, so a higher concentration of organic matter was determined. The compost obtained showed a pH of 9.05, 17.37% moisture and nitrogen (N), phosphorus (P) potassium (K) of 1.06; 0.98 and 0.18 respectively, which all values are set to ideal values except potassium which ideal value is 1. Organic matter (OM), obtained 21.24% which is close to the minimum value required, and the C / N ratio 9.98 which is low compared to the minimum ideal. Therefore, the need to include other organic residue that provides an additional 5% to reach 15% ideal, and to avoid depression of nitrate was observed. In an interview with slaughterhouse workers, interesting and alternative methods were proposed to reduce the contaminating action of the slaughterhouse, including: use of vampire knife, using screens and channels, improving facilities and waste total collection before evacuating Tejar with water down the river. It was also suggested that an organic fertilizer with blood and rumen that can be collected from the slaughterhouse activities were. It was also mentioned that there would be other unofficially discharges pollutants to vote Tejar River by the textile and untreated sewage from the city. In conclusion, according to preceding arguments, making compost improved mix blood product, rumen, sawdust bay and forage (hay barley) constitutes the most appropriate proposal to leverage mentioned slaughterhouse waste and thus reduce the organic pollution of River Tejar generating an income for the sponsoring institution.

DESCRIPTORS: Slaughterhouse, wastewater, use, waste, compost.

INTRODUCCION

El propósito de ésta investigación es presentar una gestión alternativa para mitigar los impactos ambientales negativos a través del aprovechamiento de los residuos sangre y contenido ruminal bovino, estos pueden tener una amplia aplicación y dentro de ésta aplicación está la elaboración de compost.

El presente estudio se encuentra estructurado en cuatro capítulos a saber: 1.- La Problemática, 2.- El Marco Teórico, 3.- La Metodología, 4.- El Análisis e Interpretación de Resultados, y 5.- La Propuesta.

Al realizar un diagnóstico previo, de las aguas residuales del camal municipal de Otavalo se determinó que incumple con los valores máximos permisibles de descarga a un cauce de agua, estipulado en el Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULAS) en relación a los parámetros: DQO, DBO₅, Sólidos Totales, Aceites y Grasas, Nitrógeno total, lo que indica el inadecuado proceso de faenamiento y el no manejo y aprovechamiento de los residuos de ganado bovino, causante de una problemática ambiental ya que la descarga orgánica es demasiada, siendo depositados principalmente en el río Tejar, lo que ocasiona la pérdida del oxígeno disuelto en el agua, lo que conlleva a la alteración del ecosistema acuático.

Por consiguiente la metodología utilizada para lograr los objetivos de la investigación se ha basado en: la colecta de sangre bovina y contenido ruminal, el análisis de laboratorio de las muestras de agua residual, la observación directa del problema, la toma de fotografías. Asimismo, el presente estudio tomó en cuenta en el método analítico - sintético e inductivo - deductivo.

Finalmente, Se propone el diseño alternativo más adecuado para aprovechar los residuos del camal y disminuir la contaminación orgánica del Río Tejar. Propuesta que servirá de referencia para la recuperación de dichos residuos.

Con la realización del presente estudio, se aspira a cumplir con los requerimientos académicos de la Universidad Técnica de Cotopaxi y de su programa de Maestría en Gestión de la Producción.

CAPÍTULO I

PROBLEMATIZACION

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.1 Contextualización del Problema

1.1.1.1 Contexto macro

Según el sitio web jmarcano.com (2012):

“En muchas partes del mundo, la demanda de agua ya excede el abastecimiento, a medida que aumenta la población mundial y por ende aumento de las necesidades, produciendo una influencia nociva sobre las fuentes del preciado líquido” (p.1)

Es una práctica acostumbrada el ubicar industrias y asentamientos humanos a la orilla de las corrientes de agua, para utilizar dicho líquido y, al mismo tiempo, verter los residuos del proceso industrial, siendo una problemática ambiental mundial la generación de aguas residuales; en especial las que se generan en la industria cárnica (rastros municipales) al haber una mezcla en los efluentes entre los residuos líquidos y sólidos del proceso de faenamiento. Siendo casi nulo el manejo y aprovechamiento de los mismos.

Los efluentes del matadero y de la industria procesadora de carne generan desechos y esquilmos como sangre, grasa, vísceras, rumen, piel, cuernos, estiércol y cerdas que producen una alta carga orgánica estimada en unas cien mil toneladas por año, las cuales llegan a fosas sépticas, basureros municipales y aguas residuales fomentando la contaminación ambiental.

Candelas (2010) indica respecto a este tema que:

“El impacto que causan a las aguas superficiales las descargas sin tratar de las aguas residuales de los rastros, acaba el oxígeno disuelto además de aumentar notablemente la turbidez debido a la alta concentración de contaminantes orgánicos la cual alcanza en promedio los 30000 mg de DBO” (p.1)

1.1.1.2 Contexto meso

En el Ecuador la mayor parte de ríos, especialmente, en las regiones Costa y Sierra presentan un alto grado de contaminación debido a que las descargas de las aguas

residuales municipales e industriales son vertidas directamente a los ríos cercanos sin previo tratamiento y en su mayoría sin el cumplimiento de los requerimientos técnico-sanitarios. (Villacís, 2011, p.12)

La producción ganadera del Ecuador cuenta con una población aproximada de 4,5 millones de bovinos distribuidos en todo el territorio nacional y con más de 200 mataderos que en su mayoría son administrados por los municipios. (Ídem, p.5)

1.1.1.3 Contexto micro

El Camal Municipal de Otavalo, es parte de esta situación problemática por cuanto las aguas residuales son vertidas directamente al Río Tejar observándose a simple vista un alto nivel de contaminación, de acuerdo a las características físicas del agua. Por lo cual, esos vertidos provocan la proliferación de microorganismos, ratas y malos olores que afectan a la población urbana y comunidades rurales asentadas a orillas del río.

Según el Dr. Jorge Garzón (2012), Administrador del Camal Municipal de Otavalo, manifiesta que este hecho se viene dando desde el año 2008, es decir que desde el inicio de sus labores son ya 5 años de esta práctica contaminante.

1.1.2 Análisis Crítico

El problema central identificado para esta investigación es el siguiente:

“La contaminación del Río Tejar en el Cantón Otavalo en relación a los residuos sólidos y líquidos vertidos por el Camal Municipal de Otavalo”

A continuación se expone el análisis causa-efecto de la problemática de la investigación.

La inexistencia de un proceso técnico de faenamiento ha obligado a continuar con un proceso tradicional de faenamiento mismo que no toma en cuenta las normas ambientales establecidas en el país.

Por otra parte, el personal que labora en el camal no tiene la debida capacitación para realizar las labores faenadoras y por ende se puede palpar que estas personas no tienen sensibilización ambiental.

El inexistente manejo de los residuos sólidos y líquidos del faenamiento han provocado el deterioro de la flora, fauna y paisaje del Río Tejar, mismo que se lo observa altamente contaminado.

Asimismo, es evidente el hecho que el Municipio de Otavalo no tiene interés en solucionar el problema a corto plazo, lo cual genera que el problema de contaminación se mantenga y siga aumentada con el pasar del tiempo.

Además, la población local también tiene parte en este problema por cuanto no ha extendido ninguna queja y por ende se ha visto que existe despreocupación por parte de las autoridades ambientales encargadas de solventar este tipo de inconvenientes.

1.1.3 Prognosis

Según el análisis crítico realizado, se puede apreciar que la contaminación del Río Tejar en el Cantón Otavalo, es un problema latente en el contexto local, que de no ser resuelto a tiempo podría generar una mayor contaminación de su microcuenca hidrográfica, hecho que puede acarrear efectos negativos respecto a la salud de quienes viven cerca a este río y la muerte paulatina de especies de organismos de flora y fauna.

Por consiguiente, el aprovechamiento de los residuos sólidos y líquidos del faenamiento del camal de Otavalo, constituye una alternativa adecuada que puede disminuir el nivel de contaminación observado, es decir, se da un valor agregado a los mismos de manera sostenible.

1.1.4 Control de la Prognosis

A futuro se observa como necesario establecer un plan de monitoreo y evaluación de la calidad de las aguas residuales para contar con información verídica entorno a la disminución de la contaminación del Río Tejar.

1.1.5 Delimitación

1.1.5.1 Temporal.- Investigación a desarrollarse en un lapso de siete meses desde diciembre 2012 a junio 2013.

1.1.5.2 Espacial.- Estudio a desarrollarse en el camal municipal de Otavalo, ubicado en el Cantón Otavalo, provincia de Imbabura, Dirección: Panamericana norte y Ciudadela Ángel Escobar a orillas del Río Tejar. Las coordenadas geográficas del Río Tejar son: latitud 0.233333 y longitud -78.2667.

1.1.5.3 Contenido.- Ambiental y productivo respecto al aprovechamiento de los residuos sólidos y líquidos producto de faenamiento de ganado bovino y su posterior transformación en compost.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo incide el aprovechamiento de los residuos sólidos y líquidos del camal municipal en la disminución de la contaminación del Río Tejar del Cantón Otavalo?

1.3 JUSTIFICACIÓN

La presente investigación se justifica de acuerdo con las siguientes razones que se exponen a continuación:

1.3.1 Interés de la investigación.- El interés esencial de realizar este estudio se basa en el deseo de disminuir la contaminación del Río Tejar mediante un manejo adecuado del contenido ruminal y sangre producidos en el camal como principales contaminantes.

1.3.2 Utilidad bibliográfica.- Este estudio servirá como fuente de consulta valiosa para futuros investigadores o estudiantes de ramas agropecuarias o de la producción, por cuanto el mismo aportará con una propuesta óptima para el aprovechamiento de los residuos generados por el rastro de manera sostenible.

1.3.3 Utilidad práctica.- En este sentido, la presente investigación propone realizar la reutilización de sangre bovina y contenido ruminal, desde su generación hasta su disposición final (incluyendo los procesos de movimiento interno, recolección, transporte y tratamiento) para de esta manera lograr la disminución de residuos vertidos al río, es decir, generando un menor nivel de contaminación del río.

1.3.4 Utilidad productiva.- El estudio aquí presentado también tiene su importancia productiva, en el sentido de generar un abono orgánico para su futuro uso agrícola o

agroforestal; de esta forma se aprovecha los residuos de sangre bovina y contenido ruminal de manera sostenible.

1.3.5 Utilidad metodológica.- Recoge su utilidad metodológica en función de los procedimientos a proponerse, mismos que incluyen:

- Buenas prácticas operativas
- Aprovechamiento de sangre, y rumen bovino.
- Elaboración de compost para uso agrícola.

Lineamientos que serán propuestos en general para futuros estudios sobre el tema.

1.3.6 Novedad científica.- Un matadero es un lugar que requiere de continuas mejoras para minimizar la emisión de contaminantes. De acuerdo al grado de contaminación del recurso agua, existe preocupación de diversos sectores sociales; lo cual motiva realizar este tipo de estudio para de ésta manera controlar el impacto de la contaminación. La reutilización de los residuos del rastro constituye una alternativa que está siendo empleada a nivel regional y mundial y que viene dando buenos resultados.

1.3.7 Factibilidad.- Tiene su factibilidad de acuerdo al aval gubernamental del Gobierno Municipal de Otavalo, quien ha dado amplia apertura para la realización del mismo. Igualmente, el interés académico y motivación de la investigadora, así como también las orientaciones adecuadas del tutor de tesis son aspectos relevantes que hacen posible el desarrollo de esta investigación.

1.3.8 Relevancia Social.- Al realizar el aprovechamiento de los residuos de sangre y contenido ruminal y disminuir la carga contaminante de las aguas residuales, que desembocan directamente al Río se reduciría el riesgo de contraer enfermedades a las personas que habitan cerca al Río Tejar. Además de la beneficiosa disminución del deterioro ambiental; para en un futuro poder rescatar el río para el regadío de plantaciones o terrenos agrícolas.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1 General

Aprovechar los residuos de sangre y contenido ruminal de los procesos de faenamiento en la empresa municipal de rastro de Otavalo mediante la propuesta un producto alternativo para disminuir la contaminación del Río Tejar del cantón Otavalo.

1.4.2 Específicos

- Caracterizar las aguas residuales generadas por las actividades de faenamiento en el camal municipal de Otavalo que desembocan en el Río Tejar una vez tomadas las muestras de sangre y contenido ruminal.
- Desarrollar una alternativa de manejo adecuado de los residuos sólidos y líquidos provenientes de los procesos de faenamiento para transformarlos en un producto comercializable.
- Analizar la calidad del paisaje del Río Tejar antes y durante la emisión del efluente residual del Camal de Otavalo.
- Diseñar una propuesta alternativa más adecuada para aprovechar los residuos del camal y disminuir la contaminación orgánica del Río Tejar

1.5. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación tiene un enfoque de tipo cuali-cuantitativo, por cuanto prevé el análisis del agua a partir de varias muestras recolectadas. Asimismo se realizará la medición del peso del compost a obtenerse en relación con la cantidad de sangre y contenido ruminal.

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Un estudio realizado por PROCANOR en agosto de 2008, contrató a la firma INBIOTEC para la caracterización de los efluentes del camal para conocer la calidad de los mismos.

Realizó un muestreo en la última caja de revisión exterior del camal para el respectivo análisis químico de los parámetros: Potencial de Hidrogeno (pH), Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5), Sólidos Suspendidos y Grasas. Obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 1: Resultados máximos, de 16 muestras del efluente crudo enviado al Río Añó 2008

Fecha	pH	DBO5 (mg/L)	S. Suspen. (mg/l)	Grasas (mg/L)	número de Reses
9 de abril	7.54	4300	4180	25	23
10 de abril	7.51	6300	3740	40	13
11 de abril	7.52	6900	3600	25	16
PROMEDIO de 16 muestras	7.40	2355	1875	29	16

Fuente: INBIOTEC – DISPROMAQ (2008)

Tabla 2: Cuadro de comparación de los Resultados del efluente crudo enviado al Río Tejar

Parámetros	Expresado como	Límite máximo permisible. Según el Tulas (mg/L)	Resultados de efluentes del camal de Otavalo	Diferencia
Aceites y Grasas	Sustancias solubles en hexano	100	29	Se acepta
DBO (5 días)	D.B.O5	250	2355	2105
Sólidos Suspendidos Totales		220	1875	1655
Potencial de Hidrógeno	pH	5-9	7,40	Se acepta

Fuente: TULAS e INBIOTEC (2008)

Desde esta fecha, los resultados del estudio realizado por la consultora INBIOTEC ya determinaron que se sobrepasaba la concentración de DBO₅ y de sólidos suspendidos totales, a lo permitido por la ley. Por otro lado, el camal incumple lo dispuesto en el punto 0.1.20 de las normas de descargas de efluentes al sistema de alcantarillado público, acápite 4.2.2.3 del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULAS), que indica toda descarga al sistema de alcantarillado deberá cumplir con los límites permisibles según el TULAS.

En este sentido, desde esa fecha se determinó necesario tomar medidas correctivas en el manejo de los residuos previo a la desembocadura al Río Tejar y sugieren tratamiento primario y secundario de las aguas residuales del camal.

Según Galarza (2011), al realizar la evaluación de impactos por el método matricial de Leopold del camal de Otavalo, y tomando en cuenta los factores:

- Generación de residuos
- Mala disposición de residuos orgánicos (heces, carnazas, orina, sangre, rumen)
- Contaminación del agua con orina, heces, sangre, contenido ruminal
- Desperdicio de agua (p.72)

Concluye, diciendo que “provocan un impacto negativo cuyo valor total es -6490,83” (Ídem, p.74); entendiéndose que el mayor problema es la generación de residuos, incidiendo directamente en la contaminación del Río Tejar, por lo cual es necesario tratar de disminuir el impacto mediante un Plan de Manejo Ambiental.

Análisis Preliminar.- Al caracterizar las aguas residuales del camal municipal de Otavalo en noviembre del 2012, mediante análisis químico de 9 muestras, los parámetros: Potencial hidrógeno (pH), demanda química de oxígeno (DQO), sólidos totales (ST) y extracto etéreo (grasas) determinan una alta concentración de materia orgánica, por ende una problemática ambiental, la contaminación del Río Tejar dando lugar a la proliferación de ratas, moscos, hongos, bacterias, etc. Las muestras fueron tomadas en la caja de revisión que recepta el agua residual con los residuos de sangre y contenido ruminal.

Procesos de faenamiento en el camal municipal de Otavalo

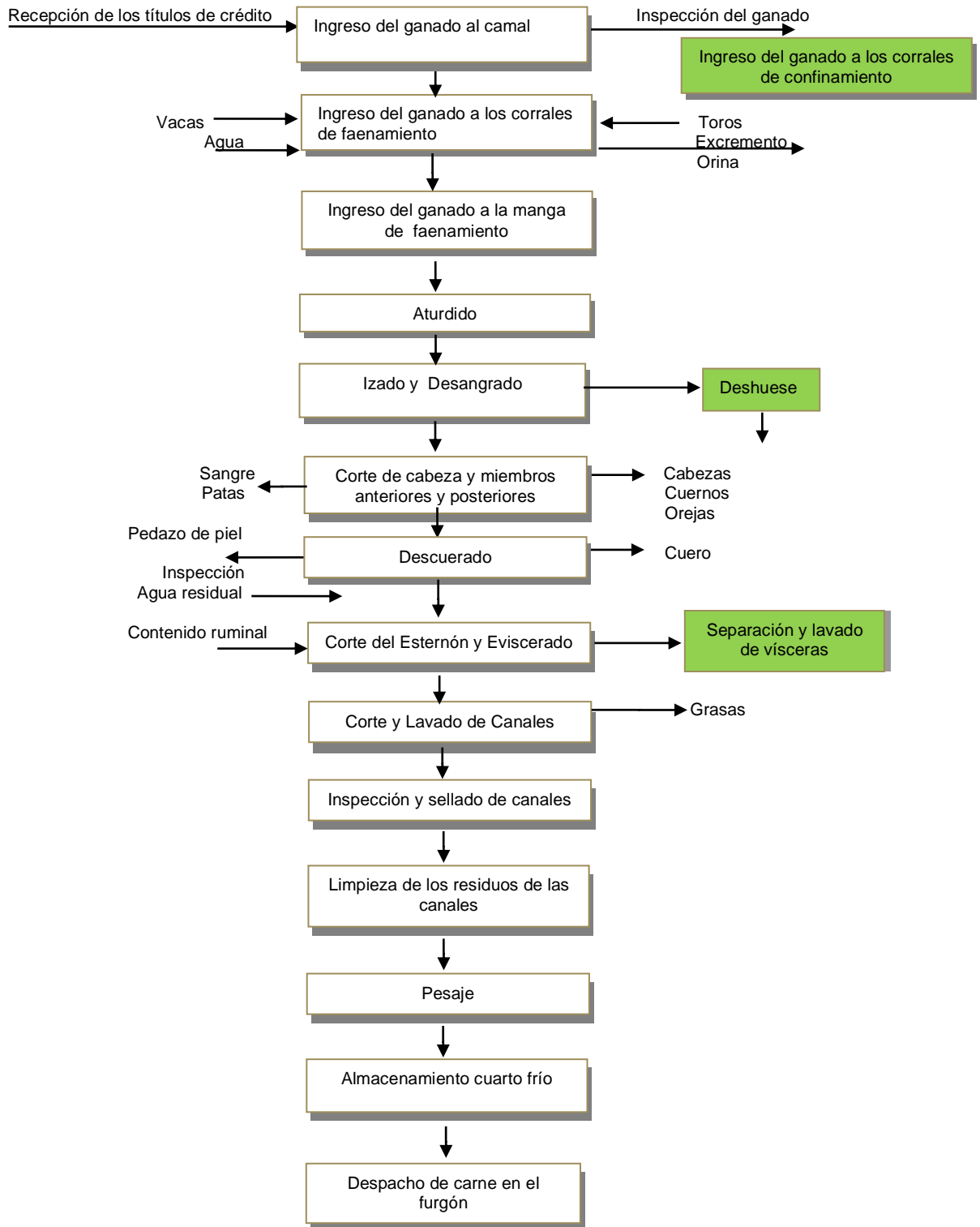


Gráfico 1. Procesos de faenamiento en el camal municipal de Otavalo
Fuente: Administración Camal Municipal de Otavalo (2012)

Tabla 3: Comparación de los resultados de las aguas residuales eliminadas del Río Tejar frente a los límites permisibles de descarga de efluentes al sistema de alcantarillado público.

Parámetros	Límite Máximo Permissible mg/l	Resultados camal municipal Otavalo mg/l		
		Sangre	Rumen	Sangre y Rumen
Aceites y grasas	100	660	280	170
Demanda Química de Oxígeno	500	13780	4240	6040
Potencial Hidrógeno	5 a 9	7.14	7,02	7,15
Sólidos Totales	1600	22850	4440	5810

Fuente: TULAS, 2003

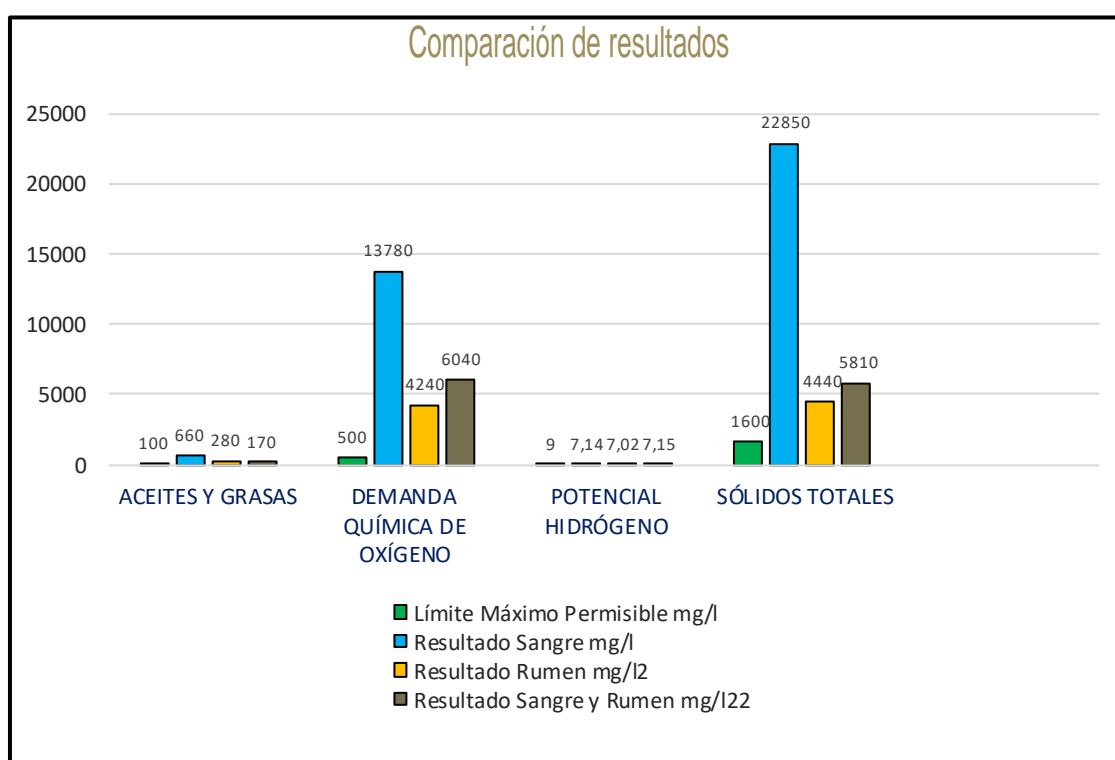


Gráfico 2: Comparación de resultados

Fuente: Elaboración propia

Al comparar los resultados de las aguas residuales (tabla 3) con los valores permitidos según la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua. Libro VI - Anexo I del TULAS, se observa que existe una alta descarga de materia orgánica de DQO, sólidos totales y grasas en el efluente de la sangre, en rumen y sangre, en rumen respectivamente; con lo que respecta a PH se encuentra dentro del límite permisible.

Necesario tomar acciones para mitigar el alto grado de contaminación del Río Tejar ya que son vertidos directamente los residuos sólidos y líquidos. Con el manejo, hay alternativas de solución, los que también ya han sido ejecutados en rastros de la región, a pesar de usar sistemas sencillos en su construcción y operación pueden ser eficientes. En el caso de los residuos sólidos aprovechables se plantean ideas como el procesamiento en planta de subproductos, y se mencionan alternativas tecnológicas para el aprovechamiento.

2.2 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES

2.2.1 VARIABLE INDEPENDIENTE: Residuos sólidos y líquidos

2.2.1.1 Producción Ganadera

“La ganadería es una actividad económica de origen muy antiguo que consiste en el manejo de animales domesticables con fines de producción para su aprovechamiento y contribuye a la economía de los países, ya sea desde la explotación a gran escala o a ser comercializados internamente. Dependiendo de la especie ganadera, se pueden obtener diversos productos derivados, tales como: carne, leche, huevos, cueros, lana, miel, entre otros” (Pinto, 2013, p.2).

García (2009) “La empresa ganadera es una unidad económica de producción que combina los factores (tierra, mano de obra, etc.), mediante una determinada técnica, con el fin de producir bienes (leche, carne, huevos, etc.) que son destinados al mercado” (p.3)

Los ganados más importantes en número a nivel mundial son los relacionados con la ganadería bovina, la ovina y la porcina.

Según datos expuestos en la Revista El Agro, en Ecuador existen 8'302.274 cabezas de ganado entre todas sus categorías, la mayor cantidad de cabezas está en el ganado vacuno con 5'253.000, seguido de porcinos, en tercer lugar ovino, en cuarto lugar caballo y el resto de categorías como asnal, caprino y mular tienen cantidades de cabezas menores a 140.000 cabezas. (Espinoza, 2011, p.1)

El 50% de la ganadería ecuatoriana está ubicada en la región Sierra. La provincia del Azuay es la que más cría los bovinos (428 038 cabezas tiene registrados). La región

Costa concentra el 37% de la producción bovina, en donde la provincia de Manabí es la máxima representante con 951 509 reses. La especie que mayor crecimiento registró respecto al 2009 fue la de ganado porcino con 5,84%, hasta llegar a 1'489.761 de cabezas entre machos y hembras. Por su parte, la especie que decreció en mayor magnitud fue la de ganado caprino con 14,71%, hasta alcanzar 134.825 cabezas entre machos y hembras. (INEC, 2011, p.18)

2.2.1.2 Producción Bovina.- El ganado bovino se cría a lo largo y ancho del planeta por su capacidad de trabajo, su carne, su leche y su cuero. (Torrens, 2012, p.1)

Para el año 2011 la tasa anual de crecimiento del Ganado Vacuno fue de 2,0% a nivel nacional. La población de ganado en el país aumentó mucho del año 2008 al 2010, En el 2008 se situó en 4,8 millones; en el 2009 llegó a 5,1 millones, y en el 2010 a 5,3 millones.

Tabla 4: Ganado vacuno en el Ecuador según región y provincia

REGION	PROVINCIA	NUMERO DE CABEZAS
Total Nacional		5358,904
Sierra		2732,51
Costa		1965,592
Oriental		661,862
	Imbabura	92743

Fuente: INEC (2011)

La región Sierra cuenta con mayor cantidad de ganado con un 51,0% del total nacional, seguida por la Costa con 36,7% y el Oriente con 12,3%. En términos de crecimiento, la región Sierra obtuvo el porcentaje más importante con 3,6%. Mientras que, la Costa presentó un crecimiento de 0,6% y el Oriente una disminución de 0,1%.

2.2.1.3 Producción de carne.- “La producción de carne constituye un largo proceso que se inicia en los corrales de crianza y que al faenarse tengan una adecuada cantidad y calidad de tejido muscular y graso, de acuerdo con las exigencias de los consumidores” (HSBC Agribusiness, 2014, p.1).

La producción de carne se radica en el Ecuador es más recurrente en la Costa, seguida por la Amazonía. La región interandina, en cambio, manifiesta una costumbre mayor hacia la producción de leche.

2.2.1.4 Faenamiento.- Espinoza (2012), menciona como faenamiento lo siguiente: “Es una cadena de secuencias que van desde la recepción de las diferentes especies animales hasta el despacho de los productos obtenidos para consumo humano” (p.12).

2.2.1.5 Residuos orgánicos

Wilden (2008), respecto a la definición de residuos orgánicos manifiesta que: “Son los restos biodegradables de plantas y animales. Incluyen restos de frutas y verduras. Con poco esfuerzo estos desechos pueden recuperarse y utilizarse para la fabricación de un fertilizante eficaz y beneficioso para el medio ambiente. A limpiar el mundo” (p.1).

2.2.1.6 Residuos del Faenamiento.- Son residuos que se generan en el momento de faenar el ganado dentro de un matadero, los mismos que pueden ser aprovechados tanto para consumo humano, animal e industrial y contribuir a los grandes problemas de contaminación del agua, aire y suelo. Son de tipo sólido y líquido.

A continuación se mencionan los residuos sólidos y líquidos:

Contenido ruminal, Huesos, Grasas, Pelos, Cueros, Pezuñas, Estiércol (de los corrales), Sangre, Sangre fetal bovina, Bilis, Orina, Fragmentos tisulares (órganos o tejidos no aptos para consumo humano). (Ídem, 2014)

2.2.1.6.1 Fuentes y Caracterización de los Residuos Líquidos

Las principales fuentes generadoras de residuos líquidos son las aguas de lavado y las aguas de los procesos de desangrado y evisceración.

Las aguas residuales contienen **sangre**, contenido ruminal, estiércol, pelos, grasas, huesos, proteínas, y otros contaminantes solubles, efluentes que aportan gran cantidad de carga orgánica y que son vertidos directamente al alcantarillado sin tratamiento previo de ahí al río.

2.2.1.6.2 Sangre bovina: Aucancela (2006), define a la sangre bovina:

“Comprende glóbulos rojos, glóbulos blancos y una parte líquida sin células, el plasma. Muchos biólogos incluyen a la sangre como tejidos conectivos porque se originan de células similares” (p.16).

2.2.1.6.3 Plasma.- Líquido de coloración amarillo paja, se forma de agua, sales minerales, glucosa, proteínas, lípidos, hormonas, anticuerpos y gases en disolución. Por cada animal puede recogerse de 10 a 12 litros por reses. (Mendoza, 2010, p.1)

El plasma es ligeramente alcalino con un pH de 7.4, sus componentes son: agua en un 90 a 92%, de proteínas en un 7 a 8%. El fibrinógeno es la proteína encargada del proceso de coagulación, la albúmina y globulinas ayudan a regular el contenido de agua dentro de las células.

2.2.1.6.4 Características de La sangre.- Tiene un porcentaje elevado de humedad con un 80% y 20% de sustancias sólidas:

- Glóbulos sanguíneos 20%
- Albúmina 6,1%
- Fibrina 0,5%
- Grasa 0,2%
- Otras sustancias 0,03%
- Cenizas 0,9%

Benavides (2006), indica que “la sangre es el principal contaminante, aportando una DQO total de 375.000 mg/lit y una elevada cantidad de nitrógeno, con una relación carbono/nitrógeno del orden de 3:4. Se estima que entre un 15% - 20% de la sangre va a parar a los vertidos finales” (p.43)

2.2.1.6.5 Utilización de la sangre.- Moreta (2012), expone que “la sangre se considera como el primer subproducto que se obtiene del sacrificio y uno de los más importantes que se eliminan o se subutilizan ya que representa alrededor del 60% del potencial de producción de proteínas. Tiene un contenido de hierro de 400 a 500 mg/litro” (p.18).

Tabla 5: Usos de la sangre bovina

CONSUMO HUMANO	<ul style="list-style-type: none"> ○ Plasma sanguíneo ○ Corpúsculo sanguíneo ○ Suero sanguíneo-fibrina ○ Sangre coagulada cocida
CONSUMO ANIMAL	<ul style="list-style-type: none"> ○ Sangre coagulada ○ Sangre mezclada ○ Sangre seca molida ○ Harina de sangre
ABONO	<ul style="list-style-type: none"> ○ Compost

Fuente: Falla (2006)

Su recolección y utilización ayuda a reducir la carga orgánica de las aguas residuales y disminuir la contaminación del medio.

2.2.1.6.2 Fuentes y Caracterización de los Residuos Sólidos

Las principales fuentes generadoras de éstos residuos son los corrales, “se producen cantidades considerables de estiércol mezclado con orina, se estima que un bovino (450 - 635 kg) genera entre 38 y 53 kg/día de estiércol. También en los procesos de descuerado, de corte, y de evisceración” (Benavides, 2006, p.37).

En el proceso de descuerado, se producen los residuos sólidos: pezuñas, huesos, pelos, cuernos. Y en el proceso de evisceración es donde se elimina la mayor cantidad de residuos sólidos siendo el principal, el contenido de los estómagos **el contenido ruminal**.

2.2.1.6.3 Contenido Ruminal

También conocido como ruminaza, representa el alimento no digerido por los poligástricos, es un subproducto originado del sacrificio de los animales, se encuentra en el primer estómago del bovino. (Acevedo y Buitrago, 2008).

2.2.1.6.4 Características del Contenido Ruminal

Eulloque (2013) describe: Tiene la consistencia de una papilla, con un color amarillo verdoso y un olor característico muy intenso cuando está fresco. Se caracteriza por

contener lignocelulosa, mucosas y fermentos digestivos, además de presentar un elevado contenido de microorganismos patógenos, es decir por su gran cantidad microbiana puede ser benéfico para el suelo si se pretende el uso del Contenido Ruminal como abono. (p.5)

Según De Corzo (2008) “Cada mililitro de contenido ruminal contiene cerca de 10 a 50 mil millones de bacterias, 1 millón de protozoos y cantidades variables de levaduras y de hongos” (p.32)

Tabla 6: Análisis Bromatológico del Contenido Ruminal

Humedad %	Proteína bruta %	Fibra %	Ceniza %
76.89	2,05	5.4	3.18

Fuente: Laboratorio UTN (2014)

Tabla 7. Uso del Contenido Ruminal (CR)

CONSUMO ANIMAL	PRODUCTO FINAL /NOMBRE COMERCIAL
Húmedo	Contenido ruminal semi-seco
Seco	Contenido ruminal seco
Sólo o con otros desechos comestibles	<ul style="list-style-type: none"> • Harina forrajera • Contenido ruminal seco mezclado • Bloques nutricionales • Harina forrajera y carne
ABONO ORGANICO	<ul style="list-style-type: none"> • Compost

Fuente: Falla (2006)

El contenido ruminal es uno de los contaminantes con mayor impacto ambiental ya que produce una alta carga orgánica por sus propiedades físico-químicas. Los mismos son depositados en basureros municipales y aguas residuales.

Sin embargo, el contenido ruminal en lugar de ser visto como un contaminante, es un residuo que representa una alternativa tanto como alimento animal como para producción de abonos orgánicos.

2.2.1.6.3 Aguas Residuales

Según el TULAS y su norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes, Recurso agua, Libro VI, Anexo 1: “Son las aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos municipales, industriales, comerciales de servicios agrícolas, pecuarios, domésticos incluyendo fraccionamientos y en general de cualquier otro uso, que hayan sufrido degradación en su calidad original.” (p.287)

El método más común de descomposición de estas aguas consiste en descargarlas a cuerpos de aguas, con tratamiento previo o sin él.

2.2.1.6.4 Caracterización del agua residual

Es el proceso destinado al conocimiento integral de las características estadísticamente confiables del agua residual, integrado por la toma de muestras, medición de caudal e identificación de los componentes físico, químico, biológico y microbiológico. (Ídem, 2003, p.288).

Se caracterizan por su composición física, química y biológica, parámetros del agua residual que guardan relación entre ellos.

Tabla 8: Características del Agua Residual

CARACTERÍSTICAS	PROCEDENCIA
Propiedades físicas:	
Color	Aguas residuales domésticas e industriales
Olor	Aguas residuales en descomposición, residuos industriales
Sólidos	Agua de suministro, aguas residuales domésticas e industriales, erosión del suelo, infiltración y conexiones incontroladas
Temperatura	Aguas residuales domésticas e industriales
Constituyentes Químicos:	
Orgánicos:	
Carbohidratos	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales
Grasas animales, aceites y grasa	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales
Pesticidas	Residuos agrícolas
Fenoles	Vertidos industriales
Proteínas	Aguas residuales domésticas e industriales y comerciales
Contaminantes prioritarios	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales
Agentes Tensoactivos	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales
Compuestos Orgánicos	Aguas residuales domésticas, industriales y

volátiles	comerciales
Otros	Degradación natural de materia orgánica
Inorgánicos:	
Alcalinidad	Aguas residuales domésticas, agua de suministro, infiltración de agua subterránea
Cloruros	Aguas residuales domésticas, agua de suministro, infiltración de agua subterránea
Metales pesados	Vertidos industriales
Nitrógeno	Vertidos industriales
PH	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales
Fósforo	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales, aguas de escorrentía
Contaminantes prioritarios	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales
Azufre	Agua de suministro; aguas residuales domésticas, comerciales e industriales
Gases:	
Sulfuro de Hidrógeno	Descomposición de residuos domésticos
Metano	Descomposición de residuos domésticos
Oxígeno	Agua de suministro; infiltración de agua superficial
Constituyentes Biológicos:	
Animales	Cursos de agua y plantas de tratamiento
Plantas	Cursos de agua y plantas de tratamiento
Protista:	
Eubacterias	Aguas residuales domésticas, infiltración de agua superficial
Arqueobacterias	Aguas residuales domésticas, infiltración de agua superficial, plantas de tratamiento
Arqueobacterias	Aguas residuales domésticas

Fuente: Chiriboga (2010)

2.2.1.6.5 Tipos de aguas residuales

Aguas residuales domésticas.- Son las aguas producidas por las actividades humanas relacionadas con el consumo de agua potable, lavado de platos, duchas, lavatorios, servicios sanitarios y similares. Su calidad es muy uniforme y conocida y varía un poco con respecto al nivel socio-económico y cultural de las poblaciones. (Sans y Ribas, 2009, p.67)

Aguas residuales industriales.- Son las aguas que han sido utilizadas en procesos industriales y han recibido productos contaminantes como efecto del uso. Su calidad es variable y prácticamente se requiere un estudio particular para cada industria. (Ídem, 2009, p.69)

Aguas residuales en mataderos.- Poseen una elevada concentración de materia orgánica, tanto disuelta como en suspensión, que fundamentalmente está constituida

por proteínas y subproductos de descomposición como ácidos orgánicos volátiles, aminas y compuestos orgánicos nitrogenados. Además tienen una importante concentración de grasas, que pueden interferir gravemente en su tratamiento biológico. (Valverde, 2012, p.8)

Según Jarauta (2005) “Los vertidos de la industria cárnica generan problemas de contaminación del medio. Presentan unos altos contenidos de materia orgánica (DQO y DBO5), grasos, sólidos en suspensión y nutrientes (nitrógeno y fósforo)” (p.8).

En el siguiente cuadro se presentan los parámetros más característicos de las aguas residuales de un matadero.

Tabla 9: Características del Agua Residual de Matadero

Parámetros	Cerdos	Ganado bovino	Ganado caprino	Pollo	Embutidos
Consumo de agua (litros/animal)	300-500	400-800	100-250	100-250	-
DQO	4,000-7,000	5,000-12,000	4,000-8,000	2,500-3,500	2,000-4,000
DBO	1,200-2,500	3,000-7,000	2,000-5,000	1,500-2,500	1,200-2,500
NTK	200-450	250-750	200-400	150-250	80-150
Grasas	100-600	100-400	100-600	300-700	100-600
SST	300-1,500	400-2,500	300-1,200	350-800	400-1,000

Fuente: Jarauta (2005)

También las características de las aguas residuales de matadero dependen de los siguientes factores:

- Tipo de animal sacrificado (aves, cerdos, terneros, corderos, conejos, etc.)
- Grado de procesado; en particular de estómagos rumen e intestinos. El contenido ruminal por lo general se gestiona como subproducto sólido, sin embargo el contenido de los estómagos y las mucosidades intestinales son eliminados a las aguas residuales.
- Equipamiento de retención de líquidos y sólidos
- Protocolo de limpieza y uso de agua

2.2.1.6.6 Parámetros característicos de un vertido de matadero

Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO₅.- Álvarez, (2010) define: “DBO₅ es el parámetro utilizado para caracterizar la calidad de un agua, que mide la cantidad de oxígeno necesaria para la degradación biológica de las materias orgánicas que contiene. Es un indicador del grado de contaminación orgánica del agua”. Mientras mayor sea la DBO mayor será la cantidad de materia orgánica disuelta en el agua servida. (p. 77)

Demanda Química de Oxígeno DQO.- Gómez, (2010) indica. “Es una medida de la materia orgánica e inorgánica en el agua, que puede ser oxidada por un agente químico oxidante expresada en mg/l; es la cantidad de oxígeno disuelto requerida para la oxidación química completa de contaminantes. Por lo tanto la DQO de muestras de agua se incrementa con el aumento de la concentración de la materia orgánica” (p.72).

Grasas y Aceites (Extracto Etéreo).- Moreno (2006) manifiesta: “Son sustancias orgánicas no miscibles en agua y de bajo peso específico lo que hace que floten. Las grasas y los aceites son uno de los problemas principales en la disposición de lodos crudos sobre el suelo” (p.576).

Además, las grasas y los aceites afectan adversamente la transferencia de oxígeno del agua a las células e interfieren con su desempeño dentro del proceso de tratamiento biológico aeróbico.

Sólidos Totales ST.- Moreno (2006). “También llama materia seca. Se define como sólidos la materia que permanece como residuo después de evaporación y secado a 103°C. El valor de los sólidos totales incluye material disuelto y no disuelto (sólidos suspendidos)” (p.577).

Nitrógeno N.- Chiriboga (2010). “Nitrógeno es absolutamente básico para la síntesis de proteínas, será preciso conocer datos sobre la presencia del mismo en las aguas, y en qué cantidades”, para valorar la posibilidad de tratamiento de las aguas residuales domésticas e industriales, mediante procesos biológicos” (p.21).

Moreno, (2006). En las aguas residuales el nitrógeno se presenta en tres formas:

- Nitrógeno orgánico

- Sales de amonio
- Amoníaco gas disuelto

El nitrógeno kjeldahl total (NTK), es la suma del nitrógeno orgánico más el nitrógeno amoniacal. (p.577).

Sólidos en Suspensión (SS).- Según Moreno, (2006) se define así: “Materia insoluble suspendida en agua. Está formada por compuestos orgánicos e inorgánicos. En aguas residuales de mataderos predominan los componentes orgánicos, con el tiempo la materia orgánica será degradada y ello aumentará la DBO de las aguas receptoras. Expresado en mg/l” (p.577).

Los parámetros descritos no son los únicos ni los más importantes el momento de canalizar y caracterizar las aguas, también hay que considerar otros parámetros como ph, temperatura, sulfatos, metales tóxicos, turbiedad, densidad, color y microorganismos eucariotas, etc.

2.2.1.6.7 Muestreo de Aguas Residuales

Chiriboga (2010) expone, “El muestreo es el proceso de seleccionar una muestra representativa para hacer el análisis” (p.35).

Las técnicas de muestreo y de análisis usadas para la caracterización de las aguas residuales van desde determinaciones químicas cuantitativas y precisas hasta determinaciones biológicas y físicas cualitativas. (Ídem, 2010, p.35)

Los principales objetivos del método de muestreo es asegurar que las muestras sean representativas del material que se analiza y que las muestras analizadas en el laboratorio sean homogéneas. Por otra parte, el recipiente no debe aportar interferencias ni absorber ninguno de los componentes ya que esto alteraría la medición.

Los resultados analíticos obtenidos en laboratorio nunca pueden ser más confiables que la muestra sobre la cual se realizan las pruebas, la mayoría de datos erróneos se atribuye a un inadecuado muestreo que a técnicas inadecuadas de laboratorio.

Generalmente las muestras pueden ser de dos tipos:

- Puntuales
- Compuestas

Puntuales.- Son aquellas que se toman aisladamente en un momento instantáneo en el tiempo y analizado por separado. (Chiriboga, 2010, p.36)

Son esencialmente una guía del aspecto y composición del universo que se está evaluando en el instante de la extracción. La representatividad es de valor limitado, pero puede ser usado en el seguimiento de las características rápidamente cambiantes de un desagüe.

La serie de muestras puntuales son útiles para apreciar las variaciones de parámetros como: ph, gases disueltos, etc. Y analizadas in situ determinan oxígeno disuelto, temperatura, demanda de cloro y cloro residual. Como también concentraciones debidas a descargas intermitentes de piletas, tanques. (Op. Cit. 2010, p.36)

Compuestas.- “Indican condiciones medias y dan resultados que son útiles para estimar las cantidades de materiales descargados a lo largo de un período prolongado. Por ejemplo 24 horas o por turno” (p.37).

En cambio, si el caudal varía como en el caso de los desagües industriales es aconsejable tomar una muestra compensada. En éste caso el volumen de cada porción será proporcional al caudal del efluente que circula en el momento de la extracción. El muestreo compuesto reduce a un mínimo el trabajo analítico. (Yaselga, 2013).

Las muestras de procesos industriales continuos son formadas normalmente sobre un turno de trabajo de 8 horas o 24 horas, pueden ser necesarias sobre períodos menores de 4, 2 y hasta de 1 hora para estudios especiales. (Op. Cit. 2010, p.37).

2.2.2 VARIABLE DEPENDIENTE: Contaminación del Río Tejar

Dentro del análisis conceptual se presenta a continuación los conceptos macro que abarcan a la variable independiente, mismos que son:

2.2.2.1 Ecología: Según Arellano (2011) por su etimología se deriva de dos palabras griegas: “oikos”, casa u hogar y “logos”, estudio o tratado. Se define al estudio de las relaciones de los seres vivos y su ambiente, donde éste último no solo incluye las condiciones físicas sino también las biológicas en que viven los organismos (competidores, depredadores, parásitos, etc.) como con las demás especies. (p.2).

2.2.2.2 Medio Ambiente: Urrutia (2007), lo define del siguiente modo: “Es todo lo que rodea a un organismo; los componentes vivos y los abióticos. Conjunto interactuante de sistemas naturales, construidos y socio-culturales que está modificado históricamente por la acción humana y que rige y condiciona todas las posibilidades de vida en la Tierra, en especial la humana, al ser su hábitat y su fuente de recursos” (p.18).

2.2.2.3 Calidad Ambiental: “Es el mérito para que su esencia y su estructura actual se conserven. Representa por definición las características cualitativas y/o cuantitativas inherentes al ambiente en general o medio en particular, y su relación con la capacidad relativa de éste para satisfacer las necesidades del hombre y/o de los ecosistemas” (Ídem, 2007, p.29).

2.2.2.4 Desequilibrio Ecológico.- El diccionario OSMAN del Observatorio de Salud y Medio Ambiente de Andalucía (2012), lo define como “la alteración de las relaciones de interdependencia entre los elementos naturales que conforman el ambiente, que afectan negativamente la existencia, transformación y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos. Alteración que puede ser provocada por causas naturales y artificiales” (p.471).

2.2.2.4.1 Causas Naturales: Las principales causas naturales del desequilibrio ecológico son las siguientes: cambio climático, calentamiento global y oscurecimiento global (Carpeta pedagógica, 2012, p.3)

2.2.2.4.2 Causas Artificiales: Igualmente como causas artificiales principales tenemos: tala de bosques, contaminación ambiental, y caza indiscriminada. (Ídem, 2012, p.3)

2.2.2.5 Contaminación del Río Tejar

Es la incorporación al agua del mencionado río de materiales considerados como extraños que actúan perjudicando la calidad del agua, de forma que lo hacen inútil para muchos de los usos. Materiales como productos químicos, agentes infecciosos, aguas residuales y otros.

2.2.2.5.1 Características del Río Tejar

Las aguas de río al pasar por la urbe toma varios colores, sea azul oscuro, rojo, verde, fenómeno que ocurre con frecuencia por la actividad del hombre.

El Periódico Municipal Otavalo Informa (2010). Manifiesta que las estimaciones técnicas, alrededor de 15000 descargas residuales domiciliarias, industriales, desembocan en los ríos Jatun Yacu, **Tejar**, Machángara, que atraviesan por la ciudad de Otavalo y lo contaminan. Situación que ha provocado una inminente afección ambiental, especialmente en las zonas cercanas a los ríos. (p.9)

2.2.2.5.2 Calidad de Agua del Río Tejar

A continuación se describe la calidad del agua del mencionado río, según los datos obtenidos del documento titulado: Resumen Ejecutivo del Gobierno Municipal de Otavalo (2011), elaborado por la Consultora Copade:

Ubicación de puntos de muestreo:

T1: Quebrada afluente Santiaguillo, sector Santiaguillo

T2: Puente el Batán, sector Estadio (aguas abajo)

T3: Cruce de la Av. Panamericana (aguas abajo del camal)

T4: A.J. Quebrada S/N (frente a la urbanización San Nicolás)

T5: Cruce de la vía a Selva Alegre (aguas abajo).

Tabla 10. Calidad del Agua del Río Tejar

Parámetro	Unidad	Valores	T1	T2	T3	T4	T5
		Permisibles					
PH	unid pH	05-9	7.9	7.66	7.45	7.55	7.54
Temperatura	°C		14	15	15	16	16
Oxígeno Disuelto	mg/l	No <6	6.9	4.5	6.1	5.15	4.45
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/l O ₂		5.0	31	23	21	23
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/l O ₂		9	42	44	36	33
Coliformes Fecales	NMP/100ml	<200	230	7.5E3	9.3E3	7.3E4	2.4E4
Coliformes Totales	NMP/100ml		3.6E3	2.1E4	3.6E4	1.1E5	1.1E5
Índice de Calidad			87.3	49	57.8	45.6	35.3
Grado de Contaminación			Moderada	Muy Intensa	Alta	Muy Intensa	Muy Intensa

Fuente: Copade Cia. Ltda. (2012)

En consecuencia, el río presenta niveles intensos de contaminación de tipo bacteriológico por ser el receptor de descargas de aguas residuales al atravesar la ciudad de Otavalo alterando la fauna y vegetación que viven en él.

En este sentido, es preciso mencionar que existen tres tipos de contaminación del agua: industrial, agrícola y urbana.

2.2.2.6 Recurso hídrico

“Es la aportación total de agua a un territorio mediante el ciclo hidrológico. Es la suma de la aportación superficial que discurre por la red fluvial y la aportación subterránea” (Fraume, 2006, p.218).

2.2.2.7 Tipos de Recurso Hídrico

Aguas superficiales, proceden de la lluvia o el deshielo, discurren con rapidez por el suelo alimentando arroyos, ríos, charcos. Constituye la escorrentía superficial. (Ídem, 2006, p. 10)

Aguas subterráneas: Forma el agua de precipitación infiltrada en el subsuelo que escapa de la evapotranspiración y desciende hasta llegar a una capa impermeable que la retiene, se acumula en la parte superior y satura los huecos del terreno formando un acuífero. (Ibídem, 2006, p. 10)

2.2.2.8 Recurso Paisaje

Es la extensión de terreno que puede apreciarse desde un sitio. Es todo aquello que forma un conjunto de elementos visibles sobre el horizonte. Son de tipo natural, artificial, urbano y rural. (Fraume, 2008, p.196).

2.2.3 VARIABLE ASOCIADA: Abonos Orgánicos

Sánchez (2009), manifiesta. Son todos aquellos residuos de origen animal, vegetal o mixto, el suelo con la descomposición de éstos residuos se va enriqueciendo con carbono orgánico y mejora las características, físicas, químicas y biológicas por ende las plantas obtienen nutrientes. (p.47).

Parte importante de la composición de los abonos orgánicos es precisamente el contenido de materia orgánica.

Actúan en el suelo sobre tres tipos de propiedades:

2.2.3.1 Propiedades físicas:

Cervantes (2013): Expone las siguientes propiedades físicas:

- El abono orgánico por su color oscuro, absorbe más las radiaciones solares, el suelo adquiere más temperatura y se pueden captar con mayor facilidad los nutrientes.
- Mejora la estructura y textura del suelo, haciendo a los suelos arcillosos más ligeros y más compactos a los arenosos.
- Mejoran la permeabilidad de los suelos, influyen en el drenaje y aireación de éste
- Disminuyen la erosión del suelo, tanto hídrica como eólica
- Aumentan la retención de agua en el suelo, absorbe más y retiene mucho tiempo cuando llueve. (p.3)

2.2.3.2 Propiedades químicas:

- Los abonos orgánicos aumentan el poder tampón del suelo, y en consecuencia reducen las oscilaciones de ph de éste.
- Aumentan la capacidad de intercambio catiónico del suelo, con lo que aumenta la fertilidad. (Ídem, 2013, p.3)

2.2.3.3 Propiedades biológicas:

- Favorecen la aireación y oxigenación del suelo, hay mayor actividad radicular y mayor actividad de los microorganismos aerobios.
- Constituyen una fuente de energía para los microorganismos, por lo que se multiplican rápidamente. (Ibídem, 2013, p.3)

2.2.3.4 Tipos de Abonos Orgánicos

2.2.3.4.1 Compost

Es un abono natural que resulta de la transformación de la mezcla de residuos orgánicos de origen animal y vegetal, que han sido descompuestos bajo condiciones controladas. Este abono también se le conoce como “tierra vegetal” o “mantillo”. Su calidad depende de los insumos que se han utilizado (tipo de estiércol y residuos vegetales), pero en promedio tiene 1.04 % de N, 0.8% P y 1,5 % K. (Sánchez, 2009, p.47)

2.2.3.4.2 Estiércol

El estiércol es una fuente de materia orgánica, pero es relativamente bajo en nutrimentos. El valor del abono depende del tipo de animal, la calidad de la dieta, la clase y la cantidad de cobertura usada, y la manera en que el abono es almacenado y aplicado. (Sánchez, 2009, p.50)

2.2.3.4.3 Humus de lombriz

Compostaje que se realiza mediante el proceso digestivo de las lombrices. Se trata de un humus limpio, inodoro y suave al tacto, cuyas propiedades se consideran incluso mejores que las del compost doméstico. (Ídem, 2009, p.50)

2.2.3.4.4 Abono verde

Consiste en sembrar plantas que luego se voltearan e incorporaran al suelo en forma de abono. Se suelen utilizar especialmente leguminosas _ alfalfa, trébol, guisante

forrajero porque son capaces de fijar el nitrógeno del aire que luego devolverán al suelo cuando sean enterradas. Esta especialmente indicado para proteger el suelo de la erosión y para recuperar los terrenos que han perdido su equilibrio biológico tras el uso de fertilizantes químicos. (Ecoagricultor, 2013, p.1)

2.2.3.4.5 Guano

Es el nombre que reciben las deyecciones de las aves marinas, cuya dieta basada en pescado hace del guano un potente fertilizante con altos niveles de nitrógeno y fósforo. También se puede conseguir guano de murciélago. (Ídem, 2013, p.1)

2.2.3.4.6 Harinas de hueso

Resultan útiles por su alto contenido en fósforo, por lo que se recomiendan para estimular la floración de las plantas. Pero las harinas de hueso tienen un alto contenido en cal, lo que puede alterar el pH del sustrato y dificultar la absorción de ciertos nutrientes; del mismo modo, pueden contribuir a corregir un pH demasiado ácido. También se elaboran abonos con astas y pezuñas; tienen un alto contenido en nitrógeno y son de ciclo largo. (Ibíd, 2013, p.1)

2.2.3.4.7 Cenizas

Deberán ser siempre cenizas obtenidas de materia inorgánica. Contienen altos niveles de potasio, calcio o magnesio, y sin embargo carecen de nitrógeno. Son apropiadas para corregir la excesiva acidez del suelo debido a su pH muy alcalino. (Ibíd. 2013, p.1)

2.2.3.5 Proceso de Compostaje

Agreda y Deza (2009). "Llamamos compostaje al proceso biológico aeróbico por el cual los microorganismos actúan sobre la materia orgánica descomponiéndola de forma rápida", mediante procesos de fermentación controlada, con el fin de obtener un producto estable de características definidas y útil para la agricultura.

2.2.3.5.1 Factores que afectan al proceso de compostaje

Moreno y Moral (2008) mencionan los siguientes factores:

Los factores más importantes pueden ser clasificados en dos tipos:

- De seguimiento.- Aquellos que han de ser medidos, seguidos durante todo el proceso y adecuados, en caso de ser necesario, para sus valores se encuentren en los intervalos considerados correctos para cada fase del proceso. Entre ellos se encuentran: temperatura, humedad, pH, aireación y espacio de aire libre (p.94).
- Los relativos.- tienen relación con la naturaleza del sustrato. Entre ellos se considera: tamaño de partícula, relación C/N y C/P, nutrientes, materia orgánica y conductividad eléctrica. (Ídem, 2008, p.95)

Tabla 11. Parámetros del compost

Parámetro	Rango aceptable	Condición óptima
Relación C/N	20/1 – 40/1	25/1 – 30/1
Humedad	40 – 65%	50 – 60%
Temperatura	55 – 75° C	65 – 70° C
Volteo	Cada semana	Depende de T° y humedad
PH	5.5 – 9.0	6.5 – 8.0
Tamaño de partículas	0.3 – 5 cm	0.5 – 1 cm
Tamaño del montón	0.8 – 1.2 m	= 0.8 m
Tiempo	2 – 3 meses	1 – 2 meses

Fuente: Guerrero y Monsalve (2007)

2.2.3.5.2 Técnicas de compostaje

Las técnicas de compostaje varían principalmente de acuerdo a las condiciones de, aireación, periodo del volteo y calidad requerida en el producto final. La diferencia entre las distancias tecnológicas de compostaje está en el tiempo de desarrollo del proceso, el equipamiento y de la mano de obra necesaria para ello. (Intec, 2009, p.16)

Principales métodos de compostaje utilizados a escala comercial:

2.2.3.5.3 Sistemas Abiertos:

Compostaje en pilas estáticas

Corporación Nacional Forestal (2009). La tecnología para el compostaje en pilas estáticas es relativamente simple y es el sistema más económico y el más utilizado.

Los materiales se acumulan sobre el suelo o pavimento, sin comprimidos en exceso, siendo muy importante la forma y medida de la pila. (p.1)

Las medidas oscilan entre 1,2 – 2m de altura, por 2-4 m de ancho, siendo la longitud variable. La sección tiende a ser trapezoidal, aunque en zonas muy lluviosas es semicircular para favorecer el drenaje del agua. Las pilas son ventiladas por convección natural y se voltean con una frecuencia que depende del tipo de material. De la humedad y de la rapidez con la que se desea realizar el proceso, siendo habitual realizarlo cada 6 - 10 días.

Compostaje en pilas de volteo o en hileras.

El material se acumula en pilas alargadas al aire o en galpones. El tamaño y la forma de las pilas (triangular o trapezoidal) dependerán del clima, material utilizado y el tipo de maquina disponible para el volteo. (Op. Cit. 2009, p.2)

Voltear las pilas, usando técnica manual o mecánica, en forma regular cada 6 a 10 días para que la aireación sea adecuada. Después de cada volteo, la temperatura desciende alrededor de 5 o 10°C, subiendo en caso de que el proceso no haya terminado.

A pesar de que esta técnica requiere de un espacio mayor al de las otras técnicas, posee costos operacionales altos, es vulnerable a los cambios de clima y el material genera olores al voltearlo; haciendo un buen seguimiento de la temperatura y humedad de la masa, con objeto de buscar los momentos adecuados a los volteos, este sistema da resultados aceptables.

Compostaje en pilas estáticas aireadas pasivamente.

Se utiliza una red de tuberías, de 3 a 5 pulgadas de diámetro, perforadas, que se coloca en la parte inferior de la pila. La altura recomendada de la pila es de 1 a 1,5 m, aunque la forma y tamaño óptimo de la pila depende del tamaño de partículas, contenido de la humedad, porosidad y nivel de descomposición, todo lo cual afecta el movimiento del aire hacia el centro de la pila. Para permitir el flujo adecuado de aire que entra a través de las cañerías, se coloca una cubierta de turba. (Op. Cit. 2009, p.2)

Compostaje en pilas aireadas forzadamente

Se utilizan compresores para inyectar aire al interior o aspiradores que succionan aire hacia el exterior. Este sistema de compostaje requiere una serie de equipamiento

(compresor, red de tuberías, válvulas y sistemas de control de presión de aire, temperatura y humedad), por lo que tiene un costo de inversión mayor. (Ídem, 2009, p.2)

Una vez armada la pila, no se toca, hasta que la tapa activa de compostaje sea completa. Este sistema permite tener un mayor control de la concentración de oxígeno y mantenerla en un intervalo apropiado (15 – 20%), para favorecer la actividad. En esta técnica el producto se encuentra estabilizado entre los 4 y 6 meses. (Yaselga, 2013)

2.2.3.5.4 Sistemas Cerrados

Compostaje en reactores

Este se lleva a cabo en un contenedor o recipiente cerrado. La principal ventaja de este sistema es su rápida velocidad de descomposición (10 a 14 días), bajo requerimiento de terrenos, completo control del proceso y la calidad del producto final. Sin embargo presenta un alto costo de instalación y operación. (Mathur, 1991, citado por Avendaño, 2001, p.24)

2.2.3.5.5 Fases del Compostaje

Las variaciones en la comunidad microbiana durante el compostaje siguen un patrón predecible que puede ser aplicado a la mayoría de procesos, independientemente del tipo de sustrato. (Moreno y Moral, 2008, p.130)

Fase Mesófila Inicial

Fase más dinámica del compostaje, rápidamente se incrementa la temperatura de 10 a 40°C. Es el periodo de aclimatación de los microorganismos a su nuevo medio y el inicio de la multiplicación y colonización de los residuos. Hay intensa actividad microbiana, la degradación de materia orgánica fácilmente degradable, liberación de CO₂. Es muy importante la remoción de la pila (aireación y reinoculación). (Amigos de la Tierra, 2008, p.12)

Fase Termófila

Dependiendo del material de partida y de las condiciones ambientales, el proceso puede durar entre una o dos semanas en sistemas acelerados, y uno o dos meses en sistemas de fermentación lenta. (Ídem, 2008:12)

Continúa la actividad microbiana, y el aumento de la temperatura mayores (entre 60 y 70 °C), en la pila de residuos, provoca la aparición de organismos termófilos (bacterias y hongos). Produciendo una rápida degradación de la materia. La temperatura alcanzada durante esta fase del proceso garantiza la higienización y eliminación de gérmenes patógenos, larvas y semillas. Pasando este tiempo disminuye la actividad biológica y se estabiliza el medio. (Ibíd., 2008:12)

Fase de enfriamiento y maduración

Es un periodo de fermentación lenta (puede llegar a durar 3 meses), en el que la parte menos biodegradable (la más resistente) de la materia orgánica se va degradando. La temperatura de la pila va disminuyendo lentamente al igual que la actividad de las bacterias, produciéndose la colonización de la pila por todo un mundo de organismos y microorganismos que ayuden a la degradación de esas partes menos biodegradables del residuo. (Ibíd. 2008:13)

Conforme avanza la maduración la comunidad se hace más estable y compleja, y con una composición que se asemeja bastante a la de ambientes oligotróficos como suelos.

2.2.3.5.6 Características del Compost

Cempre (2014) menciona: Las características del compost varían según el material orgánico inicial, el proceso de compostaje utilizando y la duración de las distintas etapas del proceso. Sin embargo pueden identificarse algunas características comunes:

- Color café oscuro
- Olor agradable parecido a tierra
- Desmenuzarse fácilmente (consistencia)
- Alta capacidad de intercambio de cationes y alta capacidad de absorción de agua.

Tabla 12. Parámetros y valores ideales de los análisis químicos del compost (p.3)

PARÁMETROS	RANGO O VALOR IDEAL
PH	4 – 9
Humedad	<20%
Cenizas	<60%
Nitrógeno total	≤ 1%
P	≤ 1%
K	≤ 1%
C	≤ 15%
Materia orgánica	>25%
Relación C/N	15 – 18
Zn	< 7000 mg/kg
Cu	< 4300 mg/kg
Mg	0.57%
Fe	7563 ppm
Mn	414 ppm
Ca	0.6 – 13.5%
Coliformes fecales	<1000 NMP/gr
Salmonella	<3 NMP/4 gr

Fuente: Guerrero y Monsalve (2007)

Hay factores limitantes que pueden influir en el proceso de compostaje sobre la acción de diversos microorganismos en la materia orgánica original hasta obtener un compost maduro. Entre éstos factores se encuentran: Relación carbono / nitrógeno, humedad, temperatura, aireación, pH, tamaño de la partícula, tamaño del montón, conductividad eléctrica, y tiempo.

Además de estos parámetros también se observa el grado de impurezas como el contenido de vidrios, plásticos metales siendo en general permitido alrededor del 3% del porcentaje en peso.

2.2.3.5.7 Aserrín de madera

El aserrín considerado materia orgánica y se define como la especie de polvo, más o menos gruesa, que se desprende de la madera cuando la asierran

2.2.3.5.8 Características del Aserrín

Basaure (2008). Se compone principalmente de fibras de celulosa unidas con lignina. Según análisis su composición media es de un 50% de carbono (C), un 42% de

oxígeno (O), un 6% de hidrógeno (H) y un 2% de nitrógeno (N) asociado a otros elementos.

El proceso de degradación de la madera en general, y del aserrín de madera en particular, puede ser atribuida a dos causas primarias: agentes bióticos (hongos, bacterias, insectos) y agentes físicos (humedad, oxígeno disponible, temperaturas); que alteran las características de la madera al grado requerido para que otros agentes. (p.1)

2.3 FUNDAMENTO LEGAL

La fundamentación legal y ambiental de la presente investigación se basa en:

Constitución Política de la República del Ecuador, 2008, según la cual:

En el ámbito ambiental, la Constitución política del Ecuador establece los deberes y obligaciones del Estado, así como de los ciudadanos con el medio ambiente, a saber:

“Sección segunda. Ambiente Sano. Art. 14.-Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados”.

En la Constitución de la República del Ecuador (2008) bajo el Título III, que habla del “Régimen del Buen Vivir”, capítulo segundo, sobre la “Biodiversidad y Recursos Naturales”, en la sección sexta “Agua”, en los Artículos 411 y 412, tanto el estado como la autoridad a cargo de la gestión del agua garantizan la conservación, recuperación y manejo integral del hídrico. Además están en la obligación de regular las actividades que puedan afectar la calidad y cantidad de agua y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua.

La ley de Gestión Ambiental (2004-019) en el Capítulo II “De la Autoridad Ambiental”, en el Art 9 establece que le corresponde al Ministerio del Ramo a coordinar con los organismos competentes sistemas de control para la verificación del cumplimiento de las normas de calidad ambiental referentes al aire, agua, suelo, ruido, desechos y agentes contaminantes. Mientras que en el Art. 23 establece realizar una evaluación del Impacto Ambiental mediante una estimación de los efectos causados por la

población humana, la biodiversidad, el agua, el paisaje y la estructura y función de los ecosistemas presentes en el área previsiblemente afectada.

El Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria. Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua. Libro VI-Anexo I, menciona lo siguiente:

“El objetivo principal de la presente norma es proteger la calidad del recurso agua para salvaguardar y preservar la integridad de las personas, de los ecosistemas y sus interrelaciones y del ambiente en general. Normas de descarga de efluentes a un cuerpo de agua o receptor: Agua dulce y agua marina.”

En el Capítulo VI. De la prevención y control de la contaminación de las aguas Art. 16.- Queda prohibido descargar, sin sujetarse a las correspondientes normas técnicas y regulaciones, a las redes de alcantarillado, o en las quebradas, acequias, ríos, lagos naturales o artificiales, o en las aguas marítimas, así como infiltrar en terrenos, las aguas residuales que contengan contaminantes que sean nocivos a la salud humana, a la fauna, a la flora y a las propiedades.

En su art. 17.- El Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos (INERHI), en coordinación con los Ministerios de Salud y Defensa, según el caso, elaborarán los proyectos de normas técnicas y de las regulaciones para autorizar las descargas de líquidos residuales, de acuerdo con la calidad de agua que deba tener el cuerpo receptor.

Nota: Al expedirse la Organización del Régimen Institucional de Aguas, mediante Decreto Ejecutivo No. 2224, publicado en el R.O. 558-S, de 28-X-94, el Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos fue sustituido por el Consejo Nacional de Recursos Hidráulicos, cuerpo colegiado multisectorial, y por las Corporaciones Regionales de Desarrollo, instituciones públicas de manejo de los recursos hídricos del país. Art. 18.- El Ministerio de Salud fijará el grado de tratamiento que deban tener los residuos líquidos a descargar en el cuerpo receptor, cualquiera sea su origen.

En el Art. 19.- El Ministerio de Salud, también, está facultado para supervisar la construcción de las plantas de tratamiento de aguas residuales, así como de su operación y mantenimiento, con el propósito de lograr los objetivos de esta Ley.

El Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD - 2010), en el Art. 54 Literal “**k**” indica que se deberá regular, prevenir y controlar la contaminación ambiental en el territorio cantonal de manera articulada con las políticas ambientales nacionales; mientras que en el Literal “**l**” del mismo artículo manifiesta que se debe prestar servicios que satisfagan necesidades colectivas respecto de los que no exista una explícita reserva legal a favor de otros niveles de gobierno, así como la elaboración, manejo y expendio de víveres; servicios de faenamiento, plazas de mercado y cementerios.

En el Art. 55 de las Competencia del gobierno, literal “**d**” indica que se deberá prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley.

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

3.1 Diseño de la investigación.

3.1.1 Modalidad de la Investigación.

La presente investigación tuvo como fundamento el paradigma cuali-cuantitativo, y según el cual se utilizó las siguientes modalidades:

3.1.1.1 Investigación documental.- La misma que se basa en las consultas realizadas en bibliotecas, la red de internet, artículos de publicaciones periódicas, tesis, etc. Toda esta información permite el desarrollo de lecturas para la extracción de los fundamentos inherentes al tema de investigación.

3.1.1.2 Investigación de campo.- Actividades de observación en todos los procesos de faenamiento, y recolección de datos mediante conversación con el administrador del Camal, (doctor veterinario) y con el personal que labora en el Camal Municipal del Cantón Otavalo y los vertidos que se realizan desde el mismo hacia el Río Tejar, especialmente en horas picos de faenamiento.

3.2 Forma y nivel de investigación

La presente investigación de acuerdo con la naturaleza del tema a investigarse es de forma aplicada, ya que se aplicó dentro de un contexto local definido y respecto a un área científica determinada que es la gestión ambiental.

El nivel de investigación es perceptual, por cuanto se utilizó a la observación como medio de recolección de la información primaria, la misma que se basa en la percepción de la realidad a través de los sentidos.

3.3 Tipo de Investigación

3.3.1 Exploratoria.- Se realizó un estudio semi-estructurado que se hace con el objetivo de sondear un problema que ha pasado desapercibido en un contexto

particular del manejo inadecuado de los desechos. Por ende, existe el vínculo con la generación de hipótesis o preguntas científicas y reconocimiento de las variables.

3.3.2 Descriptiva.- Con la ayuda de este tipo de investigación se expone de forma detallada los resultados obtenidos de los análisis de laboratorio y de las observaciones directas que se realizaron entorno a la calidad de las aguas residuales vertidas al Río Tejar y también de las características de los productos con valor agregado generados a partir de los residuos de contenido ruminal y sangre.

3.3.3 Cualitativa.- Este tipo de investigación se basa en el análisis de las características del problema, es decir, el manejo inadecuado de los residuos de las actividades de faenamiento del camal municipal de Otavalo que permitió una aproximación más acertada para el mejor aprovechamiento de los mismos, aportando con la calidad ambiental del recurso hídrico y el hombre

3.3.4 Asociación de Variables.- Mediante este tipo de investigaciones se busca medir el grado de incidencia del aprovechamiento de residuos del contenido ruminal y sangre en la disminución de la contaminación del Río Tejar. Es decir, se mide el grado de incidencia del comportamiento de la una variable en función del comportamiento de la otra variable. Para tal efecto se prevé la formulación de hipótesis generales y específicas.

3.4 Estructura metodológica

La estructura metodológica de la presente investigación se basa en la investigación de campo, debido a las muestras de agua residual recolectadas, las mismas que posteriormente fueron sometidas a los análisis de laboratorio para evaluar los niveles de contaminación de dicho efluente que desemboca al Río Tejar.

Asimismo, se utilizó el método de mezcla y volteo para determinar producir el compost a partir del contenido ruminal y sangre obtenida del matadero en una hora pico de faenamiento, es decir de 04h45 a 5h45

3.5 Unidad de Estudio (población y muestra).

La investigación se realizó en el camal municipal del cantón Otavalo sobre los procesos de faenamiento de ganado bovino, y la mejor alternativa de disminuir la carga orgánica contaminante del agua residual que desemboca en el Río Tejar.

El criterio metodológico para obtener una muestra representativa que permita abstraer el nivel de contaminación al cual se ha sometido el recurso hídrico del Río Tejar consistió en tomar la muestra en las “**horas pico de faenamiento**”, es decir en el momento en el cual se faenan el mayor número de reses en el camal.

De allí que de acuerdo a la capacidad investigativa y física de la investigadora y de los dos colaboradores del camal, se determinó como cantidad adecuada recolectar un rango de entre 600 a 610 kilos de contenido ruminal y 170 a 180 kilogramos de sangre bovina.

Por ende, las unidades de estudio que se tomaron en cuenta para el desarrollo de la presente investigación son las siguientes:

Tabla 13: Unidades de Residuos Líquidos y Sólidos

Unidad	Cantidad	%
Kilogramos de contenido ruminal	606,73	87%
Kilogramos de sangre bovina	178,50	13%
Total	785,23	100%

Fuente: Elaboración propia

Los porcentajes antes mencionados de 87% de contenido ruminal y 13% de sangre representan la cantidad de cada residuo respecto del total de kilogramos recolectados de ambos residuos. Su cálculo se obtiene dividiendo la cantidad de kg obtenida para el total de kg de ambos residuos y multiplicando por cien.

Igualmente, las unidades de estudio han tomado en cuenta los promedios de eliminación de contenido ruminal y sangre cada animal en el proceso de faenamiento, de donde se ha recolectado un porcentaje considerable según la siguiente tabla:

Tabla 14: Promedios de residuos que elimina cada animal en el faenamiento

Residuo	Kg promedio que elimina cada res	Reses recolectadas en los 3 días	Producto kg * reses recolectadas	Total reses faenadas en los 3 días
Contenido ruminal	35.69	17	606.73 kg	94
Sangre	10.50	17	178.50 kg	94

Fuente: Elaboración propia

En este sentido, el número de reses de donde se han tomado las muestras de contenido ruminal y sangre del Camal de Otavalo fueron las siguientes:

Tabla 15: Porcentaje de la muestra según el total de reses faenadas por día

Fecha	Reses faenadas	Muestra de reses tomadas por día	Porcentaje de muestra respecto del total diario
22 dic. 2012	42	5	11.90%
03 ene 2013	28	6	21.42%
17 ene 2013	24	6	25.00%
Total	94	17	33.32%

Fuente: Elaboración propia

Por consiguiente, en la tabla 15, se indica claramente el porcentaje de muestra representativo respecto al número de reses faenadas por cada día y fecha correspondiente.

Tabla 16: Muestras de efluente de agua residual

Unidad	Cantidad	%
M1: Muestra hora pico en primera semana	1000 ml	33.33%
M2: Muestra hora pico en segunda semana	1000 ml	33.33%
M3: Muestra hora pico en tercera semana	1000 ml	33.33%
Total	3000 ml	100%

Fuente: Elaboración propia

Asimismo, en la tabla 16 se indica las cantidades en mililitros de agua residual recolectadas en la caja de revisión de la alcantarilla durante la hora pico de faenamiento los mismos días de realizada la recolección de los residuos en el sitio de origen, para realizar la respectiva caracterización en el laboratorio.

Para muestreo, manejo y conservación de aguas se ha basado principalmente en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2169:98. Establece las precauciones generales que se deben considerar para conservar y transportar muestras de agua y establece varios aspectos a seguir, entre los cuales mencionamos los siguientes:

3.5.1. Selección de puntos de muestreo: Esta selección se realizó en la caja de revisión previa al desfogue hacia el Río Tejar, por cuanto es este el lugar adecuado donde se obtiene las muestras de las aguas residuales que salen del camal de

Otavalo. No habría razón tomar muestras de otro sitio ya que todos los sifones y sistema de tuberías internas del camal se acumulan en esta caja antes de ser vertidas.

Según el numeral 2.1 de dicha norma, las muestras tomadas fueron muestras simples y por la dificultad de ser analizada en el sitio de muestreo, se las trasladó hasta el laboratorio de la UTN de manera inmediata. Cabe indicar que el traslado desde el punto de muestreo hasta el laboratorio demanda el tiempo de 1 hora reloj.

3.5.1.1 Número de muestras día: Según el TULAS en su numeral 4.2.1 que indica las normas generales para descarga de efluentes, tanto al sistema de alcantarillado, como a los cuerpos de agua, en el subíndice 4.2.1.2 menciona textualmente: “

“La Entidad Ambiental de Control deberá establecer la normativa complementaria en la cual se establezca: La frecuencia de monitoreo, el tipo de muestra (simple o compuesta), el número de muestras a tomar y la interpretación estadística de los resultados que permitan determinar si el regulado cumple o no con los límites permisibles fijados en la presente normativa para descargas a sistemas de alcantarillado y cuerpos de agua”

Por consiguiente, y luego de la revisión de la legislación vigente a la fecha (2012) se puede observar que hasta el momento el Ministerio del Ambiente no ha promulgado dicha normativa complementaria.

De allí que tomando como referencia el número de muestras tomadas por INBIOTEC en el año 2008, que fueron 16 y que luego fueron analizadas 9, se determinó como factible según el criterio de la investigadora tomar solamente 3 muestras en horas pico de faenamiento que es el periodo donde más contaminación producen los vertidos del camal de Otavalo al Río tejar, en concordancia con lo que expone Chiriboga (2010:35).

3.5.1.2 Horario: El horario de recolección fue de 04h45 a 05h45. (considerada hora pico de faenamiento)

3.5.1.3 Almacenamiento de muestras: Para el almacenamiento “temporal” de las aguas, se ha tomado en cuenta lo establecido en el numeral 3.9 y 3.11 de la misma

norma INEN mencionada. Para el transporte de las muestras se utilizaron frascos de plástico y se transportó para su respectivo análisis

3.2.1.4 Selección de parámetros para análisis: Para este propósito se tomó en cuenta lo estipulado en la norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: recurso agua dictada bajo el amparo de la Ley de Gestión Ambiental y del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental. Norma que establece límites de descarga al sistema de alcantarillado público, deberá cumplir con los valores establecidos en el acápite 4.2.2.3, tabla 11 según el cual solamente se analizaron: Potencial Hidrógeno, Demanda Química de Oxígeno, Demanda Bioquímica de Oxígeno, Sólidos Totales y Extracto Etéreo (grasas); que constituyen los contaminantes principales dentro del estudio.

Selección de laboratorio: Por razones de cercanía, prestigio institucional y agilidad en la entrega de resultados; el laboratorio de Análisis Físicos Químicos y Microbiológicos de la Universidad Técnica del Norte de Ibarra, fue el seleccionado para el presente estudio.

3.5.2 Base legal y técnica del estudio

La presente investigación enfocada al aprovechamiento de los residuos sólidos y líquidos del camal de Otavalo previo a su vertido al Río Tejar, tuvo como base legal y técnica a los siguientes documentos normativos:

- Texto Unificado de legislación Ambiental Secundaria TULAS: numeral 4.2.1 y subíndice 4.2.1.2.
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2169:98; especialmente sus numerales 3.9, 3.11 y las tablas 1,2 y 4 (INEN, Quito, 1ª Edición).
- Procedimientos para Registro de generadores de desechos peligrosos, gestión de desechos peligrosos previo al licenciamiento ambiental, y para el transporte de materiales peligrosos (Ministerio del Ambiente, Acuerdo Ministerial 026, 2008): Según los cuales el Camal Municipal de Otavalo realizó el procedimiento de registro de generadores de desechos peligrosos, cuyo registro es el N° GMPC920460. Así
- como también realiza el llenado mensual de los formatos correspondientes a declaración anual de generación, manejo y transferencia de desechos peligrosos.

- Por otra parte, el procedimiento previo al licenciamiento ambiental para la gestión de desechos peligrosos, no se ha realizado hasta el momento, debido a que el manejo de los desechos de sangre y rumen bovina para su posterior elaboración de compost es solamente una propuesta técnico – productiva, tema formulado y se ha puesto a disposición del Colegio Carlos Ubidia Albuja para una implementación futura. De allí que depende de esta institución la decisión si continuar de forma permanente con la propuesta para la obtención de la licencia ambiental correspondiente. En consecuencia, esta institución es quien tendrá la facultad de administrar el ciclo de vida que tenga el producto final (compost).
- También cabe agregar que según las políticas de la administración municipal otavaleña 2009 – 2014, se ha previsto el traslado del camal municipal cantonal al Camal Provincial de faenamiento ubicado en la ciudad de Ibarra.

3.6 Métodos empleados

Los métodos utilizados en el presente estudio son los siguientes:

3.6.1 Analítico Sintético: Según el cual se analizó las partes del todo para luego sintetizar en una idea general respecto al fenómeno estudiado. En este sentido, este método ha sido utilizado para analizar la línea base inicial donde se diagnosticó el problema de la contaminación del Río Tejar en relación con los residuos sólidos y líquidos del faenamiento.

3.6.2 Descriptivo: Que sirvió para detallar las características abstraídas del fenómeno de estudio durante la investigación. Con este método fue posible describir el entorno socio- ambiental y productivo del Cantón Otavalo, mismo que se caracteriza por la presencia de recursos naturales de gran importancia y el desarrollo de actividades textiles, artesanales y agropecuarias de manera conjunta.

Con respecto al Colegio Técnico Carlos Ubidia Albuja, institución educativa beneficiaria de esta investigación, es preciso indicar que al desarrollar la elaboración del abono orgánico (compost) contarán con una fuente de ingresos autogestionados para reinversión en los gastos de la especialidad de explotaciones agropecuarias.

3.6.3 De laboratorio: Estos métodos permitieron el análisis y evaluación de las muestras obtenidas por la investigadora, los mismos que se exponen en la siguiente tabla:

Tabla 17: Métodos de análisis físicos, químicos y microbiológicos en laboratorio

Parámetros físicos	Unidad	Método aplicado
pH	-	Conductímetro
Conductividad	uS/cm	Conductímetro
Contenido acuoso (humedad)	%	Secado en estufa
Sólidos totales	%	Secado en estufa
Relación C/N	-	Cálculo
Parámetros químicos	Unidad	Método aplicado
Potasio (K)	%	Absorción atómica
Calcio (Ca)	%	Absorción atómica
Hierro (Fe)	mg/kg	Absorción atómica
Cinc (Zn)	mg/kg	Absorción atómica
Fosforo (P)	%	Molibdato vanadato
Nitrógeno (N)	%	Kjeldalh
Materia Orgánica	%	Dicromato
Carbono Orgánico	%	Oxidación
Parámetros microbiológicos	Unidad	Método aplicado
Salmonella	Pres/ausencia	EPA-1682
Echericha coli	UFC/100g	EPA-40 CFR

Fuente: Elaboración propia

3.7 Técnicas utilizadas para el análisis del agua residual

3.7.1 Toma de muestras: Muestras de agua residual que contiene sangre y contenido ruminal, recolectadas en la caja de revisión de la alcantarilla antes de ser eliminadas al Río Tejar.

3.7.2 Frecuencia de muestreo: La frecuencia de muestreo se realizó para evaluar la calidad del agua residual, se detalla las fechas de toma de muestras para la caracterización.

Tabla 18: Frecuencia de muestreo realizado

Punto de muestreo	Días Medidos	Mililitros
	22 de diciembre 2012	1000
Caja de Revisión	3 de enero 2013	1000
	17 de enero 2013	1000

Fuente: Elaboración propia

3.7.3 Tipo de muestra y condiciones de muestreo: El tipo de muestra utilizada para la caracterización del agua residual fue de tipo compuesta para determinar la calidad del agua en el punto de muestreo y relacionar con los límites permisibles para las descargas en cuerpos de aguas o sistemas de alcantarillado.

Para las descargas de aguas residuales se recolectaron en envases de plástico con capacidad de 1000 ml, previamente lavados y esterilizados, inmediatamente se homogeniza el recipiente con el agua a muestrear y luego se coge el agua residual, cerrar rápidamente el envase para evitar filtraciones

3.7.4 Rotulado de la muestra: Identificar la muestra colocando una etiquetada en la cual se registra: nombre de la fuente, sitio de muestreo, fecha, hora y nombre del responsable del muestreo.

3.7.5 Almacenamiento y preservación de la muestra: Una vez tomadas las muestras se colocó en un termo con hielo para luego ser transportadas lo más pronto posible al laboratorio para su respectivo análisis.

3.7.6 Análisis de laboratorio: Muestras transportadas al laboratorio de la Universidad Técnica del Norte para el respectivo análisis de las principales características de las aguas residuales de mataderos: DBO5, DQO, Ph, Nitrógeno, Sólidos totales, Aceites y grasas.

Al constatar la problemática de disposición final de los residuos, sangre y contenido ruminal del proceso de faenamiento en el camal municipal de Otavalo, se propuso como objetivo la gestión de los residuos y su disminución en la contaminación del río Tejar, a través de alternativas de mejora como es la implementación de una planta de compostaje.

Residuos que en su totalidad son de naturaleza orgánica, que pueden ser sometidos a diferentes métodos de tratamiento. Sin embargo, por ser menos complejo en su implementación y su operación se propone la alternativa de compostaje. También se considera la cantidad de sangre y contenido ruminal que a diario se produce.

3.8 Técnicas utilizadas para la recolección de sangre y contenido ruminal

Los elementos que conforman el proceso de recolección de sangre y contenido ruminal se describen a continuación:

3.8.1 Recolección de residuos (sangre y contenido ruminal) en los procesos de desangre y eviscerado respectivamente, en tanques de 20, 40, 60 litros para proceder a pesarlos.

3.8.2 Transporte de los residuos.- En la planta de compostaje del Colegio Técnico Agropecuario Carlos Ubidia Albuja.

3.8.3 Colocación de los residuos en el lecho. (Anexo 3: Esquema de la recolección de residuos para proceso de compostaje).

3.9 Etapas desarrolladas para el proceso de compostaje

El sitio donde se instaló el proceso de compostaje de los residuos sangre y contenido ruminal bovino producto de las actividades de faenamiento del camal municipal de Otavalo fue en el área de lombricultura del Colegio Técnico Agropecuario de Otavalo. Se inició el proceso a partir del 22 de diciembre de 2012 hasta el 17 de enero del 2013. La cantidad en kilogramos recolectados en la hora pico de faenamiento de los residuos tanto de contenido ruminal y sangre. Se indican en la tabla 15.

Tabla 19: Kilogramos de sangre y contenido ruminal

Días Medidos	No. De Animales Medidos en hora pico	Cantidad de Contenido Ruminal (Kg)	Cantidad de Sangre (kg)	Aserrín (Kg)	Total de la Mezcla en (Kg)
22 de diciembre del 2012	5	178,45	52,5		
03 de enero del 2013	6	214,14	63	13,76	789,99
17 de enero del 2013	6	214,14	63		
Total	17	606,73	178,50	13,76	

Fuente: Elaboración propia

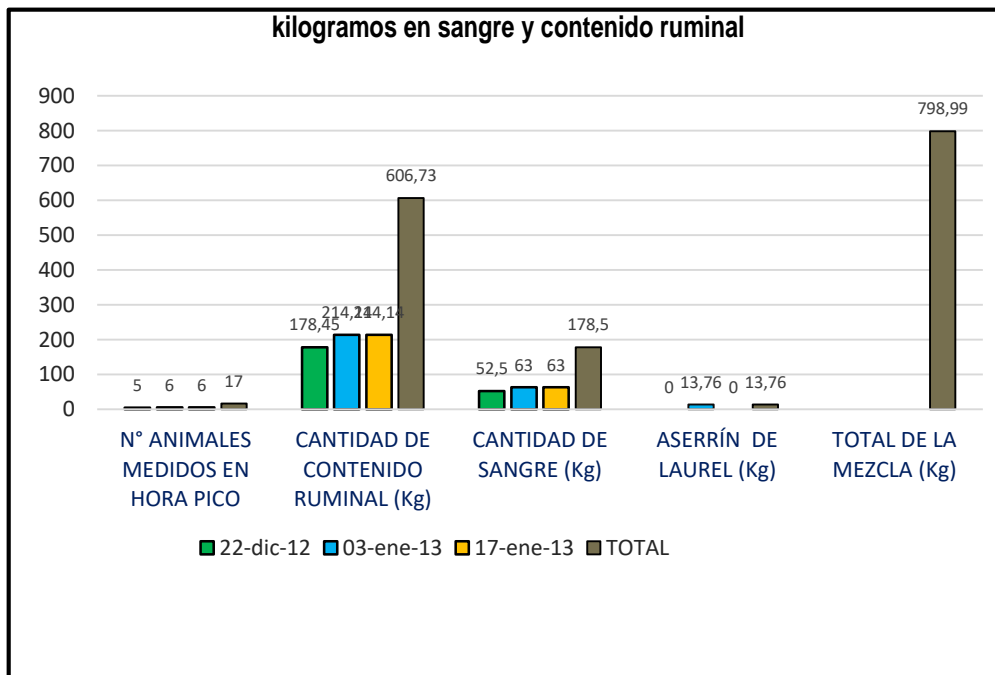


Gráfico 3: Kilogramos en sangre y contenido ruminal
Fuente: Elaboración propia

3.9.1 Acopio y formación de pila: Por la cantidad de residuos recolectados se obtuvo una pila de compostaje de 4m de largo por 1m de ancho y por 0,80 cm de alto.

3.9.2 Aplicación de aserrín: El aserrín utilizado fue de laurel como aportador de la relación C/N y como regulador de la humedad buscando obtener condiciones ideales para el proceso. La cantidad de aserrín utilizada fue de 13,76 kg (Gráfico 3) y la relación C/N medida fue de 9.98 según se detallan en la tabla 33.

3.9.3 Aireación y homogenización: Al implantar la pila de compostaje se trató de proporcionarle condiciones adecuadas para una degradación ideal, controlando pH, temperatura, humedad. Parámetros medidos cada 5 días durante el primer mes, cada 10 días los 3 meses restantes que duró el proceso.

La frecuencia de volteo se realizó manualmente

- a.- Primer mes cada 5 días
- b.- El segundo mes cada 10 días y;
- c.- Los 2 meses restantes cada 15 días para conseguir:
 - Una mezcla homogénea

- Evitar compactación
- Intercambio de gases
- Facilidad de ataque de los microorganismos y
- Control de la temperatura, humedad y pH

El ph fue medido con tirillas fix 0-14 PT, introduciendo la tirilla en la mezcla al ser removida en agua destilada.

La temperatura por medio de termómetro introduciendo en la parte central de la pila en un horario comprendido entre 15h00 a 16h00 y la humedad mediante la técnica del puño. También se tomó en cuenta la precipitación y temperatura ambiente. Valores que se detallan en la tabla siguiente:

Tabla 20: Evolución de la mezcla en pila de volteo para obtener el compost

Tiempo (días)	Temperatura de la mezcla	PH de la mezcla	Humedad de la mezcla %	Precipitación promedio mensual (mm) *	Temperatura ambiente promedio mensual (°C)*
21-ene	27	9	>40		
26-ene	27	7	>40		
30-ene	27	7	>40	51,6	13,5
03-feb	25	7	40		
12-feb	22	7	>40		
21-feb	19	8	>40	124,6	14
02-mar	22	7	30		
11-mar	22	7	30		
20-mar	19	7	>40		
29-mar	18	7	>40	35,1	15,75
08-abr	18	7	>40		
17-abr	16	7	>30		
26-abr	16	7	>30	48,7	14,25
05-may	15	8	>30		
14-may	15	8	30		
23-may	15	8	<30	139	15,5

Fuente: * Estación Meteorológica de Otavalo-INAMHI
Adaptación: Sonia Yaselga

En este sentido, también es pertinente indicar los materiales y equipos utilizados para las actividades de campo, según la siguiente tabla.

Tabla 21: Materiales y equipos utilizados en la investigación de campo

Para toma de muestras del agua residual	Para recolección del Contenido Ruminal y Sangre	Para proceso de compostaje	Instrumentos	De oficina
Mascarillas	Mascarilla	Contenido ruminal	Termómetro	Computadora
Guantes de caucho	Guantes de Caucho	Sangre	Tirillas ph-fix 0-14	Materiales de oficina
Guantes quirúrgicos	Botas de caucho	Aserrín	PT	
Botas de caucho	Tinas, tanques, baldes de plástico, lata	Mascarilla	Agua oxigenada	
Frascos de plástico		Pala	Cámara digital	
Marcador indeleble		Rastrillo	Informe de laboratorio	
Termo con hielo		Guantes de caucho		

Fuente: Elaboración propia

3.12 Pregunta directrices

3.12.1 General

¿Con un mayor nivel de aprovechamiento de los residuos sólidos y líquidos del Camal de Otavalo será posible una menor la contaminación del Río Tejar según las muestras obtenidas en el presente estudio? (R-VI-VD)

3.12.2 Específicas:

- ¿Cuál es el nivel de contaminación que genera el aprovechamiento de sangre y contenido ruminal realizado; de las aguas residuales que se vierten al Río Tejar? (VI)
- ¿Cuál es el porcentaje de contaminación de cada parámetro químico que supera el límite permitido de contaminación del Río Tejar cuando no se aprovecha la sangre y el rumen diariamente? (VD)
- ¿Qué tipo de residuo vegetal podría mejorar los déficits en nutrientes que pueda generar el compost elaborado a base de sangre y contenido ruminal? (VA)

3.13 Operacionalización de las variables

Tabla 22: Matriz de Operacionalización de Variables

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR	ÍNDICE	TÉCNICA	INSTRUMENTOS
(I) Residuos sólidos y líquidos	Sólidos	Cantidad de contenido ruminal vertido	CMR*	Entrevista Observación	Cuestionario de entrevista Registro de observación
	Líquidos	Cantidad de sangre vertida	CMR	Entrevista Observación	Cuestionario de entrevista Registro de observación
(D) Contaminación del Río Tejar	Agua	Nivel de contaminación	NMP**	Análisis de Laboratorio	Microscopio y otros
	Paisaje	Nivel de afectación visual	nd	Observación	Registro de observación

* CMR: Cantidad máxima recolectada

** NMP: Nivel máximo permisible

Fuente: Herrera, Medina y Naranjo (2010)

Adaptación: Sonia Yaselga

3.14 Descripción de la recolección de la información

Las técnicas que se aplicaron para elaborar este trabajo de investigación fueron, la observación de las actividades de faenamiento, y la entrevista con el administrador y trabajadores del Camal Municipal de Otavalo.

Cabe indicar que las jornadas de trabajo inician a las 04h00 hasta las 09h00 de lunes a viernes y el día sábado de 01h00 a 07h00, que fue el día donde se logró la mayor cantidad de información.

Además el análisis de laboratorio de las aguas residuales determina la problemática de contaminación del Río Tejar al no haber el manejo de los residuos vertidos.

Finalmente también se ha realizado la valoración de la calidad del paisaje de acuerdo con los parámetros expuestos por la consultora Walsh 2009.

CAPITULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

4.1.1 Análisis de las aguas residuales del camal municipal de Otavalo

Información proporcionada tanto por el doctor veterinario Jorge Cerón, Administrador del Camal Municipal de Otavalo, como de los trabajadores que laboran en el mismo y de la observación directa que se realizó. Los horarios de faenamiento son de lunes a viernes desde las 04h00 hasta las 09h00 y el día sábado desde las 01h00 hasta las 07h00 debido a la feria existente en Otavalo. Con un promedio diario de 30 reses faenadas, de acuerdo como lo indica la siguiente tabla:

Tabla 23: Extracto del informe de ingresos de faenamiento en Camal de Otavalo

MES	GUIAS CONEFA	RESES FAENADAS			RESES FAENADAS /DIARIO	ELIMINACION DE CONTENIDO RUMINAL /DIARIO	ELIMINACION DE SANGRE /DIARIO
		VACAS	TOROS	TOTAL			
ENERO	194	595	126	721	27,73	989,71	291,17
FEBRERO	183	594	131	725	27,88	995,20	292,79
MARZO	176	609	173	782	30,08	1073,45	315,81
ABRIL	181	548	128	676	26,00	927,94	273,00
MAYO	211	660	12	672	25,85	922,45	271,38
JUNIO	190	656	121	777	29,88	1066,58	313,79
JULIO	194	677	76	753	28,96	1033,64	304,10
AGOSTO	200	688	79	767	29,50	1052,86	309,75
SEPTIEMBRE	180	673	63	736	28,31	1010,30	297,23
OCTUBRE	217	659	97	756	29,08	1037,76	305,31
NOVIEMBRE	215	632	107	739	28,42	1014,42	298,44
DICIEMBRE	212	639	92	731	28,12	1003,44	295,21
TOTAL	2353	7630	1205	8835	339,81	23015,18	3567,98

Fuente: Cerón (2012)

Adaptación: Sonia Yaselga

Los residuos producidos por estas actividades como sangre y contenido ruminal (considerados los más contaminantes por mayor concentración de materia orgánica y por ser cantidades significativas del faeno) son eliminados directamente a la

alcantarilla y de ahí al Río Tejar sin manejo alguno, siendo necesario un tratamiento de las aguas residuales y reducir el grado de contaminación que éstas generan y proporcionando un equilibrio ecológico.

4.1.2 Pruebas Preliminares

Aguas residuales con alta concentración de materia orgánica, según se indica en la tabla siguiente:

Tabla 24: Resultados de aguas residuales sin aprovechamiento de residuos

Parámetros	Sangre	Rumen	Rumen y sangre
Potencial Hidrógeno	7,14	7,02	7,15
Demanda Química de Oxígeno mg/l	13780	4240	6040
Sólidos Totales mg/l	22850	4940	5810
Aceites y Grasas mg/l	660	280	170

Fuente: Análisis de laboratorio UTN
 Compilación: Sonia Yaselga

4.2 INTERPRETACION DE RESULTADOS

De los datos obtenidos y analizados, se procedió a la colecta de los residuos, sangre y contenido ruminal bovino durante tres días por 3 semanas, martes, jueves y sábado en cada semana; para mayor confiabilidad en los resultados.

La colecta se lo realizó en la hora pico de faenamiento, e inmediatamente se procedió a la toma de muestra de las aguas residuales para su respectivo análisis. A continuación se detallan los datos:

Tabla 25: Resultado 1 de los Análisis de Aguas Residuales del Camal Municipal de Otavalo
Aplicando la colecta de los residuos, sangre y contenido ruminal

Día Medido	No. De Animales Faenados	Cantidad de Rumen (Kg)	Cantidad de Sangre (kg)	No. De Animales Medidos en hora pico	Cantidad de Rumen (Kg)	Cantidad de Sangre (kg)	Parámetro Analizado	Resultado	Límite permisible según Tulas
22 de diciembre del 2012 (01h45 a 02h45)	44	1570	462	5	178,45	52,5	pH	7,28	5-9
							Demanda Química de Oxígeno (DQO) (mg/l)	380	500
							Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) (mg/l)	150	250
							Nitrógeno Total (mg/l)	59	40
							Sólidos Totales (mg/l)	410	1600
							Extracto etéreo (mg/l)	15	100

Fuente: Elaboración propia

Según se detalla en la Tabla 25, el día sábado 22 de diciembre se faenaron en toda la jornada 44 reses siendo el 100%, del cual se eliminaría 1570 kilogramos de contenido ruminal y 462 kilogramos de sangre, es decir que además de contaminar en alto grado las aguas del Río Tejar, también se estaría eliminado recursos que pueden tener un uso y aprovechamiento y proporcionar ingresos económicos. Por lo que es indispensable recuperar los residuos.

Al recuperar los residuos mediante la colecta en la hora pico (04h45 a 05h45) fueron de 5 reses. 178,45 kilogramos de contenido ruminal y 52,5 kilogramos de sangre. Se determina que los parámetros analizados (pH, DQO, DBO5, total, sólidos totales y grasas) del agua residual están dentro del límite permisible, excepto nitrógeno total con una diferencia de 19mg/l. Lo que indica que la práctica de colecta en el sitio donde se genera el residuo nos permite prevenir y reducir la incidencia del daño ambiental y riesgos a la salud humana directa o indirectamente.

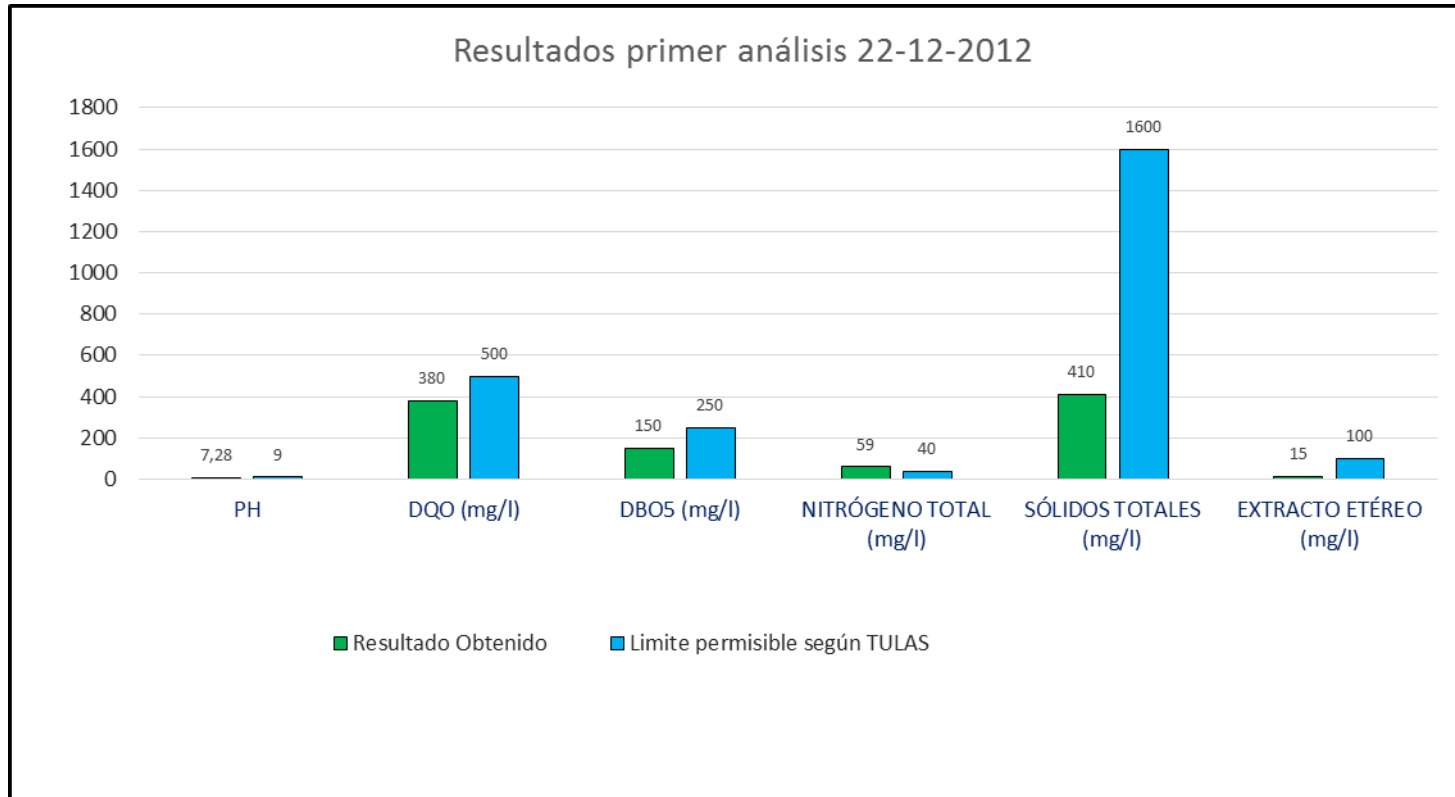


Gráfico 5: Resultados primer análisis de agua residual
Fuente: Elaboración propia

Tabla 26: Resultado 2 de los Análisis de Aguas Residuales del Camal Municipal de Otavalo
Aplicando la colecta de los residuos, sangre y contenido ruminal

Días Medidos	No. De Animales Faenados	Cantidad de Rumen (Kg)	Cantidad de Sangre (kg)	No. De Animales Medidos en hora pico	Cantidad de Rumen (Kg)	Cantidad de Sangre (kg)	Parámetro Analizado	Resultado	Límite permisible según Tulas
03 de enero del 2013 (04h45 a 05h45)	28	999,32	294	6	214,14	63	pH	7,35	5-9
							Demanda Química de Oxígeno (DQO) (mg/l)	350	500
							Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) (mg/l)	220	250
							Nitrógeno Total (mg/l)	65	40
							Sólidos Totales (mg/l)	380	1600
							Extracto etéreo (mg/l)	18	100

Fuente: Elaboración propia

Igualmente, se detalla en la tabla 26, el día jueves 3 de enero se faenaron en toda la jornada 28 reses siendo el 100%, del cual se eliminaría 999,32 kilogramos de contenido ruminal y 294 kilogramos de sangre.

Se recupera los residuos mediante la colecta en la hora pico (04h45 a 05h45) fueron de 6 reses. 214,14 kilogramos de contenido ruminal y 63 kilogramos de sangre.

Al analizar los parámetros del agua residual (pH, DQO, DBO5, total, sólidos totales y grasas) están dentro del límite permisible, excepto nitrógeno total con una diferencia de 15mg/l. Lo que indica que la práctica de colecta en el sitio donde se genera el residuo nos permite prevenir y reducir la incidencia del daño ambiental de forma idéntica al resultado anterior.

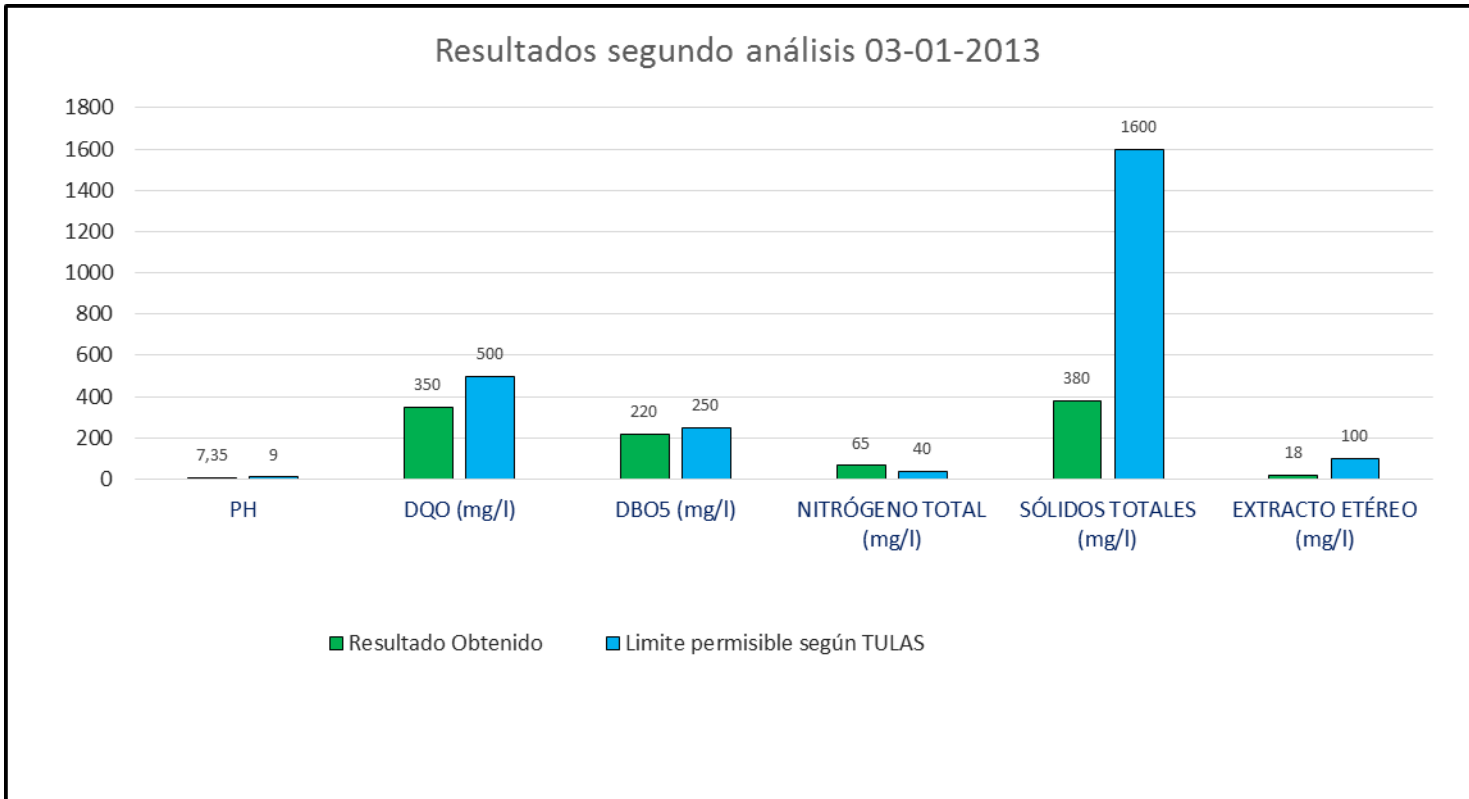


Gráfico 6: Resultados segundo análisis de agua residual
 Fuente: Elaboración propia

Tabla 27: Resultado 3 de los Análisis de Aguas Residuales del Camal Municipal de Otavalo

Aplicando la colecta de los residuos, sangre y Contenido ruminal

Días Medidos	No. De Animales Faenados	Cantidad de Rumen (Kg)	Cantidad de Sangre (kg)	No. De Animales Medidos en hora pico	Cantidad de Rumen (Kg)	Cantidad de Sangre (kg)	Parámetro Analizado	Resultado	Límite permisible según Tulas
17 de enero del 2013 (04h45 a 05h45)	28	999,32	294	6	214,14	63	pH	7,42	5-9
							Demanda Química de Oxígeno (DQO) (mg/l)	465	500
							Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) (mg/l)	390	250
							Nitrógeno Total (mg/l)	60	40
							Sólidos Totales (mg/l)	550	1600
							Extracto etéreo (mg/l)	24	100

Fuente: Elaboración propia

Según se describe en la tabla 27, el día jueves 17 de enero se faenaron en toda la jornada 28 reses siendo el 100%, del cual se eliminaría 999,32 kilogramos de contenido ruminal y 294 kilogramos de sangre.

Se recupera los residuos en la hora pico (04h45 a 05h45) de 6 reses equivalente 214,14 kilogramos de contenido ruminal y 63 kilogramos de sangre. El análisis de los parámetros (PH, DQO, sólidos totales y grasas) del agua residual determina que están dentro del límite permisible, excepto nitrógeno total con una diferencia de 20mg/l, DBO5 con una diferencia de 140mg/l, hay mayor concentración de materia orgánica. Lo que indica que la práctica de colecta en el sitio donde se genera el residuo nos permite prevenir y reducir la incidencia del daño ambiental y riesgos a la salud humana igual que los dos resultados anteriores.

El número de ganado medido en la hora pico (colecta de sangre y contenido ruminal) depende mucho de la **predisposición** de los trabajadores a cambiar de actitud ante el cuidado de recuperar el residuo.

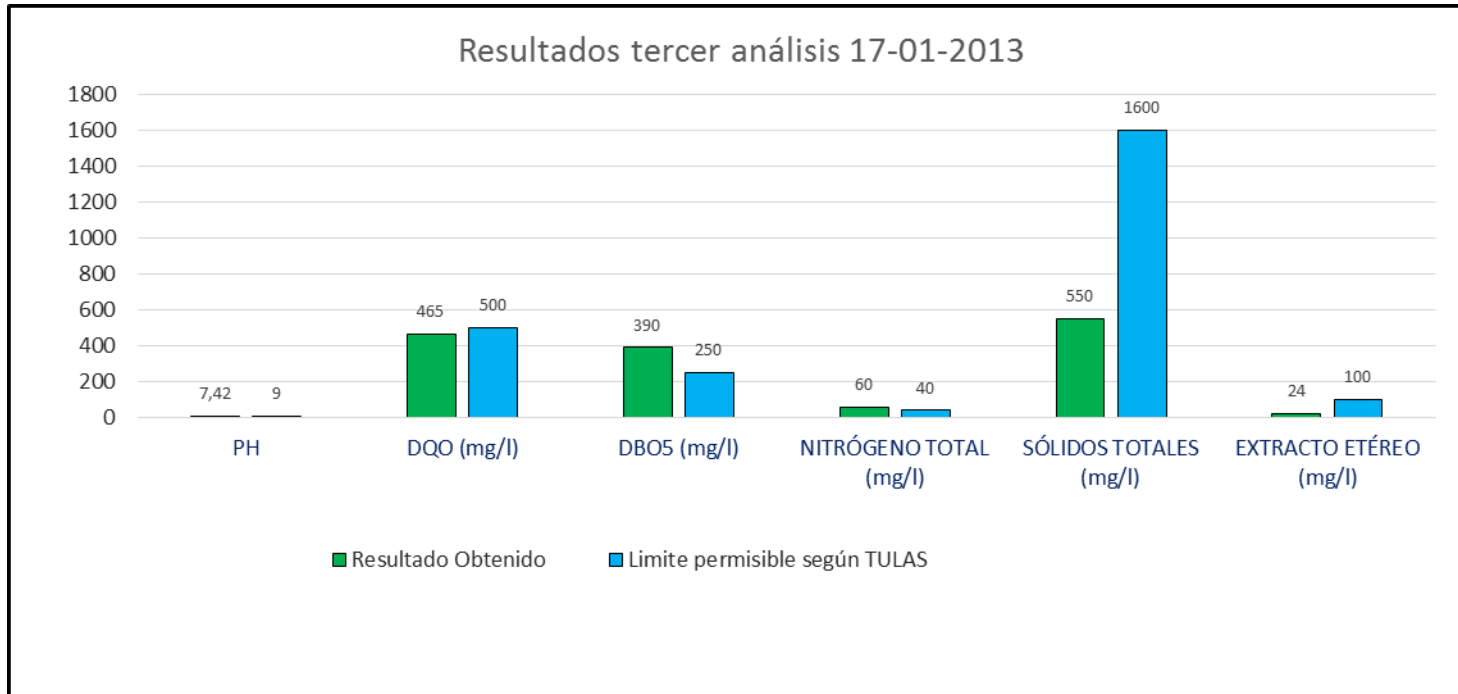


Gráfico 7: Resultados tercer análisis de agua residual
Fuente: Elaboración propia

4.2.1 Aprovechamiento de los residuos sangre y contenido ruminal bovino para compostaje

La matanza de ganado bovino en el camal municipal de Otavalo es una fuente de residuos sólidos y líquidos (contenido ruminal y sangre) de alto contenido orgánico, no utilizados, por falta de infraestructura para aprovechar y por actitud ambiental. Es por esto que son eliminados al río más próximo, el río Tejar sin ningún tratamiento ocasionando contaminación de sus aguas.

Fue necesario ver la posibilidad de darles un valor agregado (reutilizarlos) mediante el proceso de compostaje en pilas para obtener “compost” aporta nutrientes a los suelos y permite mantener los parámetros de productividad. De ésta manera cumplir con el mejoramiento del ambiente, disminuir la carga orgánica en los vertidos y prevenir la salud pública de los habitantes del sector.

En la tabla 28, se indica la cantidad inicial de la mezcla de los residuos, Contenido ruminal, sangre recolectadas en la hora pico y aserrín de laurel. El aserrín como fuente de carbono y regulador de humedad

Tabla 28: Cantidades de insumos para la mezcla del estudio

Cantidad de Contenido Ruminal (Kg)	Cantidad de Sangre (kg)	Aserrín de laurel (Kg)	Total de la Mezcla en (Kg)
606,73	178,5	13,76	789,99

Fuente: Elaboración propia

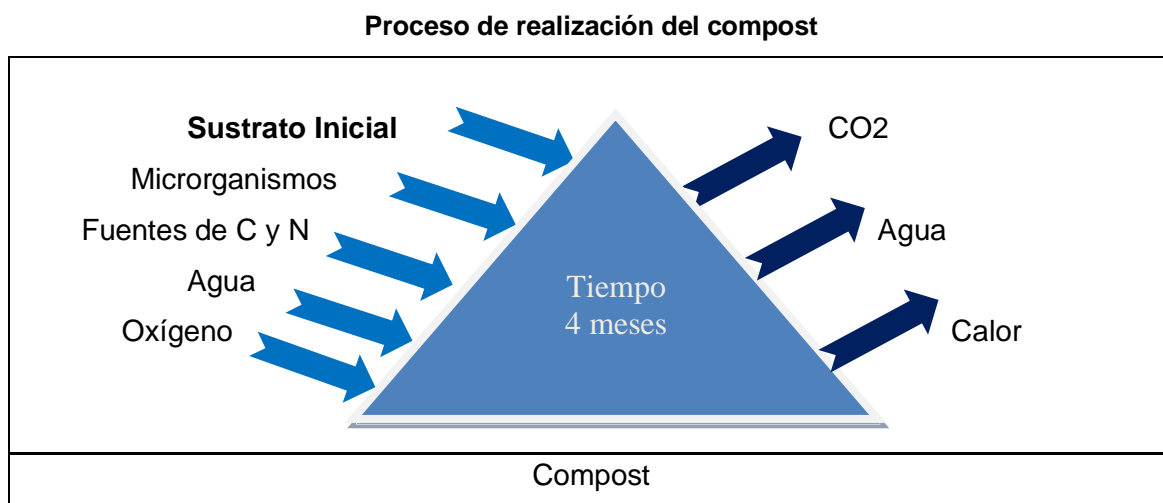


Gráfico 8: Proceso de realización del compost

La cantidad inicial de la mezcla fue de 789,99kg y la cantidad obtenida fue de 283,44kg de compost, la reducción de residuos es 35,88%. Reducción en un alto porcentaje por la frecuencia con que se realizó los volteos.

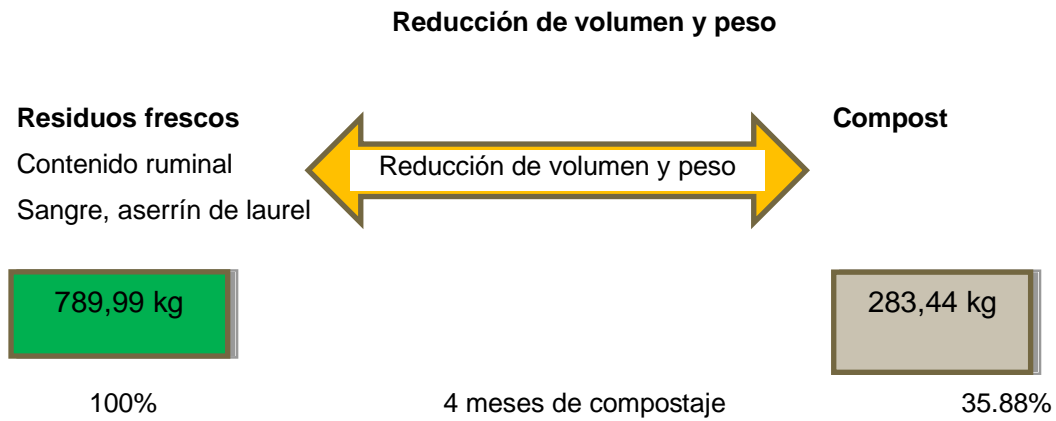


Gráfico 9: Reducción de volumen y peso
Fuente: Elaboración propia

Terminado el proceso de compostaje se tomó una muestra de la pila, para realizar el respectivo análisis químico y determinar la concentración de macro y micronutrientes, análisis que indica la calidad del compost obtenido con el fin de disponer el uso, ya sea como corrección orgánica o componentes de sustratos.

Los resultados de las características físicas y químicas obtenidas del compost determinan:

Tabla 29: Características Físicas del Compost obtenido

PARAMETROS	COMPOST OBTENIDO
COLOR	Marrón a negro
OLOR	Similar a tierra
CONSISTENCIA	suelto

Fuente: Elaboración propia

Determina que el producto final presenta buenas características físicas, teniendo en cuenta que según (Guerrero, 2007, p. 597), “un compost de buena calidad debe presentar un color café oscuro, un olor agradable parecido a tierra y desmenuzarse fácilmente”.

Tabla 30: Resultados de los análisis químicos del compost obtenido en relación con valores ideales

PARAMETROS	RANGO O VALOR IDEAL	RESULTADO DEL COMPOST OBTENIDO
Ph	4 – 9	9,05
Humedad	<20%	17,37
Nitrógeno total	≥ 1%	1,062
Fósforo (P)	≥ 1%	0,98
Potasio (K)	≥ 1%	0,18
Carbono orgánico (CO)	≥ 15%	10,6
Materia orgánica	25%	21,24
Relación C/N	15 – 18	9,98
Cinc (Zn)	< 7000 mg/kg	0,42
Fe	7563 ppm	0,25
Ca	0.6 – 13.5 %	0,54
Salmonella	<3 NMP/4 gr	ausencia

Fuentes: Análisis de laboratorio UTN (2013) y Guerrero y Monsalve (2007)
Adaptación Sonia Yaselga

En la tabla 30, se identifican los parámetros analizados del compost obtenido y la relación con los valores ideales para determinar la calidad del compost según (Guerrero, J y Monsalve, J. 2007, p. 597) los cuales indican:

El pH, está dentro del valor ideal, con 9,05 “ya que para fines agrícolas solo se contempla del 3,5 al 9” (Lesur, 2007, p. 16); parámetro que afecta directamente sobre la disponibilidad de nutrientes para el desarrollo de las plantas. Por estar dentro del valor ideal no habrá inconveniente alguno al ser aplicado al suelo

Lo que respecta a la humedad, el compost obtenido indica un valor de 17,37% se deduce probablemente por la frecuencia de volteos que se realizó en la pila, por el traslado de la mezcla bajo cubierta, permitiendo su fácil manejo y transporte.

Al relacionar los valores de Nitrógeno (N), fósforo (P) y Potasio (k) con los valores ideales de la tabla 30, presentan valores de 1,06; 0,98 y 0,18 respectivamente, valores que se ajustan a los aceptables tanto para nitrógeno como para fósforo, excepto para potasio. Cabe mencionar que son de gran importancia para el desarrollo de las plantas por ser considerados como macronutrientes de ahí el grado de significación que representan.

A pesar de que el contenido de potasio (k), es mínima al valor ideal requerido no significa que no tenga validez el compost, ya que se describe como fertilizante todo “producto que aplicado al suelo o a las plantas, suministra a éstas uno o más nutrientes necesarios para su crecimiento y desarrollo”, (Guerrero, 2007, p.598) también se define como fertilizante compuesto, “los fertilizantes con un contenido garantizado de al menos dos de los nutrientes nitrógeno, fósforo y potasio”.

Lo referente a materia orgánica (MO), con un contenido de 21,24%, porcentaje que se aproxima al valor mínimo requerido, lo que indica que faltó heterogeneidad de los componentes en el proceso de compostaje.

La Relación C/N presenta un valor de 9,98 se aproxima al valor mínimo ideal, se deduce que es por la naturaleza química de los materiales utilizados en la descomposición. En consecuencia, se determina la necesidad de incrementar este porcentaje obtenido, mediante la inclusión de otro residuos orgánico que aporte en un 5% adicional para alcanzar el 15%, todo esto para evitar la depresión de nitratos.

Señalan Guerrero y Monsalve (2006) que los metales pesados como el Zinc, “representan uno de los mayores limitantes para la utilización de los fertilizantes naturales en la agricultura” en cambio el valor del compost obtenido tiene una concentración baja de 0,42 mg/kg factor favorable a la calidad del producto” (p.598).

4.3 ENTREVISTA AL PERSONAL DEL CAMAL MUNICIPAL DE OTAVALO

1) ¿Qué porcentaje de contaminación cree usted que tienen las aguas residuales vertidas por el camal?

Tabla 31: Resultados y análisis de la pregunta 1

Administrador	Trabajador 1	Trabajador 2	Trabajador 3	Trabajador 4
50% en horas pico	30%	65% a 70%	50%	65%
Análisis e interpretación general:				
De acuerdo con los resultados obtenidos en esta pregunta, se observa que el personal que trabaja en el camal, incluido el administrador, manifiestan que la contaminación generada al agua que se vierte al Río Tejar, es de por lo menos del 50% en ascenso. Este análisis recoge el criterio del nivel de contaminación generado por parte de quienes son actores directos de las actividades de faenamiento del camal mencionado.				

Fuente: Elaboración propia

2) ¿Qué medidas ha implementado la administración municipal para minimizar el impacto de la contaminación del mencionado río?

Tabla 32: Resultados y análisis de la pregunta 2

Administrador	Trabajador 1	Trabajador 2	Trabajador 3	Trabajador 4
Ninguna por el momento	Ninguna	Ninguna	No sabe	Recolección de sangre para el consumo humano

Análisis e interpretación general:

En la segunda pregunta, 4 de los 5 empleados entrevistados, menciona que no existe ninguna medida implementada por el municipio para minimizar el impacto de contaminación del Río Tejar. Solamente 1 de los trabajadores menciona como medida minimizadora a la recolección de sangre, lo cual deja ver que el municipio permite que otras personas particulares recojan la sangre para ayudar en algo a reducir el efecto contaminante.

Fuente: Elaboración propia

3) ¿Los recogedores artesanales de sangre y rumen tienen todas las facilidades para realizar esta tarea dentro del camal?

Tabla 33: Resultados y análisis de la pregunta 3

Administrador	Trabajador 1	Trabajador 2	Trabajador 3	Trabajador 4
Ellos no recogen el rumen y la sangre es recogida en parte.	Les hace falta equipamiento adecuado	Lo tienen para recoger sangre	No hay	Si pero solo se recoge sangre.

Análisis e interpretación general:

En la tercera pregunta, se obtuvo criterios diversos, donde se puede notar la apertura de la administración municipal para permitir que la gente recoja los desechos (sangre y rumen) pero por un lado, los recolectores solo recogen sangre y por otro se menciona que no poseen equipamiento adecuado para esta actividad.

Fuente: Elaboración propia

4) ¿Qué otro método de faenamiento cree usted que se podría hacer para disminuir la contaminación del río por la sangre y rumen de las reses faenadas?

Tabla 34: Resultados y análisis de la pregunta 4

Administrador	Trabajador 1	Trabajador 2	Trabajador 3	Trabajador 4
Mediante cuchillos tipo vampiro	Utilizando mallas y canales para separar restos sólidos y líquidos	Mejorando las instalaciones	Haciendo tratamiento de las aguas residuales	Mediante la recolección de todos los desechos

Análisis e interpretación general:

Si bien es cierto, en esta pregunta, también se observan criterios diversos, se puede rescatar que los trabajadores plantean métodos interesantes y alternativos para disminuir la acción contaminadora del camal, como son: uso de cuchillo vampiro, uso de mallas y canales, mejoramiento de instalaciones y recolección total de los desechos antes de evacuarlos con agua hacia el Río Tejar.

Fuente: Elaboración propia

5) ¿Qué producto cree usted que se podría elaborar con la sangre y rumen para disminuir la contaminación del río?

Tabla 35: Resultados y análisis de la pregunta 5

Administrador	Trabajador 1	Trabajador 2	Trabajador 3	Trabajador 4
Harina de sangre y compost	Abono orgánico	Abono y balanceado para animales	Abono orgánico	El abono compost

Análisis e interpretación general:

El quinto ítem, evidencia que todos los entrevistados, coinciden en sugerir que se fabrique un abono orgánico con la sangre y rumen que se pueda recolectar de las actividades del camal. Este criterio común también denota que los trabajadores tienen conocimiento que es posible aprovechar dichos residuos y no únicamente desperdiciarlos vertiéndolos al Río Tejar.

Además mencionan a la harina de sangre y balanceado como otras alternativas.

Fuente: Elaboración propia

6) ¿Usted ha observado o escuchado que el Río Tejar tenga otro tipo de vertido contaminante en otras áreas diferentes a las del camal?

Tabla 36: Resultados y análisis de la pregunta 6

Administrador	Trabajador 1	Trabajador 2	Trabajador 3	Trabajador 4
La industria textil y aguas servidas domesticas	No sabe	Si (no sabe cuál)	Residuos domésticos	Si (no sabe cuál)

Análisis e interpretación general:

La sexta pregunta, indica que existirían otros vertidos contaminantes que se botan al Río Tejar por parte de la industria textil; aun cuando no se precisa la empresa que lo hace, y de las aguas servidas domesticas que provienen de la ciudad, aunque no se precisa el sector o sitio específico.

Este resultado da a conocer que el vertido de sangre y rumen al Río Tejar no es el único contaminante y quizás existen otros vertidos que posee dicha cuenca hidrográfica que también afecta al ecosistema en mención.

Fuente: Elaboración propia

4.4 Análisis de la calidad del paisaje del Rio Tejar

La valoración de la calidad visual del Río Tejar en el área de influencia del Camal Municipal de Otavalo, se ha realizado mediante la calificación de los componentes biofísicos existentes, su escala de valores y clasificación de calidad (Walsh, 2009:01).

Tabla 37: Escala de valores para determinar la calidad de paisaje

Valor	Descripción
0	Sin importancia
1	Muy poco importante
2	Poco importante
3	De cierta importancia
4	Importante
5	Muy importante

Fuente: Walsh (2009)

Tabla 38: Clasificación de la calidad escénica

CLASE	CALIDAD ESCÉNICA	PUNTUACIÓN
A	Alta calidad, áreas con rasgos singulares y sobresalientes.	19-33
B	Calidad media, áreas cuyos rasgos poseen en la forma, color y línea, pero que resultan comunes en la región estudiada y no son excepcionales	12-18
C	Baja calidad, áreas con muy poca variedad en la forma, color línea y textura	0-11

La calidad escénica global, se valora sumando el resultado obtenido en la valoración individual de cada parámetro valorado y de acuerdo a la puntuación de esta tabla.

Fuente: PYEMA (2008)

En este sentido, el área estudiada del Río Tejar respecto a la proximidad del Camal Municipal de Otavalo, presenta las siguientes características y su valoración:

Tabla 39: Parámetros de valoración cuantitativa de la calidad escénica según BLM.

PARÁMETROS	CARACTERÍSTICAS	VALORACIÓN
Morfología	Relieve irregular de tipo hondonada	1
Vegetación	Poca variedad de plantas menores y arbustos. Especies andinas.	2
Fauna	Presencia esporádica de avifauna	3
Agua	Agua en movimiento, olor desagradable que evidencia presencia de desechos orgánicos.	4
Suelo y roca	Suelo húmedo y rocas de mediano tamaño al interior del agua.	1
Color	El color verde en las orillas del río. Agua del río color marrón antes de la emisión del efluente del camal y color rojo intenso durante la hora pico de faenamiento.	4
Actuación humana	Es casi nula por considerarlo como zona "contaminada"	1
Fondo escénico	Tiene poco atractivo por la contaminación palpable.	1
Sumatoria total		17

Fuente: PYEMA (2008)

Conclusión del análisis de la calidad del paisaje: El paisaje del Río Tejar en el área de influencia del camal municipal de Otavalo presenta una calidad media, por cuanto sus rasgos poseen características propias de la región de Otavalo y sus microcuencas hidrográficas. Su escenario no posee una relevancia alta dada la contaminación

palpable en el color y olor de sus aguas. Además la coloración roja observable en las horas de faenamiento genera un impacto psicológico adverso para la salud de las personas.

4.5 VERIFICACIÓN DE PREGUNTAS DIRECTRICES

4.5.1 Preguntar directriz general

¿Será posible que mientras mayor es el aprovechamiento de los residuos sólidos y líquidos del Camal de Otavalo menor es la contaminación del Río Tejar de acuerdo a las muestras obtenidas en horas pico de faenamiento?

Tabla 40: Resultados máximos de la descarga de aguas residuales del camal de Otavalo al Río Tejar

Parámetros	Sangre	Rumen	Rumen y sangre
Potencial Hidrógeno	7,14	7,02	7,15
DQO mg/l	13780	4240	6040
Sólidos Totales mg/l	22850	4940	5810
Aceites y Grasas mg/l	660	280	170

Fuente: Elaboración propia

Resultado obtenido: Mediante análisis físico químico de las aguas residuales se demuestra que la hipótesis general se cumple en un gran porcentaje. Se comprueba que el aprovechamiento de los residuos sangre y contenido ruminal si inciden en la disminución de la contaminación del Rio Tejar, así lo demuestran los resultados obtenidos, resultados que se muestran en el siguiente cuadro.

Tabla 41: Análisis comparativos por días de Aguas Residuales vertidas al Río Tejar aplicando la colecta de sangre y contenido ruminal

Parámetros Analizados	Día 1 Sábado 22 de Diciembre 2012	Día 2 Jueves 03 de Enero 2013	Día 3 Jueves 17 de Enero 2013	Media Aritmética	Límites Permisibles según Tulas
pH	7,28	7,35	7,42	7,35	5-9
Demanda Química de Oxígeno (DQO) (mg/l)	380	350	465	398,33	500
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) (mg/l)	150	220	390	253,33	250
Nitrógeno Total (mg/l)	59	65	60	61,33	40
Sólidos Totales (mg/l)	410	380	550	446,67	1600
Extracto etéreo (mg/l)	15	18	24	19,00	100

Fuente: Análisis laboratorio UTN
Elaboración: Sonia Yaselga

Interpretación: Según la tabla precedente, se observa una excepción en la demanda bioquímica de oxígeno con una diferencia de 0,3 mg/l es decir existe mínima concentración de materia orgánica. También nitrógeno total con una diferencia de 21,33 mg/l, siendo un elemento importante en las aguas residuales ya que es necesario para el crecimiento de los microorganismos

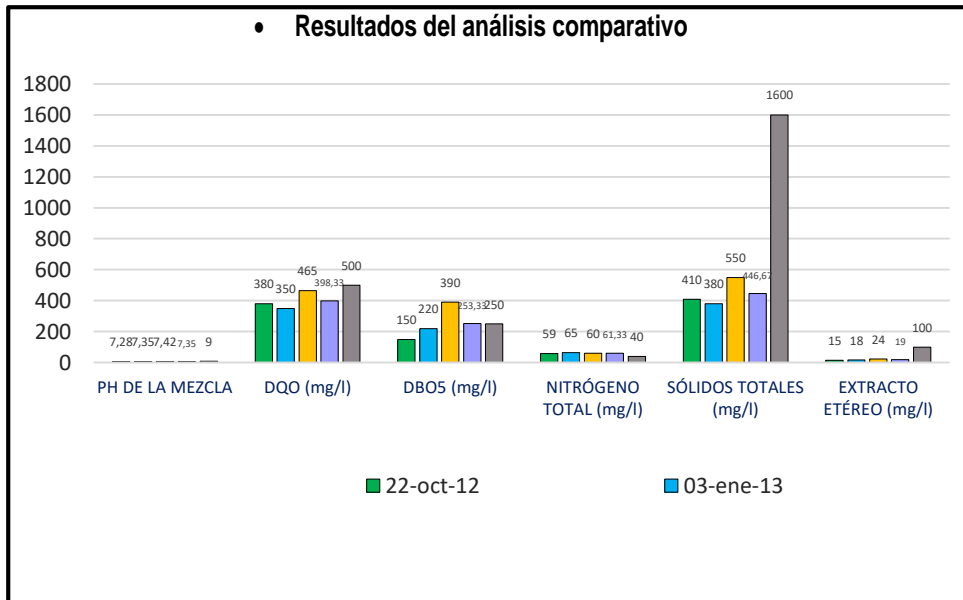


Gráfico 10: Resultados del análisis comparativo
Fuente: Elaboración propia

4.4.2 Contrastación de Pregunta directriz específica 1:

¿Cuál es el nivel de contaminación que genera el aprovechamiento de sangre y contenido ruminal realizado; de las aguas residuales que se vierten al Río Tejar? (VI)

En las siguientes tablas se describen los niveles de contaminación categorizados según la normativa del TULAS:

Tabla múltiple 42: Niveles de contaminación según TULAS

Potencial Hidrógeno (PH)			
Indicador	Rango	Nivel	Valor
	0-4	Bajo	1
	5-9	Permisible	2
	10-14	Básico	3

Demanda Química de Oxígeno (DQO)			
Indicador	Rango	Nivel	Valor
Miligramo por litro	0-250	Bajo	1
	251-500	Permisible	2
	>501	Exceso	3

Demanda Bioquímica de Oxígeno (BDO5)			
Indicador	Rango	Nivel	Valor
Miligramo por litro	0-125	Bajo	1
	126-250	Permisible	2
	>501	Exceso	3

Nitrógeno total			
Indicador	Rango	Nivel	Valor
Miligramo por litro	0-20	Bajo	1
	21-40	Permisible	2
	>501	Exceso	3

Sólidos totales			
Indicador	Rango	Nivel	Valor
Miligramo por litro	0-800	Bajo	1
	801-1600	Permisible.	2
	>501	Exceso	3

Extracto etéreo			
Indicador	Rango	Nivel	Valor
Miligramo por litro	0-50	Bajo	1
	51-100	Permisible.	2
	>501	Exceso	3

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: La media aritmética de los valores obtenidos de todos los niveles indica que su promedio es 1.83 que equivale al nivel permisible (2). Esto implica que efectivamente a través del aprovechamiento de sangre y contenido ruminal, las aguas residuales que se vierten al Río Tejar están dentro del límite permisible, disminuye la contaminación al realizarse dicho aprovechamiento.

4.4.2 Contrastación de Pregunta directriz específica 2:

¿Cuál es el porcentaje de contaminación de cada parámetro químico que supera el límite permitido de contaminación del Río Tejar cuando no se aprovecha la sangre y el rumen diariamente?

Tabla 43: Parámetros químicos analizados

Parámetros analizados	Promedio obtenido	Promedio límite	% de exceso (contaminación)
PH	7.15	9	0
DQO	6040	500	1108%
ST	5810	1600	1062%
EE	170	100	70%

Fuente: Elaboración propia

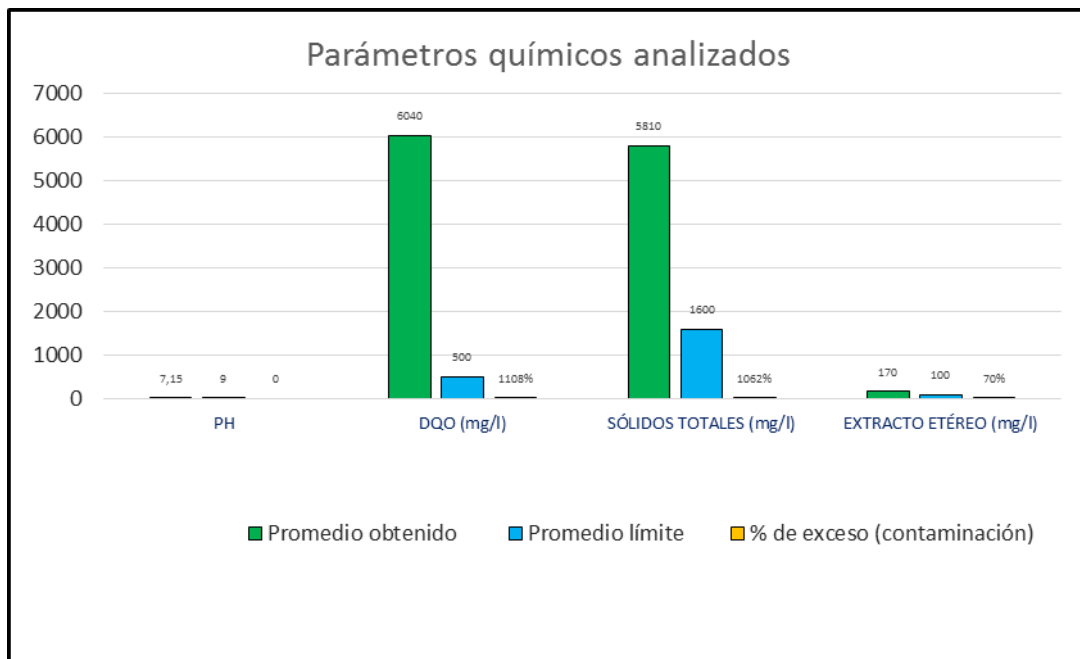


Gráfico 11: Resultado del análisis de parámetros químicos
Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Los porcentajes que exceden los límites permisibles según TULAS son: DBO en un 1108% que es un porcentaje muy alto que está presente en las aguas residuales, el de Sólidos Totales en un 1062% que viene a ser un porcentaje igualmente alto y que ambos ameritaron tomar medidas al respecto. Asimismo existió un 70% de contaminación en Extracto Etéreo lo cual evidencia también una alta presencia de este contaminante.

4.4.3 Contrastación de Pregunta directriz específica 3:

¿Qué tipo de residuo vegetal podría mejorar los déficits en nutrientes que pueda generar el compost elaborado a base de sangre y contenido ruminal?

En efecto, tal como lo evidencia el análisis realizado de compost, el residuo vegetal que mejora los déficits en fósforo, potasio, carbono orgánico y relación C/N es el auquel forraje rico en estos elementos, que para este caso vendría a ser el heno de cebada; por la facilidad de obtención en el cantón Otavalo.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- El proceso de producción de carne en el camal municipal de Otavalo, se realiza en un amplio porcentaje sin tener en cuenta los graves daños que causan a los trabajadores, al Río Tejar y a las personas que viven a su alrededor.
- Los residuos de sangre son eliminados en su mayoría. El contenido ruminal es eliminado en su totalidad sin manejo alguno al Río Tejar con desperdicio de agua potable generando un alto grado de contaminación y aumentando el costo de mantenimiento respectivamente. Es decir, no existe una infraestructura adecuada para poder aprovechar los residuos.
- Los análisis de las aguas residuales producto de las actividades de faenamiento sobrepasan los límites permisibles estipuladas en las normas Tulas. Al recuperar éstos residuos disminuye notablemente la carga orgánica.
- Se registran un promedio de 30 reses diarias para ser faenadas lo que implica que 1070 kg de contenido ruminal y 315 kg de sangre, son eliminados directamente al río sin tratamiento previo.
- Se aprovechó los residuos eliminados en la hora pico de faenamiento de 3 días/3 semanas: Contenido ruminal 606,73kg, sangre 178,5kg y 13,76 kg de aserrín de laurel. Total 789,99Kg y se obtuvo 283,44 kg de compost.
- El compostaje es una alternativa técnica y práctica para mitigar los impactos ambientales ocasionados por el mal manejo de los residuos sangre y contenido ruminal al obtener el compost
- Analizado químicamente el compost obtenido del aprovechamiento de los residuos (sangre y contenido ruminal) presentan valores que se aproximan en un gran porcentaje a los valores requeridos o ideales. Durante el proceso de compostaje al

no presentar cubierta el lecho, la precipitación abundante afectó a la calidad del compost.

- Se observó los cambios de las características físicas del río, lo cual tiene relación directa con la buena imagen del paisaje y posible uso del agua para riego agrícola. Por ende, y según la valoración de la calidad del paisaje según la tabla BLM se precisa que el paisaje del Río Tejar en el área de influencia del camal municipal de Otavalo presenta una calidad media. Su escenario no posee una relevancia alta dada la contaminación palpable en el color rojo y olor desagradable de sus aguas.

5.2 RECOMENDACIONES

- La ubicación del Camal Municipal quizás no es la mejor pues se localiza a orillas del Río Tejar lo que permite la fácil y rápida eliminación de los residuos directamente al Río creando malestar indirectamente a sus habitantes, por lo que sería necesario emplazarlo en otro lugar para la recuperación ambiental de esta microcuenca.
- Ofertar cursos de capacitación a todas las personas involucradas en el proceso de producción de carne, sobre cambios de actitud y medidas de prevención de la contaminación con énfasis en minimizar la generación de residuos en su origen la cantidad y/o peligrosidad que éstos representan para el ambiente y al hombre
- Optar por un cambio en el procedimiento operacional de faenamiento (modificación de los procesos /o de los equipos, mejoras en la operación)
- Diseñar áreas y utilizar herramientas (cuchillo tipo vampiro) que garanticen una fácil recolección de la sangre y el contenido ruminal con el propósito de aprovechar un gran porcentaje de los mismos, y darle un valor agregado como el proceso de compostaje para obtener compost u otras alternativas como alimento para aves, harinas, etc.
- Para mejorar la calidad del compost trabajar con porcentajes de residuos, sangre, contenido ruminal, aserrín e importante adicionar otros residuos como estiércol, residuos vegetales, residuos de cereales, etc.

- Controlar adecuadamente los valores de ph, temperatura, y humedad para un buen proceso de compostaje.
- Importante analizar que éste trabajo de investigación es un referente para comprender que los residuos no sean vistos como contaminantes sino como recursos siempre y cuando sean aprovechados correctamente, no solo en compostaje sino también para la obtención de harina, alimento, etc.
- Además de aprovechar y recuperar los residuos tanto solidos como líquidos, también es necesario contemplar tratamiento convencional para efluentes, previa a la descarga a un cuerpo receptor o al sistema de alcantarillado para eliminar en su totalidad la concentración de contaminantes.
- Finalmente, se recomienda a instituciones educativas agropecuarias, personas particulares y asociaciones interesadas, aplicar y desarrollar la propuesta contenida en esta investigación

CAPÍTULO VI

PROPUESTA

6.1 Datos Informativos:

Tema: Estrategia de producción de compost a partir de residuos de faenamiento bovino. (Sangre y contenido ruminal)

Institución ejecutora: Colegio Técnico Agropecuario Carlos Ubidia Albuja

Beneficiarios: Estudiantes del bachillerato técnico especialidad - Agropecuarias.

Ubicación: Parroquia El Jordán, Cantón Otavalo, Provincia de Imbabura.

Tiempo estimado: 6 meses. Inicio: Julio 2014 Fin: Septiembre 2014.

Equipo técnico responsable: Docentes del Área Técnica.

6.2 Antecedentes de la Propuesta

Al estudiar la problemática del faenamiento en el camal de Otavalo se ha observado el escaso aprovechamiento de los residuos generados por esta actividad, entre los que sobresalen principalmente la sangre y el contenido ruminal de los bovinos.

Al realizar una entrevista directa con el personal del camal de Otavalo se constató que el método de faenamiento quizás no es el más adecuado, por cuanto los cuchillos no son los adecuados, mientras en otros camales se utilizan cuchillos del tipo “vampiro” para disminuir el fluido abundante de la sangre.

En este sentido, las pocas personas que realizan actividades de aprovechamiento (recolección) de los residuos bovinos del faenamiento son los vendedores de menudo y los estudiantes secundarios para el desarrollo de tareas del Colegio; quienes desarrollan una recolección bastante mínima en relación a la cantidad de residuos que se evacuan al Río Tejar.

Por consiguiente, el aprovechamiento de la sangre y contenido ruminal para la elaboración de compost viene a constituirse en una estrategia válida que permitirá disminuir significativamente el nivel de contaminación del agua del Río Tejar.

6.3 Justificación

La propuesta aquí presentada posee varios beneficios de tipo ambiental, paisajístico, productivo y económico.

La observación directa de las labores de faenamiento, ha permitido evidenciar que los residuos de rumen y sangre producidos en el Camal de Otavalo son abundantes, de acuerdo al número de reses que se faenan a diario. De las cuales quizás solo un 50% son aprovechados (recolectados) y el otro 50% es vertido directamente a un sistema de sifones que desembocan al Río Tejar.

El estudio de laboratorio igualmente ha arrojado como resultados porcentajes excesivos en el agua residual tomada en lo referente a nitrógeno y DBO5. Ambos componentes resultan perjudiciales para el ecosistema acuático y para el uso agrícola.

La percepción visual del vertido del agua residual al Río Tejar demostrado con las fotografías tomadas indica que existe un atentado al paisaje, por cuanto en las horas de la mañana (04h00 hasta 09h00) el agua del río Tejar a la altura del Camal se vuelve completamente roja; dando un aspecto bastante deplorable, generando además un olor muy desagradable, e incluso provocando cierto miedo y admiración por parte de los turistas que visitan el cantón Otavalo.

La demostración preliminar del aprovechamiento de 606.73 kg de contenido ruminal y 178.50 kg de sangre, evidencia que todo tipo de aprovechamiento de estos residuos, por mínimo que sea, resulta benéfico para disminuir la contaminación de este recurso hídrico y favorece la preservación del ambiente.

Además, es pertinente indicar que la presente propuesta tiene factibilidad económica dado el factor de gratuidad existente de los dos principales insumos a utilizarse para la realización del compost: sangre y contenido ruminal. En este sentido, la inversión que se requeriría será en la construcción de camas de compostaje e incremento de forraje vegetal (heno de cebada).

6.4 Objetivos

6.4.1 Objetivo General

Proponer una estrategia de producción de compost a partir de derivados de faenamiento bovino obtenidos en el Camal de Otavalo para la generación de recursos económicos para una institución educativa de nivel medio.

6.4.2 Objetivos Específicos

- Exponer el proceso de producción del compost utilizando sangre, contenido ruminal y un residuo vegetal adicional.
- Elaborar un flujograma del proceso productivo anterior.
- Socializar la propuesta a las autoridades del Colegio Técnico Agropecuario de Otavalo

6.5 Análisis de Factibilidad

Ambiental.- La presente propuesta posee una factibilidad de tipo ambiental ya que mediante su implementación se logrará la disminución de la contaminación del río Tejar de la ciudad de Otavalo.

Económica.- La ventaja económica de esta propuesta radica en que sus dos insumos serán obtenidos de manera gratuita en el camal de Otavalo. Es decir, se promoverá a la transformación de los residuos en un producto comercializable que generará utilidades para la institución auspiciante.

Técnica.- Para la implementación de la presente propuesta se prevé utilizar los procedimientos, instrumentos e infraestructura técnicamente adecuados para optimizar la producción del compost. Asimismo, un importante aspecto constituye la experiencia ganada en la elaboración del estudio para poder ir mejorando cada vez más el producto final.

6.6 Fundamentación técnica

Para la elaboración del compost a base de sangre y contenido ruminal, se ha previsto tener en cuenta los siguientes parámetros físicos, químicos y microbiológicos, de acuerdo con el estudio preliminar realizado:

Tabla 44: Fundamentos técnicos y aplicativos

Parámetros	Valor ideal	Valor a aplicarse
Ph	4 – 9	9
Humedad	<20%	17
Nitrógeno total	≥ 1%	1.06
Fósforo (P)	≥ 1%	1
Potasio (K)	≥ 1%	1
Carbono orgánico (CO)	≥ 15%	15
Materia orgánica	25%	22
Relación C/N	15 – 18	15
Cinc (Zn)	< 7000 mg/kg	5000
Fe	7563 ppm	0.25
Ca	0.6 – 13.5 %	1
	Total	87.31%

Fuente: Guerrero y Monsalve (2007)
Adaptación: Sonia Yaselga

Si bien es cierto en el análisis de laboratorio preliminar del 04 de julio de 2013, se obtuvieron valores inferiores de fósforo (0.28), potasio (0.18), carbono orgánico (10.6), y relación C/N (9.98) expuesto en la tabla 30 de este documento; la presente propuesta ha determinado esencial complementar dichos porcentajes para llegar al valor a aplicarse; mediante de la siguiente regla de tres:

Tabla 45: Porcentaje de componentes de compost

Unidad	Kg de residuos	Porcentaje
Contenido ruminal	606.73	76%
Sangre bovina	178.50	22%
Aserrín de laurel	13.76	2%
Total	799	100%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 46: Déficit de componentes en relación a kilogramos

Déficit de componentes por kg de compost obtenido	Porcentaje	Kg de compost obtenido	Kg de compost a complementar	Kg de forraje vegetal a incluir (Heno de cebada)
Fósforo	0.72	799	711.43	87.57
Potasio	0.82			
Carbono orgánico	4.40			
Relación C/N	5.02			
Total	10.96%	100%	89.04%	10.96%

Fuente: Elaboración propia

6.7 Metodología

El Marco metodológico a seguir para la ejecución de la propuesta se describe en la siguiente tabla:

Tabla 47: Marco metodológico de la propuesta

Componente	Descripción
Método a utilizarse	Procesamiento de compost
Técnicas	Colecta de muestras Análisis de laboratorio
Instrumentos	Tinas y tanques de plástico. Informe de laboratorio.
Horario de recolección	04h45 a 05h45.(hora pico)

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo al estudio preliminar realizado y para lograr una exitosa obtención del compost, se seguirán las siguientes etapas:

6.7.1 Etapa de recolección de materia prima

Tabla 48: Pasos para la recolección de sangre y contenido ruminal

Pasos	Descripción
Paso 1	Asistencia al lugar en las fechas planificadas.
Paso 2	Inicio de la colecta de sangre en tanques de 40 y 60 litros.
Paso 3	Inicio de la colecta de contenido ruminal en tanques de 40 y 60 litros.
Paso 4	Una vez terminada las colectas se almacena en el patio del camal.
Paso 5	Transporte y disposición de las colectas a las camas de compostaje (Colegio Técnico Agropecuario)

Fuente: Elaboración propia

6.7.2 Etapa de procesamiento

Tabla 49: Pasos para el procesamiento del compost mejorado

Pasos	Descripción
Paso 1	Disposición final de contenido ruminal y sangre en las camas de compostaje.
Paso 2	Nivelar las pilas de compost.
Paso 3	Medir el PH, temperatura, humedad de las pilas.
Paso 4	Aireación y homogenización de la pila de volteo.
Paso 5	Inclusión del forraje vegetal (heno de cebada) en cantidad proporcional.
Paso 6	Tiempo de espera para la descomposición (monitoreo 4 meses).
Paso 7	Análisis del compost (laboratorio).
Paso 8	Empaque del producto.

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los datos expuestos anteriormente en la fundamentación técnica, se indica como cantidades ideales para obtener 7 sacos de 100 libras cada uno, la mezcla y procesamiento de las siguientes cantidades:

Tabla 50: Componentes necesarios para procesar 7 quintales

Componente	Kilogramos	Porcentaje
Contenido ruminal	606,73	74,90%
Sangre bovina	178.5	22,03.75%
Aserrín de laurel	13,76	1.72%
Forraje vegetal (heno de cebada)	10,96	1.35%
Total	809,95	100%

Fuente: Elaboración propia

Nota: En caso de requerir una mayor producción se deberá aumentar la recolección de los residuos bovinos e inclusión de aserrín y forraje de manera proporcional a la cantidad deseada.

6.7.3 Etapa de envasado y etiquetado

Tabla 51: Pasos para el envasado y etiquetado

Pasos	Descripción
Paso 1	Mezcla y volteo final
Paso 2	Pesaje del compost en cantidad de 100 libras
Paso 3	Colocación de las 100 libras de compost en sacos de yute.
Paso 4	Colocación de la etiqueta.
Paso 5	Apilamiento previo a la venta en un lugar fresco y seco.

Fuente: Elaboración propia

6.8 Administración de la propuesta

Tabla 52: Marco administrativo

Institución	Objetivo	Actividades	Responsables	Tiempo	Presupuesto estimado
Colegio técnico agropecuario Carlos Ubidia Albuja	Procesar compost para a partir de sangre y rumen del Camal de Otavalo para la generación de recursos económicos autogestionados.	Recolección de materia prima	Jefe del Área Técnica y estudiantes jefes de grupo.	12 días	Compra de recipientes \$ 400 usd.
		Procesamiento para la obtención de 80 quintales.	Estudiantes de Segundo y Tercer Año de Bachillerato (varios paralelos)	4 meses	Compra de palas \$ 200 usd Compra de forraje \$ 200
		Envasado y etiquetado	Jefe del área Técnica y Profesores del área y estudiantes de Tercer Año de Bachillerato (varios paralelos)	8 días	Compra de sacos de yute \$ 50 Compra de etiquetas \$ 20 usd
		Comercialización	Jefe del área Técnica)	8 días	Alquiler de camioneta para entrega del producto \$ 10 usd
Total de la inversión					\$880 usd

Fuente: Herrera et al (2010)
Adaptación: Sonia Yaselga

6.9 Modelo Operativo

La presente propuesta se sintetiza de manera didáctica con el siguiente flujograma del proceso productivo:

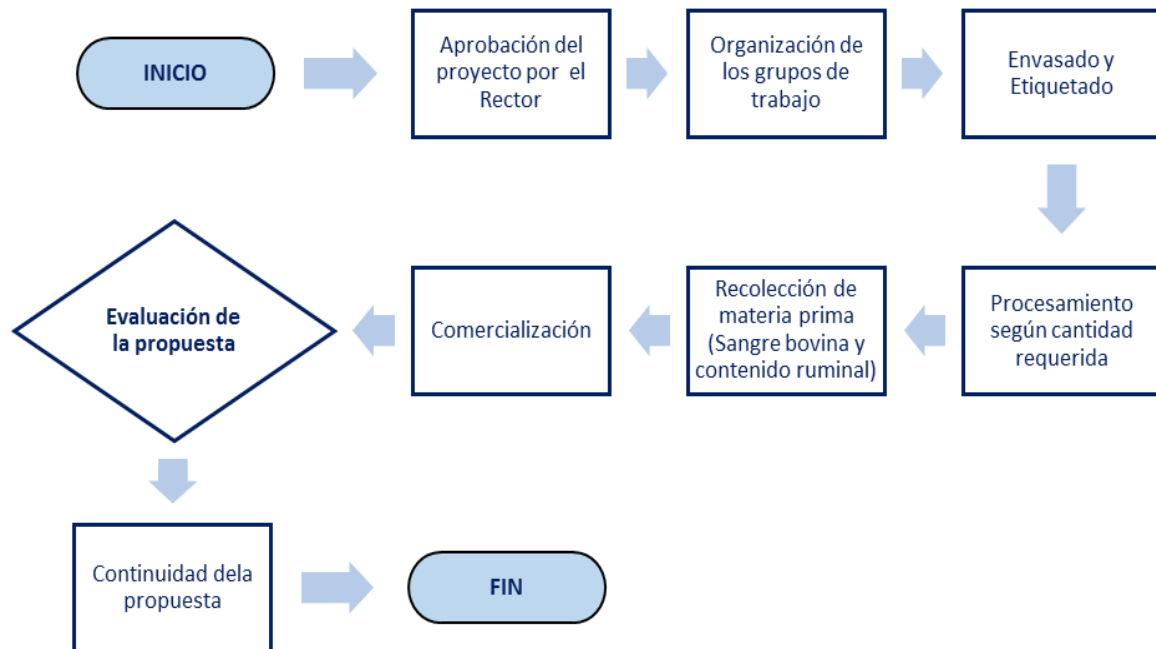


Gráfico 12: Proceso productivo del compost mejorado
Fuente: Elaboración propia

6.10 Plan de monitoreo y evaluación

La presente propuesta tendrá un esquema de monitoreo y evaluación acorde a los siguientes aspectos:

Tabla 53: Plan de monitoreo y evaluación

ASPECTOS	DESCRIPCIÓN
Aspecto a evaluar	Efectividad de la propuesta
Razón de la evaluación	Porque se requiere monitorear y valorar el nivel de efectividad de la misma en relación a la utilidad económica y ecológica.
Criterios de evaluación	Utilidad económica Utilidad ecológica
Indicadores	No. de quintales de compost producidos No. de quintales de compost vendidos Índices de parámetros pH, DQO, ST y EE Muy satisfactorio (MS) Satisfactorio (SA) Poco satisfactorio (PS) Insatisfactorio (IS)
Responsables	Jefe del Área Técnica Estudiantes jefes de grupo
Fechas	Evaluación mensual (Primera semana de cada mes)
Fuentes de información	Informe de actividad productiva Informe de análisis de agua residual
Instrumento de evaluación	Registro de monitoreo y evaluación mensual.

Fuente: Elaboración propia

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

LIBROS:

- ACEVEDO, Diana y BUITRAGO, Luisa (2008): *Evaluación del contenido ruminal como suplemento alimenticio*, Proyecto de grado de ingeniería, Universidad EAFIT, Medellín – Colombia.
- AGREDA, Ricardo y DEZA, María (2009): *Factores que condicionan el proceso de compostaje*, Ensayo digital, Universidad Autónoma de Madrid, España, disponible en:
http://www.uam.es/personal_pdi/ciencias/eeymar/default_archivos/5%20FACTORE%20SPROCESO%20%282%29.pdf
- ARELLANO, Germán (2012): *Ecología aplicada*; Revista Científica, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima Perú.
- AMIGOS DE LA TIERRA (2008): *Manual de Compostaje*, Consejería de medio Ambiente, Comunidad de Madrid, España, disponible en:
<http://www.madrid.org/cs/BlobServer>
- BASAURE, Patricio (2008): *Aserrín de madera/Composta*, Santiago – Chile, disponible en: <http://www.manualdelombricultura.com/foro/dat.pl?cl=c&n=16676&>
- BUSTOS, Fernando (2005): *Diccionario Ambiental*, Recai, Red Ecuatoriana de Consultores ambientales independientes, Quito – Ecuador.
- BRITO, Ulises (2003): *Uso del contenido ruminal y algunos residuos de la industria cárnica en la elaboración de composta*, Tropical and Subtropical Agroecosystems, vol. 2, núm 2, Artículo de Redalyc, Universidad Autónoma de Yucatán, México.
- DE CORZO, Virginia (2008): *Microbiología del rumen*, Curso de Microbiología, Buenos Aires.
- DONOSO, María (2000): *Gestión integrada de recursos hídricos en las Américas*, Banco Interamericano de desarrollo, Washington USA.

- FALLA, Humberto (2006): *Reciclaje de Residuos y Desechos de las Industrias Cárnicas y Lácteas*, PROCANOR, Quito – Ecuador.
- FRAUME, Néstor (2006): *Manual Adecuario ecológico*, Fundación hogares juveniles, Bogotá Colombia.
- FRAUME, Néstor (2008): *Manual Ambiental*, Ecoe ediciones, Bogotá Colombia.
- GÓMEZ, Mauricio (2010): *Aspectos técnicos para el aprovechamiento de residuos orgánicos generados en matadero municipal para proceso de compostaje*, Bogotá. Colombia.
- HERRERA, Luis, MEDINA, Arnaldo y NARANJO, Galo (2010): *Tutoría de la Investigación Científica*, 4ª Edición, Gráficas Corona, Ambato – Ecuador.
- INTEC, Corporación de Investigación Tecnológica de Chile (2009): *Manual de Compostaje*, Santiago de Chile.
- JARAUTA, Laura (2005): *Digestión anaerobia para el Tratamiento de Residuos Orgánicos*, Projecte PFC, Anexo A, Lima – Perú.
- LESUR, Luis (2006): *Manual de fertilización y productividad del suelo agrícola*, Editorial Trillas, México.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA DE ESPAÑA (2012): *Recursos hídricos naturales*, mapa de indicadores, T2, Madrid, disponible en: (<http://servicios2.marm.es/sia/indicadores/ind/ficha.jsp?>)
- MORENO, Joaquín y MORAL, Raúl. (2008): *Compostaje*. Grupo Mundi – Prensa, Madrid – España.
- NAVARRO, Pascual (2012): *Recursos hídricos*, Instituto IESAE, Madrid, disponible en: http://www.iesae.com/documentos/biologiaTemarioCTMA/903.LA_HIDROSFERA.R_ECURSOS_HIDRICOS.pdf

- PINTO, Eddy (2013): *Producción ganadera*, Instituto Universitario de Tecnología, Pariguán – Venezuela.
- PYEMA Planes y Estrategias del Medio Ambiente (2008): Metodología y descripción del medio natural, Diagnostico Técnico, Auditoria de sostenibilidad, Agenda 21, Castilla La Mancha – España.
- ROJAS, Jaime (2009): Calidad Visual del Paisaje, Estudio de Impacto ambiental Central Hidroeléctrica Rapay, Walsh Perú SA Consultores, Lima Perú.
- SANCHEZ, Cristian (2009): *Abonos orgánicos y lombricultura*, Ediciones Ripalme, 3ª edición. Lima Perú.
- SANS, Ramón y RIBAS, Joan (2009): *Ingeniería Ambiental, contaminación y tratamientos*, Colección Productica, Editorial Marcombo, Barcelona España.
- URRUTIA, Euro (2007): *Modulo de Calidad Ambiental*, Diplomados UNIR, Madrid España, disponible en: <http://www.slideshare.net/diplomados2/conceptos-y-fundamentos>
- WILDEN, Patricia (2008): *Residuos orgánicos*, Serie a limpiar el mundo, Glebe – Australia.

ARTÍCULOS:

- CEMPRE, COMPROMISO EMPRESARIAL PARA EL RECICLAJE (2014): *Compostaje*, 4ª Tarjeta de Información, Montevideo – Uruguay, disponible en: http://www.cempre.org.uy/index.php?option=com_content&view=article&id=80&Itemid=98
- DICCIONARIO OSMAN (2005): *Observatorio de Salud y medio Ambiente de Andalucía*, Sevilla España, disponible en: <http://www.osman.es/ficha/12220>
- ESPINOZA, Eugenia (2011): *Ecuador con superficie agrícola de 7'300.374 ha.*, Artículo de Revista El Agro, disponible en

<http://www.revistaelagro.com/2012/01/05/ecuador-con-superficie-agricola-de-7%E2%80%999300-374-ha/>, consultado el 10/05/2014.

- GUERRERO, Jhoniers y MONSALVE, Jaime (2006): *El compostaje como una estrategia de producción más limpia*, Artículo científico, Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia, disponible en: revistas.utp.edu.co/index.php/revistaciencia/article/download/.../3451
- SISTEMAS Y TÉCNICAS PARA EL COMPOSTAJE (2007): disponible en: [http://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca//portal/export/sites/default/ccomun/galerías/Descargas/cap/producción – ecológica/sistemas_y_tecnicas_para_elcompostaje.pdf](http://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca//portal/export/sites/default/ccomun/galerías/Descargas/cap/producción_ecológica/sistemas_y_tecnicas_para_elcompostaje.pdf)
- VALVERDE, Neryeling (2012): *Aguas Residuales de Camales*, Artículo digital de scribd.com, Lima – Perú.

TRABAJOS DE GRADO:

- ÁLVAREZ, Germán (2012): *Contaminación del agua*, ensayo digital, monografías.com, Caracas, disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos98/la-contaminacion-del-agua/la-contaminacion-del-agua2.shtml>
- AUCANCELA, Fanny (2006): *Optimización de la fabricación de la harina de sangre producida en el camal municipal de Riobamba*, Tesis de grado de ingeniería química, ESPOCH, Riobamba – Ecuador.
- AVENDAÑO, Daniela (2003): *El proceso de compostaje*, Monografía de grado en agronomía, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, disponible en: <http://www.inventati.org/columnanegra/ecoagricultura/wordpress/wp-content/uploads/2010/10/Compostaje.pdf>
- BENAVIDES, Patricia (2006): Código 5405502. *Evaluación de la planta de tratamiento de aguas residuales de la central de sacrificio de Túquerres –Nariño*, Tesis de Especialista en Ingeniería ambiental, Área sanitaria, Universidad Nacional de Colombia, sede Manizales Colombia.

- CHIRIBOGA, Carlos (2010): *Propuesta de un sistema de monitoreo para la caracterización de las aguas residuales que receipta el río Tahuando* (Desde la parte Norte Zuleta hasta la parte sur Priorato), Tesis de grado de ingeniería en recursos naturales, Universidad Técnica del Norte, Ibarra.
- ESPINOZA, Digna (2012): *Proyecto de factibilidad para la creación de una empresa dedicada a la crianza, engorde y faenamamiento de cerdos en la parroquia de Pifo*, Tesis de grado de Ingeniería en Administración de Empresas, Universidad Central, Quito – Ecuador
- EULLOQUE, Jesús (2013): *Caracterización física, química, biológica y valoración agronómica del vermicompost obtenido del contenido ruminal bovino*, Instituto Politécnico Nacional, Tesis de grado de maestría, Jiquilpán – México, disponible en: <http://itzamna.bnct.ipn.mx/.../EULLOQUE%20GUERRERO%20JESÚS>
- GALARZA, Mariela (2011): *Diagnóstico y desarrollo del plan de manejo ambiental para el camal de Otavalo*, Tercer nivel, Escuela Politécnica Nacional, Quito – Ecuador.
- GARCÍA, Antón (2009): *Teoría económica de la producción ganadera*, Universidad de Córdoba, Programa de Master en Zootecnia y Gestión sostenible, Buenos Aires.
- MENDOZA, Luis (2010): *Monografía de la sangre*; ensayo monográfico, Buenos Aires –Argentina, disponible en: <http://www.monografias.com/usuario/perfiles/mendozaruiz>
- MORETA, Marco (2012): *Diseño de un secador tipo túnel para la deshidratación de harina de sangre en el camal de Riobamba*, Tesis de grado de ingeniería química, ESPOCH, Riobamba, - Ecuador.
- RUIZ, Saskia (2011): *Plan de gestión de residuos del camal del cantón Antonio Ante*, Tercer nivel, Escuela Politécnica Nacional. Quito.
- TORRENS, Milagros (2012): *Monografía de las partes externas e internas del ganado bovino*, Club Ensayos, Londres – Reino Unido, disponible en:

<http://clubensayos.com/Temas-Variados/Monografia-De-Las-Partes-Externas/1407328.html>

- VILLACIS, Ligia (2011): *Las aguas residuales del camal Municipal del cantón Baños y su incidencia en la contaminación del Río Pastaza en la provincia de Tungurahua*, Tercer nivel, Universidad Técnica de Ambato, Ambato.

DOCUMENTOS LEGALES Y GUBERNAMENTALES:

- ASAMBLEA CONSTITUYENTE (2008): *Constitución Política de la República del Ecuador*, Ciudad Alfaró - Ecuador.
- CANDELAS, Jorge RAMÍREZ G. (2011): Artículo: III-138- *Identificación y desarrollo de tecnología para proporcionar valor económico a los residuos sólidos del proceso de matanza en el rastro de Saltillo Coahuila México*. XXVII Congreso Interamericano de Engenharia Sanitaria e Ambiental. México.
- GOBIERNO MUNICIPAL DE OTAVALO (2008): *Ordenanza Sustitutiva que reglamenta la prestación de servicios del Camal Municipal de Otavalo y la determinación de la Tasa de Rastro*, Capítulo I. Capítulo III, Otavalo – Ecuador.
- GOBIERNO MUNICIPAL DE OTAVALO (2011): *Resumen Ejecutivo*. Estudio de impacto ambiental y plan de manejo en la construcción, operación y mantenimiento del diseño definitivo “Alcantarillado mixto, encauzamiento de aguas lluvias y protección de laderas para la ciudad de Otavalo”, Otavalo – Ecuador.
- NTE INEN 2 169:98: Agua. Calidad del agua. Muestreo manejo y conservación de muestras
- INEC (2011): *Resumen Ejecutivo*, Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua ESPAC, Quito – Ecuador.
- TULAS: *Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria* (2005): Anexo 1 del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental de Normas de Calidad Ambiental y de Descarga de efluentes: Recurso Agua, del Libro VI de Calidad Ambiental. Quito – Ecuador.

PUBLICACIONES PERIÓDICAS

- HOY (2011): *La crianza de ganado todo un proceso de inversión y mucho cuidado*, Artículo publicado el 11/10/2011, Quito – Ecuador.
- INEC (2011) *Boletín Agropecuario Mensual* N°13, Agosto 2011, Quito - Ecuador.
- OTAVALO INFORMA (2010): *Contaminación del río Tejar*. Periódico municipal, 7ª edición, Otavalo – Ecuador.
- SISTEMA ESTADÍSTICO AGROPECUARIO NACIONAL (2011): Encuesta de superficie y producción agropecuaria continua, Quito, Ecuador

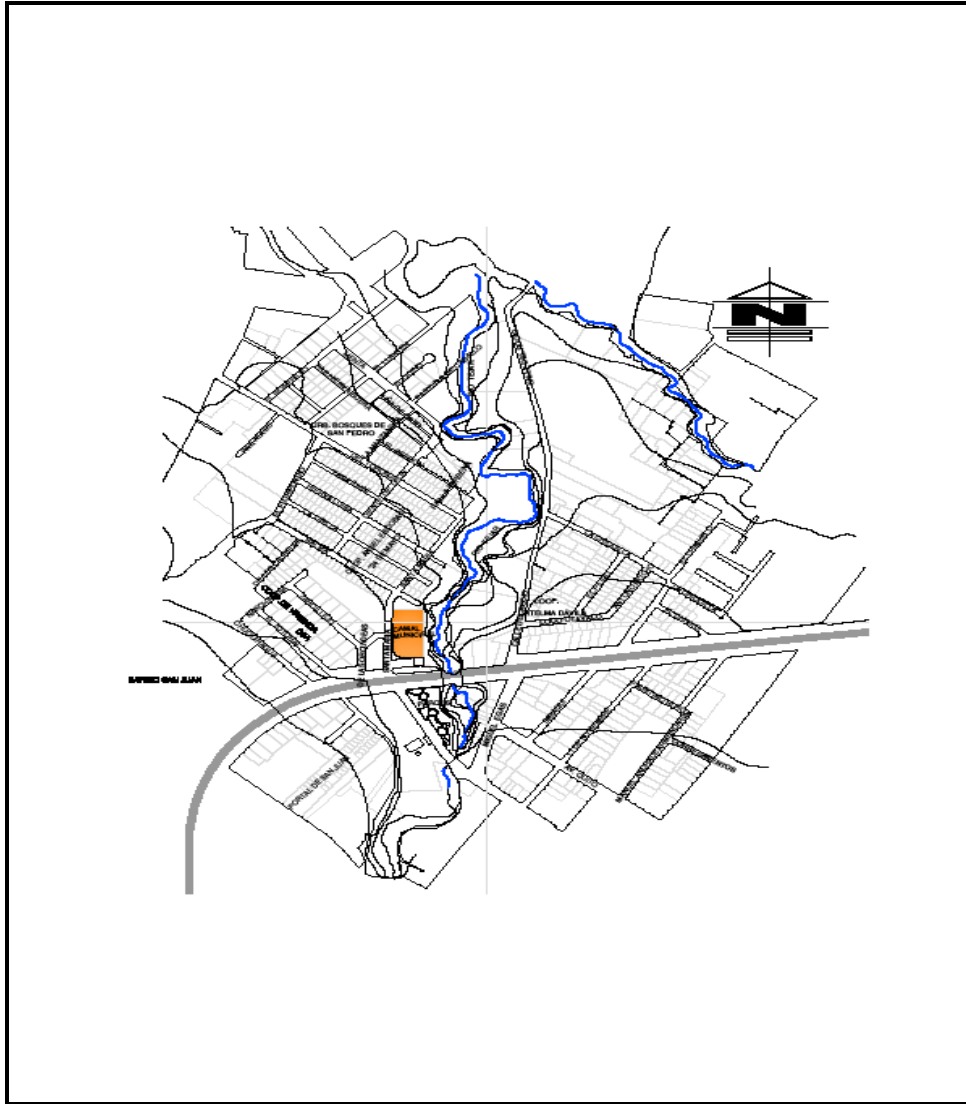
BLOGS Y LINKS ELECTRÓNICOS:

- ÁLVAREZ, Esther (2005): *Residuos madereros, transformación y uso*, blog mailxmail.com, Buenos Aires, disponible en: <http://www.mailxmail.com/autor-esther-alvarez-godoy-3>
- BLOG ANÓNIMO http://www.infoagro.com/abonos/abonos_organicos_guaviare.htm
- CERVANTES, Miguel (2013): *Abonos Orgánicos*, Blog especializado infoagro.com, Centro Campomar, Sam José - Costa Rica.
- CONAF Corporación Nacional Forestal de Andalucía (2009): *Técnicas de Compostaje*, Ficha Técnica N° 5, Sevilla, disponible en: http://alternativasquemas.conaf.cl/fileadmin/ArchivosPortal/Alternativas/COMPOST_AJE/ficha5.pdf
- ECO-AGRICULTOR (2013): *Tipos de abonos orgánicos*, Blog especializado en agricultura, España, disponible en: <http://www.ecoagricultor.com/2012/08/tipos-de-abonos-organicos/>
- HSBC AGRIBUSINESS (2014): *Producción de carne bovina*, UBA, Buenos Aires.
- PLATAFORMA EDUCATIVA CARPETA PEDAGÓGICA (2012): *Equilibrio y desequilibrio del ecosistema*, Sección Ciencias Naturales, Lima – Perú, disponible en: <http://cienciasnaturales.carpetapedagogica.com>
- http://www.infoagro.com/abonos/abonos_organicos_guaviare.htm

- <http://es.thefreedictionary.com/camal>
- <http://www.definicionabc.com>

ANEXOS

Anexo 1: Croquis de Ubicación del Camal de Otavalo



Fuente: GAD Municipal Otavalo
Compilación: Sonia Yaselga

Anexo 2: Certificado que avaliza la investigación en el Camal Municipal de Otavalo



REPUBLICA DEL ECUADOR
GOBIERNO MUNICIPAL DEL CANTÓN OTAVALO

CERTIFICACIÓN

Luego de los permisos correspondientes de la Alcaldía y la Dirección de Higiene del Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Otavalo, se autorizo para que la ingeniera Sonia Yaselga realice en el Camal Municipal la investigación práctica para la elaboración de la tesis: "TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS Y LÍQUIDOS DEL PROCESO DE FAENAMIENTO Y CONTAMINACIÓN AMBIENTAL EN EL CAMAL MUNICIPAL DE OTAVALO. DISEÑO DE UN PROYECTO ALTERNATIVO PARA EL MUNICIPIO DE OTAVALO.

En calidad de Administrador - Veterinario del Camal Municipal de Otavalo, por petición verbal de la parte interesada, la Ingeniera SONIA MAGDALENA YASELGA PASTLLO con cédula de ciudadanía 1001803087

CERTIFICO QUE:

La mencionada Ingeniera en la actualidad se encuentra realizando en el camal los trabajos prácticos inherentes a dicha investigación.

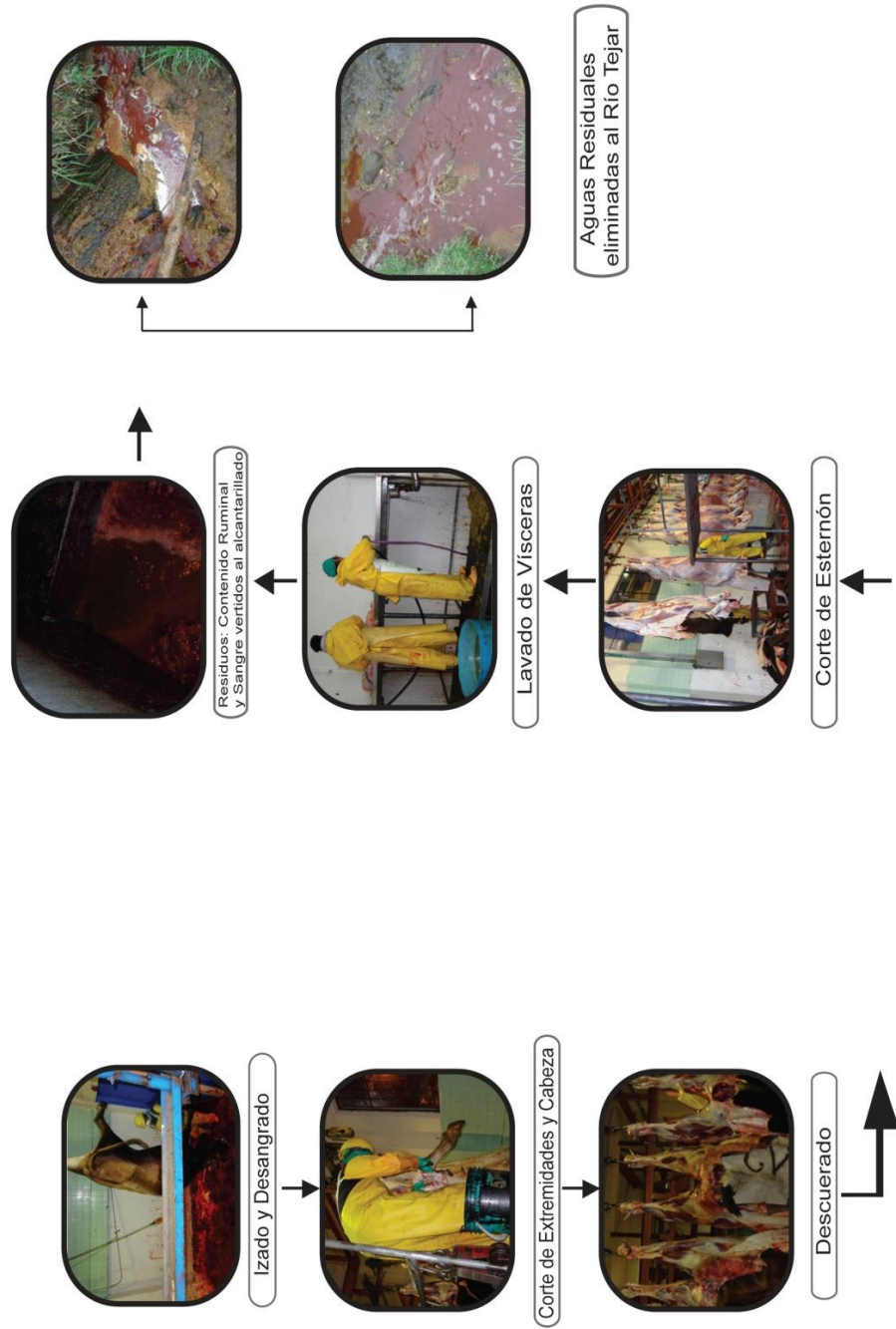
Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

Otavalo, 6 de diciembre de 2012



Dr. Jorge Armando Cerón Oña
ADMINISTRADOR - VETERINARIO CMO

ESQUEMA DEL PROCESO DE FAENAMIENTO DEL CAMAL MUNICIPAL DE OTAVALO Y RESIDUOS ELIMINADOS AL RIO TEJAR



Fuente: Elaboración propia

Anexo 4: Esquema de recolección de residuos

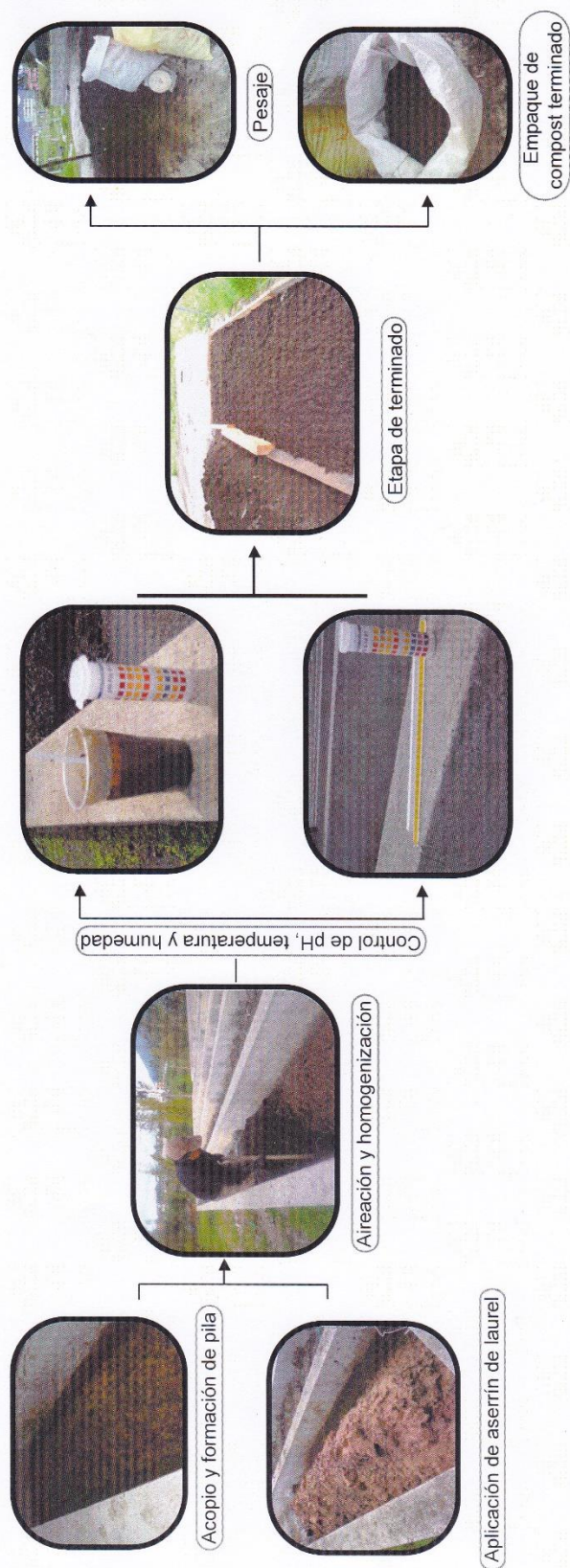
ESQUEMA DE LA RECOLECCION DE RESIDUOS [SANGRE Y CONTENIDO RUMINAL] PARA EL PROCESO DE COMPOSTAJE



Fuente: Elaboración propia

Anexo 5: Esquema de procesamiento del compost

ESQUEMA DEL PROCESO DE COMPOSTAJE PARA LA OBTENCION DEL COMPOST



Fuente: Elaboración propia

Anexo 6: Cuestionario de entrevista

Programa de Maestría en Gestión de la Producción

ENTREVISTA DIRIGIDA AL PERSONAL DEL CAMAL MUNICIPAL DE OTAVALO

Entrevistador: _____

Nombre del Entrevistado: _____

Cargo/Posición: _____

Lugar y Fecha: _____

Objetivo: Indagar respecto al nivel de contaminación del Río Tejar y el aprovechamiento de los residuos de faenamiento.

Cuestionario:

1) **¿Qué porcentaje de contaminación cree usted que tienen las aguas residuales vertidas por el camal?**

2) **¿Qué medidas ha implementado la administración municipal para minimizar el impacto de la contaminación del mencionado río?**

3) **¿Los recogedores artesanales de sangre y rumen tienen todas las facilidades para realizar esta tarea dentro del camal?**

4) **¿Qué otro método de faenamiento cree usted que se podrían hacer para disminuir la contaminación del río por la sangre y rumen de las reses faenadas?**

5) **¿Qué producto cree usted que se podría elaborar con la sangre y rumen para disminuir la contaminación del río?**

6) **¿Usted ha observado o escuchado que el Río Tejar tenga otro tipo de vertido contaminante en otras áreas diferentes a las del camal?**

Firma del entrevistado

Gracias por su colaboración

Anexo 7: Análisis Químicos y Microbiológicos del agua residual



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

UNIVERSIDAD ACREDITADA RESOLUCIÓN 002 – CONEA – 2010 – 129 – DC.
Resolución No. 001-073-CEAACES-2013-13

Laboratorio de Análisis Físicos, Químicos y Microbiológicos

REPORTE DE ANALISIS	
DATOS DEL SOLICITANTE	
Nombre:	Srta. Sonia Yacelga
Ciudad:	Ibarra
DATOS DEL SITIO DE MUESTREO	
Provincia:	Imbabura
Cantón:	Otavalo
Parroquia:	Otavalo
Sitio:	Particular
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA	
Código:	Rumen luminal
DATOS DEL LABORATORIO	
Nro. Reporte:	188 - 2014
Tipo de Análisis:	SEMICOMPLETO
Muestra:	Unica
Fecha de Ingreso:	22 de septiembre de 2014
Fecha de Reporte:	26 de septiembre de 2014

Parámetros Qímicos	Unidad	Resultado	Método Aplicado
Contenido de agua	%	76,89	Gravimétrico
Cenizas	%	3,18	Gravimétrico
Proteína bruta	%	2,05	Kjeldalh
Fibra bruta	%	5,4	Wende
Extracto etéreo	%	8,06	Soxleth

Nota: Los resultados pertenecen exclusivamente para las muestras analizadas en el laboratorio.

Bloq. José Luis Moreno
TECNICO DE LABORATORIO



Visión Institucional

La Universidad Técnica del Norte en el año 2020, será un referente en ciencia, tecnología e innovación en el país, con estándares de excelencia institucionales.

Av. 17 de Julio S-21 y José María
Córdova. Barrio El Olivo.
Teléfono: (06)2997800
Fax: Ext. 7711.
Email: utn@utn.edu.ec
www.utn.edu.ec
Ibarra - Ecuador

