



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ**  
**FACULTAD DE CIENCIAS ZOOTÉCNICAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA ZOOTECNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS AGROPECUARIAS**

**TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**  
**INGENIERO ZOOTECNISTA E**  
**INGENIERO EN INDUSTRIAS AGROPECUARIAS**

**MODALIDAD TRABAJO COMUNITARIO**

**TEMA:**

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN BIODIGESTOR PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN EL ÀREA DE CONFINAMIENTO DE BOVINOS DE ENGORDE DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ZOOTÉCNICAS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABI (EXTENSIÓN CHONE).”**

**AUTORES:**

**Meza Cusme Limber Manuel**  
**Narváez Zambrano Julio Fabián**  
**Pazmiño Arteaga Diego Armando**  
**Zambrano Ostaiza Carlos Javier**

**DIRECTOR DE TESIS**

**Ing. Gibson Cornejo Dueñas**

**CHONE - MANABÍ - ECUADOR**

**2013**

# **PARTE PRELIMINAR**

## **TEMA:**

Implementación de un biodigestor para el tratamiento de aguas residuales en el área de confinamiento de bovinos de engorde de la Facultad de Ciencias Zootécnicas de la Universidad Técnica de Manabí (Extensión Chone).

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a Dios por ser la luz que ilumina y guía nuestros pasos, por permitirme culminar mi formación profesional.

A mi familia que de una u otra manera nos impulsaron con ideas y consejos para obtener el grado profesional que me permita ser competitivos en la sociedad.

A mis maestros por sus años de conocimientos, paciencia y gran calidad humana.

Limber

## DEDICATORIA

A Dios

A mis padres

A mis hermanos y a toda mi familia en general

Diego

## **DEDICATORIA**

A Dios por permitirme culminar este trabajo de forma exitosa

A mi familia por todo su apoyo.

A mis compañeros por sus muestras de afecto.

Carlos

## **DEDICATORIA**

A Dios por bendecirme dándome la oportunidad de concluir mis estudios.

A mis padres por todo su respaldo

A mi esposa e hija.

Julio

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Técnica de Manabí, por brindarnos las facilidades para culminar exitosamente nuestra carrera profesional.

Al Director de Tesis, hombre de gran valía personal y profesional, por su esfuerzo y dedicación, sus conocimientos e interés en las sesiones en que compartíamos opiniones, su persistencia, paciencia y motivación, las se convirtieron en pilar fundamental para nuestra formación como investigadores.

A los docentes, que con sus conocimientos, ayuda oportuna y desinteresada, contribuyeron a este éxito.

Los autores

## **CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS**

Ing. Gibson Cornejo Dueñas, catedrático de la Facultad de Ciencias Zootécnicas de la Universidad Técnica de Manabí, certifica que los señores Meza Cusme Limber Manuel, Narváez Zambrano Julio Fabián, Pazmiño Arteaga Diego Armando, Zambrano Ostaiza Carlos Javier, realizaron el siguiente trabajo titulado:

“Implementación de un biodigestor para el tratamiento de aguas residuales en el área de confinamiento de bovinos de engorde en la Facultad de Ciencias Zootécnicas de la Universidad Técnica de Manabí (Extensión Chone)”, bajo la dirección del suscrito, habiendo cumplido con las disposiciones complementarias establecidas para el efecto.

Ing. Gibson Cornejo Dueñas  
**DIRECTOR DE TESIS**

## **CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL DE REVISIÓN Y EVALUACIÓN**

Sometido a consideración del Tribunal de Revisión, evaluación, sustentación y legislación por: El Honorable Consejo Directivo como requisito previo a la obtención del título de:

### **INGENIERO ZOOTECNISTA E INGENIERO EN INDUSTRIAS AGROPECUARIAS**

#### **TEMA:**

“Implementación de un biodigestor para el tratamiento de aguas residuales en el área de confinamiento de bovinos de engorde de la Facultad de Ciencias Zootécnicas de la Universidad Técnica de Manabí (Extensión Chone)”

#### **REVISADA Y APROBADA POR:**

Ing. Ider Rosado Bravo

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

.....

Ing. Frank Intriago Flor

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

.....

Ing. Patricio Muñoz Murillo

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

.....

**Los autores de este trabajo se  
responsabilizan del contenido de la tesis y  
declaran que es un trabajo original**

## ÍNDICE DE CONTENIDO

Portada	
PARTE PRELIMINAR .....	2
TEMA:.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO .....	vi
CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS .....	vii
CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL DE REVISIÓN Y EVALUACIÓN .....	viii
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	x
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xii
RESUMEN .....	xiii
SUMMARY.....	xiv
PARTE PRINCIPAL	
1. LOCALIZACIÓN FÍSICA DEL PROYECTO.....	1
1.1 MACRO LOCALIZACIÓN.....	1
1.2 MICRO LOCALIZACIÓN .....	2
1.3 CONDICIONES CLIMÁTICAS.....	3
2. FUNDAMENTACIÓN.....	4
2.1 DIAGNÓSTICO DE LA COMUNIDAD .....	5
2.2 IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS .....	6
3. JUSTIFICACIÓN .....	6
4. OBJETIVOS .....	8
4.1 OBJETIVO GENERAL .....	8
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	8
5. MARCO REFERENCIAL .....	8
5.1 AGUAS RESIDUALES .....	8

5.2	TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES .....	12
5.3	BIODIGESTOR .....	22
6.	BENEFICIARIOS.....	24
7.	METODOLOGÍA.....	25
8.	RECURSOS .....	30
9.	PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA.....	31
9.1	ENCUESTA DIRIGIDA A ESTUDIANTES .....	31
9.2	ENTREVISTA.....	39
10.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	41
11.	SUSTENTABILIDAD Y SOSTENIBILIDAD .....	42

#### PARTE REFERENCIAL

1.	PRESUPUESTO .....	42
2.	CRONOGRAMA .....	43
3.	BIBLIOGRAFÍA.....	44
4.	ANEXOS.....	42

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Elaboración de encuestas y entrevista

Anexo 2. Evidencias del trabajo de campo

Anexo 3. Modelo de instalación de Biodigestor

Anexo 4 Capacitaciones

Anexo 5. Formulario de Encuesta

Anexo 6. Formulario de Entrevista

## RESUMEN

El vertiginoso desarrollo económico, el inadecuado uso de los recursos naturales exige de la necesidad de disponer de recursos hídricos adicionales para poder llevar a cabo las actividades industriales o agrícolas, o para abastecer la demanda correspondiente a las actividades domésticas, turísticas y de ocio, tomando en cuenta esta realidad y atendiendo a una formación continua de profesionales capaces de responder a los problemas de la comunidad se propone la implementación de un biodigestor para el tratamiento de aguas residuales en el área de confinamiento de bovinos de engorde en la Facultad de Ciencias Zootécnicas de la Universidad Técnica de Manabí (Extensión Chone), durante la ejecución del trabajo se pudo conocer de forma detallada el funcionamiento, mantenimiento y la utilidad del biodigestor para el tratamiento de aguas residuales aplicándolo en el área de confinamiento de bovinos de engorde en la Facultad de Ciencias Zootécnicas de la Universidad Técnica de Manabí, se logró fomentar entre los estudiantes el uso de tecnologías limpias para el cuidado del medio ambiente, y finalmente dotó a al área de confinamiento de bovinos de engorde en la Facultad de Ciencias Zootécnicas de la Universidad Técnica de Manabí de un equipo básico para la realización de las prácticas de los estudiantes, estos objetivos que se cumplieron en su totalidad sirvieron como una experiencia enriquecedora para la formación profesional de los miembros del grupo, dejando a la vez un importante aporte de la comunidad en general en donde se pueden replicar estas experiencias adaptándolas a las realidades locales.

## **SUMMARY**

The rapid economic development, inadequate use of natural resources requires the need for additional water resources to carry out industrial or agricultural activities, or to meet the demand for domestic activities, tourism and leisure, taking into account this reality and attending continuing education of professionals able to respond to community problems we propose the implementation of a digester for wastewater treatment in the confinement area of beef cattle in the Zootechnical Faculty Technical University of Manabi (Extension Chone), during the course of the work could run out detailed operation, maintenance and use of the digester for wastewater treatment applying in the confinement area of beef cattle Faculty of Science Zootécnicas Technical University of Manabi, it has fostered among students the use of clean technologies for the protection of the environment, and finally endowed the confinement area of beef cattle in the Zootechnical Faculty Technical University of Manabi basic equipment to carry out the practices of students, these objectives were met in full served as a learning experience for the training of the members of the group, leaving both a major contribution the wider community where they can replicate these experiences adapted to local realities.

# **PARTE PRINCIPAL**

## **1. LOCALIZACIÓN FÍSICA DEL PROYECTO**

### **1.1 MACRO LOCALIZACIÓN**

El desarrollo de la investigación se realizó en el Ecuador, Provincia de Manabí, Cantón Chone.

#### **Ecuador**

Se encuentra situado al noroeste de Sudamérica, en el Océano Pacífico, en la zona Tórrida o tropical, en la faja localizada en la media de la tierra, se ubica en el hemisferio Occidental, al Oeste del Meridiano de Greenwich, a 1°; 21" de latitud Norte y entre los 5° de latitud sur, y 75°; 11, 49" y 81° al occidente de Meridiano de Greenwich.

Políticamente limita al norte con Colombia, al sur y al Este por Perú; y, al oeste, por el Océano Pacífico.

#### **Manabí**

Geográficamente la Provincia de Manabí, con su Capital Portoviejo, está situada en el centro de la región Litoral del país

Se extiende por ambos lados de la línea Equinoccial o Ecuatorial, de 0°; 25' de latitud norte hasta el 1°; al 57° de latitud sur y de 79°; 24' de longitud oeste, hasta los 80°; 55' de longitud este.

#### **Chone**

Ubicado en la provincia de Manabí entre las siguientes coordenadas: 0° 3' de latitud norte y 0° 60' de latitud sur, y entre 79° 27' y 80° 18' de longitud oeste, con una superficie de 3500 km<sup>2</sup>. Limita al norte con la provincia de Esmeraldas y el cantón Pedernales, al sur con los cantones Pichincha, Bolívar y Tosagua; al este

con los cantones El Carmen y Flavio Alfaro y al oeste con los cantones Sucre y Pedernales.

La ciudad de Chone está localizada en un valle delimitado por cadenas de colina de baja altura y surcado por el río del mismo nombre, a una de cuyas orillas se desarrolló inicialmente la ciudad. Aunque el crecimiento urbano ha desbordado este limitante y lo ha asimilado, merced a varios puentes y a la adaptación de la forma del trazado urbano

En la estructura de la ciudad es perceptible la existencia de un núcleo central plenamente consolidado, que concentra las actividades urbanas y los usos de suelos vinculados a la administración, el intercambio de bienes y servicios y así como también los más altos niveles de población y densidad, en torno al cual se desarrollan otras áreas de menor grado de consolidación.

Existe un eje vial fundamental, en sentido Este – Oeste que enlaza el centro de la Ciudad con las dos vías principales de interrelación regional al centro del país y a la costa. Sobre los tramos iniciales de estas vías se ha generado un crecimiento longitudinal que configura una imagen lineal de la ciudad. Contrariamente otro eje transversal, de menor magnitud articula la ciudad con otra vía de comunicación con el sur de la provincia. Estas tres vías se hallan interrelacionadas además por medio de una vía periférica recientemente ejecutada y que traza un arco en limite urbano de la ciudad y posibilita la fluidez del tráfico de paso sin interferir a la estructura urbana.

## **1.2 MICRO LOCALIZACIÓN**

La Facultad de Ciencias Zootécnicas de la UTM campus Chone se encuentra ubicada en el km 2 ½ vía Chone Boyacá.

La Facultad de Ciencias Zootécnicas cuenta con medios de transportes, buenas vías de accesos de entrada y salida al centro de la ciudad, disponibilidad de mano obra, cercanía de las fuentes de almacenamiento, buenos factores ambientales.

La topografía del lugar es irregular ya que en invierno una parte es inundable, además de contar con servicios básicos agua potable, energía y otros suministros.



**Gráfico N° 1:** Ubicación geográfica de la Facultad de Ciencias Zootécnica.

**Fuente:** www. earth 2012.

### 1.3 CONDICIONES CLIMÁTICAS

La temperatura media anual es de 26° C y la mínima evaporación de 870 m, el clima predominante en la ciudad de Chone es el cálido seco en verano, que va desde junio hasta noviembre y el cálido lluvioso en época de invierno, que va de diciembre a mayo.

Las precipitaciones en la zona de influencia de la estación meteorológica de Chone registran un promedio anual de 1330 m. y una máxima en 24 horas de 66 m.; siendo los meses más lluviosos; enero, febrero, marzo y abril y los meses más secos se registran entre julio y agosto.

El clima está marcado por frecuentes lluvias, los días soleados y calurosos; son comunes los días lluviosos con fuertes vientos muy agradables y acogedores; mientras que también hay días lluviosos de excesivo calor.

El clima de Chone tiene una definición imperdurable, es decir geográficamente se ubica en la descendencia de alguna cadena montañosa muy propensa e inmune a los cambios de clima en la Sierra y Costa ecuatoriana. Está ubicado geográficamente en una zona drástica de concentración en climas constantemente lluviosos, soleados y nublosos en cualquier etapa del año; a diferencia de la temperatura y la prolongación frecuente de lluvia y sol, que definen la estación anual: Invierno o Verano;

El verano inicia en el mes de mayo y concluye a inicios de noviembre, los días son frescos y soleados; los vientos procedentes de las montañas que rodean la ciudad modifican el clima con temperaturas entre los 23 y 28 grados centígrados, en esta época del año también existen cambios drásticos muy determinados pero menos prolongados que en la etapa invernal; ya que unos días en las mañanas se concentra entre las montañas rodeando por completo la ciudad de niebla; mientras que otros días por la tarde llueve en pocas veces con el sol a la vista;

En la etapa invernal (entre finales de Noviembre y Medios de Mayo) las temperaturas pueden alcanzar los 34 grados centígrados, generalmente los días son lluviosos, el polvo movido por la lluvia se seca y forma las incesantes nubes de polvo, aunque el invierno es más corto que el verán, esta época es de gran importancia la riega y mantenimiento de la vegetación forestal, ornamental, comestible, industrial, etc, de la estación invernal depende en gran medida factores como agricultura y la economía.

## **2. FUNDAMENTACIÓN**

La Universidad Técnica de Manabí promueve una pedagogía para la formación técnica y profesional orientada a la preparación del estudiante de acuerdo a las exigencias de la sociedad; mediante su sistema educativo estimula y hace realidad la integración de la educación e instrucción profesional, integrando la teoría y la práctica, lo cognitivo y lo afectivo, la docencia con la producción e investigación.

Tomando en cuenta estos antecedentes se analizó la problemática existente en el área de confinamiento de bovinos de engorde en la Facultad de Ciencias Zootécnicas de la Universidad Técnica de Manabí (Extensión Chone) en donde se generaban una gran cantidad de aguas residuales que no recibían ningún tipo de tratamiento y que provocaban altos índices de contaminación ambiental, desaprovechándose estos recursos hídricos, lo que afectaba tanto el entorno como el desarrollo de las prácticas de los estudiantes que se veían obligados a realizar sus actividades en un ambiente poco recomendable para la salud humana.

Mediante la aplicación de encuesta de opiniones a los estudiantes de la Facultad de Ciencias Zootécnicas, se determinó que no existía un mecanismo para el tratamiento de las aguas residuales.

Tomando en cuenta la problemática detectada se planteó la necesidad de dotar de un biodigestor el área de confinamiento de bovinos de engorde en la Facultad de Ciencias Zootécnicas de la Universidad Técnica de Manabí con la finalidad de dar un adecuado tratamiento a las aguas residuales, adicionalmente el biodigestor sirvió para que los estudiantes pudieran realizar prácticas, demostraran sus destrezas adquiridas y tuvieran una mayor vinculación con la colectividad.

## **2.1 DIAGNÓSTICO DE LA COMUNIDAD**

### Fortalezas

- Docentes con títulos profesionales
- Colaboración de los estudiantes
- Asesoría técnica
- Existencia de un área de confinamiento de bovinos de engorde
- Apoyo institucional

### Oportunidades

- Ayuda a la comunidad
- Uso de tecnologías limpias

- Protección del entorno
- Realización de pasantías
- Fortalecimientos de conocimientos teóricos y prácticos

#### Debilidades

- No se tratan aguas residuales
- Limitado presupuesto
- Costos del biodigestor

#### Amenazas

- Contaminación ambiental
- Desinterés de los estudiantes

## **2.2 IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS**

El confinamiento de bovinos de engorde en la Facultad de Ciencias Zootécnicas de la Universidad Técnica de Manabí ha producido una gran cantidad de aguas residuales locales generando un grave por contaminación ambiental, como una respuesta a la problemática se busca dotar de un biodigestor para el tratamiento a las aguas residuales, esto responde a la finalidad de que los estudiantes estén en capacidad de transformar los elementos del entorno de acuerdo a los postulados del nuevo paradigma de enseñanza crítica propositiva, interactiva que proporcione una base investigativa para la Facultad de Ciencias Zootécnicas.

La Facultad de Ciencias Zootécnicas cuenta con la carrera de Ingeniería Zootécnica, Industrias Agropecuarias las cuales brindan apoyo académico al importante número de estudiantes universitarios que se educan en esta institución.

## **3. JUSTIFICACIÓN**

Uno de los desafíos de la educación universitaria es la ejecución de iniciativas que respondan a resolver problemas de la comunidad, en este marco la

vinculación comunitaria constituye un importante un espacio de divulgación e intercambio de conocimientos y de interacción con los diversos sectores de la sociedad.

Un aspecto importante para la formación práctica de los estudiantes es el área de confinamiento de bovinos de engorde de la Facultad de Ciencias Zootécnicas de la Universidad Técnica de Manabí lugar en el que se produce una gran cantidad de aguas residuales que requieren un adecuado tratamiento para su óptimo aprovechamiento.

Para el desarrollo del trabajo comunitario se planteó la necesidad de dotar a esta área de un biodigestor a fin de que las aguas residuales tratadas sirvieran para la limpieza, brindándose la posibilidad de que los estudiantes en el desarrollo de sus prácticas tengan un conocimiento teórico y práctico del funcionamiento del biodigestor, además de que asuman un actitud responsable frente a la protección del medio ambiente.

A través de la ejecución del proyecto se buscó que los estudiantes mejoren su formación académica, a través del uso eficaz las herramientas de trabajo, adicionalmente estuvieron en capacidad y de descubrir nuevas posibilidades metodológicas y nuevos recursos aplicables.

La propuesta tuvo como finalidad brindar herramientas para el mejoramiento del proceso enseñanza - aprendizaje de los estudiantes de la Facultad de Ciencias Zootécnicas de la Universidad Técnica de Manabí en concordancia con el avance científico, tecnológico, investigativo, y de la ciencia, que en forma vertiginosa se genera en el mundo globalizado.

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1 OBJETIVO GENERAL**

Implementar un biodigestor para el tratamiento de aguas residuales en el área de confinamiento de bovinos de engorde en la Facultad de Ciencias Zootécnicas de la Universidad Técnica de Manabí.

### **4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar el funcionamiento, mantenimiento y la utilidad del biodigestor para el tratamiento de aguas residuales en el área de confinamiento de bovinos de engorde en la Facultad de Ciencias Zootécnicas de la Universidad Técnica de Manabí.
- Aprovechar las aguas residuales que se producen en el área de confinamiento de bovinos de engorde de la Facultad de Ciencias Zootécnicas de la Universidad Técnica de Manabí.
- Brindar capacitación sobre el uso y características del biodigestor para el tratamiento de aguas residuales en el área de confinamiento de bovinos de engorde en la Facultad de Ciencias Zootécnicas de la Universidad Técnica de Manabí.

## **5. MARCO REFERENCIAL**

### **5.1 AGUAS RESIDUALES**

Las aguas residuales son materiales derivados de residuos domésticos o de procesos industriales, los cuales por razones de salud pública y por consideraciones de recreación económica y estética, no pueden desecharse vertiéndolas sin tratamiento en lagos o corrientes convencionales. (<http://www.frbb.utn.edu.ar>)

Las aguas residuales pueden definirse como las aguas que provienen del sistema de abastecimiento de agua de una población, después de haber sido modificadas por diversos usos en actividades domésticas, industriales y comunitarias.

Según su origen, las aguas residuales resultan de la combinación de líquidos y residuos sólidos transportados por el agua que proviene de residencias, oficinas, edificios comerciales e instituciones, junto con los residuos de las industrias y de actividades agrícolas, así como de las aguas subterráneas, superficiales o de precipitación que también pueden agregarse eventualmente al agua residual (Mendonca 1987).

### **5.1.1 TIPOS DE AGUAS RESIDUALES**

Así, de acuerdo con su origen, las aguas residuales pueden ser clasificadas como:

**Domésticas:** son aquellas utilizadas con fines higiénicos (baños, cocinas, lavanderías, etc.). Consisten básicamente en residuos humanos que llegan a las redes de alcantarillado por medio de descargas de instalaciones hidráulicas de la edificación también en residuos originados en establecimientos comerciales, públicos y similares. (Ramos, 2001)

**Industriales:** son líquidos generados en los procesos industriales. Poseen características específicas, dependiendo del tipo de industria. (Ramos, 2001)

**Infiltración y caudal adicionales:** las aguas de infiltración penetran en el sistema de alcantarillado a través de los empalmes de las tuberías, paredes de las tuberías defectuosas, tuberías de inspección y limpieza, etc. Hay también aguas pluviales, que son descargadas por medio de varias fuentes, como canales, drenajes y colectores de aguas de lluvias. (Ramos, 2001)

**Pluviales:** son agua de lluvia, que descargan grandes cantidades de agua sobre el suelo. Parte de esta agua es drenada y otra escurre por la superficie,

arrastrando arena, tierra, hojas y otros residuos que pueden estar sobre el suelo (Ramos, 2001)

Los olores característicos de las aguas residuales son causados por los gases formados en el proceso de descomposición anaerobia. Principales tipos de olores:

- **Olor a moho:** razonablemente soportable: típico de agua residual fresca
- **Olor a huevo a podrido:** “insoportable”; típico del agua residual vieja o séptica, que ocurre debido a la formación de sulfuro de hidrógeno que proviene de la descomposición de la materia orgánica contenida en los residuos.
- **Olores variados:** de productos descompuestos, como repollo, legumbres, pescado, de materia fecal, de productos rancios, de acuerdo con el predominio de productos sulfurosos, nitrogenados, ácidos orgánicos, etc

### **5.1.2 CARACTERÍSTICAS DE AGUAS RESIDUALES**

El agua residual está compuesta de componentes físicos, químicos y biológicos. Es una mezcla de materiales orgánicos e inorgánicos, suspendidos o disueltos en el agua. La mayor parte de la materia orgánica consiste en residuos alimenticios, heces, material vegetal, sales minerales, materiales orgánicos y materiales diversos como jabones y detergentes sintéticos. Las proteínas son el principal componente del organismo animal, pero también están presentes también en los vegetales. El gas sulfuro de hidrógeno presente en las aguas residuales proviene del Azufre de las proteínas. Las características de las aguas residuales son las siguientes

Características químicas

- Las aguas servidas están formadas por un 99% de agua y un 1% de sólidos en suspensión y solución. Estos sólidos pueden clasificarse en orgánicos e inorgánicos.
- Los sólidos inorgánicos están formados principalmente por nitrógeno, fósforo, cloruros, sulfatos, carbonatos, bicarbonatos y algunas sustancias tóxicas como arsénico, cianuro, cadmio, cromo, cobre, mercurio, plomo y zinc.
- Los sólidos orgánicos se pueden clasificar en nitrogenados y no nitrogenados. Los nitrogenados, es decir, los que contienen nitrógeno en su molécula, son proteínas, ureas, aminas y aminoácidos. Los no nitrogenados son principalmente celulosa, grasas y jabones.
- La concentración de materiales orgánicos en el agua se determina a través de la DBO5, la cual mide material orgánico carbonáceo principalmente, mientras que la DBO20 mide material orgánico carbonáceo y nitrogenado DBO2.
- Aniones y cationes inorgánicos y compuestos orgánicos

#### Características bacteriológicas

Una de las razones más importantes para tratar las aguas residuales o servidas es la eliminación de todos los agentes patógenos de origen humano presentes en las excretas con el propósito de cortar el ciclo epidemiológico de transmisión. Estos son, entre otros:

- Coliformes totales
- Coliformes fecales
- Salmonellas
- Virus

## **5.2 TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

Es un proceso físico, químico y biológico que tiene como fin eliminar los contaminantes físicos, químicos y biológicos presentes en el agua efluente del uso humano. La tesis fundamental para el control de la polución por aguas residuales ha sido tratar las aguas residuales en plantas de tratamiento que hagan parte del proceso de remoción de los contaminantes y dejar que la naturaleza lo complete en el cuerpo receptor. Para ello, el nivel de tratamiento requerido es función de la capacidad de auto purificación natural del cuerpo receptor. A la vez, la capacidad de auto purificación natural es función, principalmente, del caudal del cuerpo receptor, de su contenido en oxígeno, y de su "habilidad" para reoxigenarse.

Por lo tanto objetivo del tratamiento de las aguas residuales es producir efluente reutilizable en el ambiente y un residuo sólido o fango (también llamado biosólido o lodo) convenientes para su disposición o reutilización. Es muy común llamarlo depuración de aguas residuales

### **5.2.1 PROCESOS DE TRATAMIENTO**

Estos procesos de tratamiento son típicamente referidos a un:

- Tratamiento primario (asentamiento de sólidos)
- Tratamiento secundario (tratamiento biológico de la materia orgánica disuelta presente en el agua residual, transformándola en sólidos suspendidos que se eliminan fácilmente)
- Tratamiento terciario (pasos adicionales como lagunas, micro filtración o desinfección) (Grupo Agbar, 1999)

### **5.2.1.1 TRATAMIENTO PRIMARIO**

Entre las operaciones que se utilizan en los tratamientos primarios de aguas servidas están: la filtración, la sedimentación, la flotación, la separación de aceites y la neutralización.

El tratamiento primario de las aguas servidas es un proceso mecánico que utiliza cribas para separar los desechos de mayor tamaño como palos, piedras y trapos. Las aguas del alacantarillado llegan a la cámara de dispersión en donde se encuentran las cribas, de donde pasan las aguas al tanque de sedimentación, de donde los sedimentos pasan a un tanque digestor y luego al lecho secador, para luego ser utilizados como fertilizante en las tierras de cultivo o a un relleno sanitario o son arrojados al mar. Del tanque de sedimentación el agua es conducida a un tanque de desinfección con cloro (para matarle las bacterias) y una vez que cumpla con los límites de depuración sea arrojada a un lago, un río o al mar.

### **5.2.1.2 TRATAMIENTO SECUNDARIO**

Entre las operaciones que se utilizan en el tratamiento secundario de las aguas contaminadas están:

- Proceso de lodos activado
- Aireación u oxidación total
- Filtración por goteo
- Tratamiento anaeróbico. (Grupo Agbar, 1999)

El tratamiento secundario de aguas servidas es un proceso biológico que utiliza bacterias aerobias como un primer paso para remover hasta cerca del 90 % de los desechos biodegradables que requieren oxígeno. Después de la sedimentación, el agua pasa a un tanque de aireación en donde se lleva a cabo el proceso de degradación de la materia orgánica y posteriormente pasa a un

segundo tanque de sedimentación, de ahí al tanque de desinfección por cloro y después se descarga para su reutilización.

El tratamiento secundario más común es el de los lodos activados. Las aguas residuales que provienen del tratamiento primario pasan a un tanque de aireación en donde se hace burbujear aire o en algunos casos oxígeno, desde el fondo del tanque para favorecer el rápido crecimiento de las bacterias y otros microorganismos. Las bacterias utilizan el oxígeno para descomponer los desechos orgánicos de estas aguas. Los sólidos en suspensión y las bacterias forman una especie de lodo conocido como lodo activado, el cual se deja sedimentar y luego es llevado a un tanque digestor aeróbico para que sea degradado.

Finalmente el lodo activado es utilizado como fertilizante en los campos de cultivo, incinerado o llevado a un relleno sanitario.

Otras plantas de tratamiento de aguas utilizan un dispositivo llamado filtro percolador en lugar del proceso de lodos activados.

En este método, las aguas a tratar a las que les han sido eliminados los sólidos grandes, son rociadas sobre un lecho de piedras de aproximadamente 1.80 metros de profundidad. A medida que el agua se filtra entre las piedras entra en contacto con las bacterias que descomponen a los contaminantes orgánicos. A su vez, las bacterias son consumidas por otros organismos presentes en el filtro.

Del tanque de aireación o del filtro percolador se hace pasar el agua a otro tanque para que sedimenten los lodos activados. El lodo sedimentado en este tanque se pasa de nuevo al tanque de aireación mezclándolo con las aguas negras que se están recibiendo o se separa, se trata y luego se tira o se entierra.

Una planta de tratamiento de aguas produce grandes cantidades de lodos que se necesitan eliminar como desechos sólidos. El proceso de eliminación de sólidos

de las aguas tratadas no consiste en quitarlos y desecharlos, sino que se requiere tratarlos antes de su eliminación.

Como los tratamientos primario y secundario de aguas no eliminan a los nitratos ni a los fosfatos, éstos contribuyen a acelerar el proceso de eutroficación de los lagos, de las corrientes fluviales de movimiento lento y de las aguas costeras. Los productos químicos persistentes como los plaguicidas, ni los radioisótopos de vida media alta, son eliminados por estos dos tratamientos.

Entre el tratamiento primario y secundario de las aguas eliminan cerca del 90 % de los sólidos en suspensión y cerca del 90 % de la materia orgánica (90 % de la demanda bioquímica de oxígeno).

### **5.2.1.3 TRATAMIENTO TERCIARIO**

Entre las operaciones que se utilizan en el tratamiento terciario de aguas contaminadas están:

- Microfiltración
- Adsorción por carbón activado
- Intercambio iónico
- Osmosis inversa
- Electrodialisis
- Remoción de nutrientes
- Cloración
- Ozonización. (Grupo Agbar, 1999)

A cualquier tratamiento de las aguas que se realiza después de la etapa secundaria se le llama tratamiento terciario y en éste, se busca eliminar los contaminantes orgánicos, los nutrientes como los iones fosfato y nitrato o cualquier exceso de sales minerales. En el tratamiento terciario de aguas servias de desecho se pretende que sea lo más pura posible antes de ser descargadas al

medio ambiente. Dentro del tratamiento de las aguas de desecho para la eliminarles los nutrientes están la precipitación, la sedimentación y la filtración.

## **5.2.2 TECNOLOGÍA DE TRATAMIENTO**

En la elección de las tecnologías de regeneración (tratamiento avanzado) para agua residual suelen preferirse aquellas que no emplean mucha energía. Esto se justifica por el hecho de que el agua residual suele emplearse para riego u otros usos relativamente poco “nobles”.

### **5.2.2.1 TECNOLOGÍAS DE MEMBRANA**

Las tecnologías de membrana para desalinización se suelen emplear en islas en las que no hay otro recurso o en zonas costeras donde los recursos existentes ya están sobreexplotados. También en algunos casos cuando no se conceden permisos de explotación para determinados usos suntuarios o en campos de golf o en explotaciones agrícolas en las que el cultivo permite la inversión y mantenimiento en estas plantas. En este sentido, se están instalando en muchas áreas con aguas salobres numerosas mini-instalaciones de desalinización, creando un problema grave de eliminación de las salmueras y de demanda de electricidad. En el caso de que se empleen estos procesos la reutilización posterior podría considerarse absolutamente obligatoria desde el punto de vista de la sostenibilidad. (<http://tierra.rediris.es/hidrored/ebooks>)

Las tecnologías de membrana para regeneración de aguas residuales se emplean únicamente en aquellos casos en que el uso del agua regenerada justifica el precio final, o bien en aquellos casos en que debido al elevado contenido en sales del agua residual, las tecnologías de membrana cumplen diversos cometidos; la regeneración eliminando diversos compuestos y prácticamente todos los microorganismos, y al mismo tiempo la desalinización del efluente. También en aquellos casos en que el agua regenerada se empleará como agua de bebida, la osmosis inversa será la tecnología de elección (campos de refugiados, naves espaciales, abastecimientos de emergencia).

También puede justificarse la elección en recarga de acuíferos con agua regenerada. Debemos recordar, no obstante, que para poder aplicar la osmosis inversa de manera adecuada, se requiere un buen pre tratamiento, que puede ser también una ultrafiltración o similar.

Las tecnologías de membrana (Deocón, 2002) que se pueden emplear son la microfiltración, ultrafiltración, nanofiltración, ósmosis inversa, electrodiálisis reversible y electrodesionización.

### **5.2.2.2 MICROFILTRACIÓN**

Elimina los sólidos en suspensión de tamaño superior a 0,1 – 1,0 m. Es efectiva eliminando los patógenos de gran tamaño como Giardia y Cryptosporidium.

Se suele emplear la ultrafiltración cuando la concentración de STD no es problemática, ya que los poros de la membrana son comparativamente grandes para filtrar partículas muy pequeñas. Más usualmente se emplea como pretratamiento de sistemas con las membranas más delicadas, como la osmosis inversa o la nanofiltración.

### **5.2.2.3 ULTRAFILTRACIÓN**

Puede emplearse para eliminar esencialmente todas las partículas coloidales y alguno de los contaminantes disueltos más grandes (0,01 m). Se utiliza la UF cuando deben eliminarse prácticamente todas las partículas coloidales (incluyendo la mayor parte de microorganismos patógenos). (<http://tierra.rediris.es/hidrored/ebooks>)

Estos sistemas, capaces de eliminar bacterias y virus se suelen utilizar como pretratamiento para sistemas de nanofiltración, hiperfiltración u osmosis inversa. Puesto que los coloides se eliminan, el agua tratada debe tener una turbidez prácticamente nula.

#### **5.2.2.4 NANOFILTRACIÓN**

Elimina los contaminantes de tamaño superior al nanómetro (0,001m). Las membranas de NF se emplean cuando se requiere eliminar prácticamente, aunque no todos, los sólidos disueltos. La tecnología se llama también ablandamiento por membrana, ya que se eliminan del agua los iones de la dureza que tienen 2 cargas (calcio y magnesio) mejor que los que solo tienen una (sodio, potasio, cloro).

#### **5.2.2.5 OSMOSIS INVERSA**

Es una tecnología de membrana en la cual el solvente (agua) es transferido a través de una membrana densa diseñada para retener sales y solutos de bajo peso molecular. La OI elimina prácticamente todas las sales y los solutos de bajo peso molecular. Se considera una eliminación prácticamente total de las sales disueltas y total de los sólidos en suspensión. Debido a esto, las membranas de OI son la elección cuando se necesita agua muy pura o de bebida, especialmente si la fuente es agua salobre o agua de mar. (<http://tierra.rediris.es/hidrored/ebooks>)

#### **5.2.2.6 ELECTRODIÁLISIS REVERSIBLE**

La EDR separa las moléculas o iones en un campo eléctrico debido a la diferencia de carga y de velocidad de transporte a través de la membrana. Las membranas tienen lugares cargados y poros bastante estrechos (1-2 nm). En la célula de electrodiálisis se sitúa un cierto número de membranas de intercambio catiónico y aniónico entre un ánodo y un cátodo de forma que cuando se aplica la corriente eléctrica los iones con carga positiva migran a través de la membrana de intercambio catiónico y viceversa.

### **5.2.2.7 ELECTRODESIONIZACIÓN**

La EDI emplea corriente eléctrica continua como fuente de energía para la desalinización.

Los iones en solución son atraídos hacia los electrodos con carga eléctrica opuesta. Dividiendo los espacios entre electrodos mediante membranas selectivas para cationes y aniones, lo que crea compartimentos, las sales pueden ser eliminadas de la mitad de los compartimentos y concentradas en los restantes.

Una de las principales diferencias entre la EDR y la EDI es el contenido de los compartimentos de desalinización. Los de la EDI se rellenan con resinas de intercambio iónico de lecho mezclado.

### **5.2.2.8 TECNOLOGÍAS DE FILTRACIÓN PARA TRATAMIENTO AVANZADO DE AGUAS RESIDUALES**

Aparte de los sistemas naturales que ejercen una acción de filtrado (IP y Wetlands) se pueden emplear en los procesos de regeneración los filtros clásicos de arena (solos o asociados a procesos físico-químicos; monocapa o multicapa) o bien diversos procesos innovadores de filtración, entre los que se destaca los filtros de anillas. (Deocón, 2002)

#### **5.2.2.8.1 FILTROS DE ANILLAS**

En este proceso, la filtración tiene lugar usando anillas planas de material plástico provistas de ranuras. Dichas anillas están colocadas una sobre otra y comprimidas, formando el elemento filtrante. Los cruces entre las ranuras de cada par de discos adyacentes forman pasos de agua, cuyo tamaño varía según las anillas utilizadas y la situación relativa de los discos. (Deocón, 2002)

#### **5.2.2.8.2 TECNOLOGÍAS INTENSIVAS DE REGENERACIÓN**

Si no incluimos aquí los sistemas de membrana ni la filtración, el espectro es muy reducido; y podemos mencionar únicamente los bioreactores a membrana (BRM) y ocasionalmente los SBR (sequencing batch reactors: reactores secuenciales discontinuos) y los biodiscos (RBC: rotating biological contactor).

#### **5.2.2.8.3 REACTORES SECUENCIALES DISCONTINUOS**

Se trata de un desarrollo de los lodos activados en el cual las funciones de aireación, sedimentación y decantación se llevan a cabo en el mismo reactor. Normalmente se emplea un mínimo de dos tanques de reacción para poder garantizar un tratamiento del agua en continuo. Ocupan muy poca superficie y tienen unos costes muy competitivos, generando un efluente de buena calidad fácilmente tratable para regeneración.

#### **5.2.2.8.4 BIODISCOS**

Los biodiscos son reactores de biomasa fija, y consisten en discos montados sobre un eje rotatorio. Mediante esta rotación, el conjunto de discos situados en paralelo está expuesto alternativamente al aire y al agua a depurar. Los microorganismos fijados descomponen la materia orgánica empleando procesos aerobios. (Deocón, 2002)

El proceso es fiable y barato en cuanto a la energía empleada, y especialmente en pequeñas instalaciones bien dimensionadas el efluente es de muy buena calidad por lo que suele bastar una desinfección para la reutilización posterior.

#### **5.2.2.8.5 BIOREACTORES DE MEMBRANA**

Esta tecnología se basa en situar una membrana en el interior de un sistema de aireación (tratamiento por lodos activados). La membrana no permite el

paso de los biosólidos que quedan en el reactor y se obtiene un efluente de buena calidad, fácilmente desinfectable. (Deocón, 2002)

También se emplean membranas externas al reactor. En ambos casos se puede describir una eliminación de los patógenos de mayor tamaño (por ejemplo, Giardia y Cryptosporidium).

#### **5.2.2.8.6 SISTEMAS FÍSICO-QUÍMICOS**

Se trata básicamente de sistemas en los que mediante un reactivo se procede a la coagulación-floculación, seguida habitualmente de una filtración por arena u otro sistema. Los reactivos empleados suelen ser coagulantes inorgánicos (sales de hierro o aluminio) o bien polímeros orgánicos (polielectrolitos) y a veces se combinan. (Deocón, 2002)

Tienen una cierta acción desinfectante, ya que las bacterias y virus fijados a los sólidos en suspensión son eliminados con éstos.

#### **5.2.2.8.7 TECNOLOGÍAS EXTENSIVAS DE REGENERACIÓN**

La Infiltración-Percolación (IP) es un sistema de tratamiento avanzado, natural, extensivo y basado en el uso de arena.

Se trata de un filtro secuencial, aerobio y con biopelícula. Se emplea arena fina (entre 0,1 y 2 mm) y es importante que esta arena sea uniforme. Se infiltra efluente primario o secundario a través de un espesor de material como el definido de forma secuencial y programada. Es importante que el lecho no quede saturado para permitir el intercambio de gases; para ello sólo se puede aplicar una carga máxima calculada en función de la DQO y del contenido en NTK. Es un proceso muy fiable si se le da un mantenimiento adecuado. Puede incluso llegar a cumplir las especificaciones para generar agua con la que se puede regar sin restricciones. (Deocón, 2002)

### **5.3 BIODIGESTOR**

Es una unidad para el tratamiento séptico de las aguas residuales, cuyo diseño incluye un proceso de retención de materia suspendida y degradación séptica de la misma, así como un proceso biológico anaerobio en medio fijo (biofiltro anaerobio); el efluente es infiltrado en el terreno inmediato donde termina su tratamiento. (López Pérez, 2009)

#### **5.3.1 CARACTERÍSTICAS**

Color: Negro

Material: Polietileno

Incluye:

- Tapa “clic” de 18”
- Filtro biológico
- Válvula esférica PVC 2”
- Tapón 2” para registro de limpieza
- Adaptador 2” para desagüe de efluentes
- Neplos, tuberías y empaquetaduras internas (Guía de instalación y mantenimiento, 2010)

#### **5.3.2 PARTES DEL BIODIGESTOR**

Está compuesto por las siguientes partes:

1. Entrada de Agua.
2. Filtro y aros de pet.
3. Salida de agua tratada.

4. Válvula para extracción de lodos.
5. Acceso para limpieza o desobstrucción.
6. Tapa hermética. (Guía de instalación y mantenimiento, 2010)



**Gráfico N° 2:** Partes del biodigestor

**Fuente:** <http://www.imbmobusa.com>

### 5.3.3 BENEFICIOS DEL BIODIGESTOR

Entre los principales beneficios del biodigestor están:

- Auto limpiable no requiere de bombas ni medios mecánicos para la extracción de lodos.
- Sistema netamente hidráulico.
- Prefabricado. Integridad estructural. No se agrieta ni fisura
- Fácil instalación. Ligero. Resistente.
- No genera olores.
- Larga vida útil: 35 años.
- Mayor eficiencia en la remoción de constituyentes de las aguas residuales en comparación con sistema tradicional. (Guía de instalación y mantenimiento, 2010)

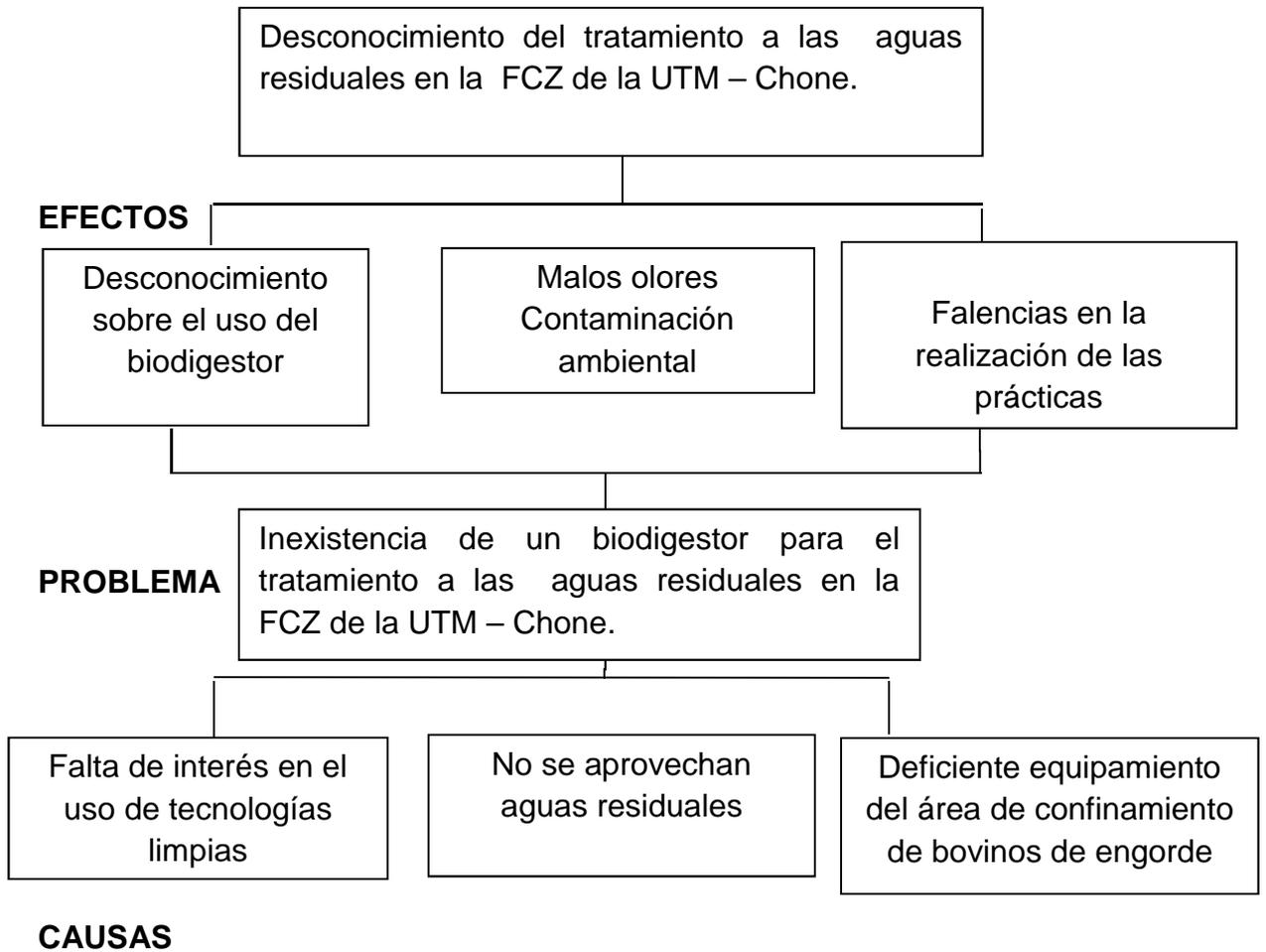
## **6. BENEFICIARIOS**

Mediante la implementación de un biodigestor para el tratamiento de aguas residuales en el área de confinamiento de bovinos de engorde en la Facultad de Ciencias Zootécnicas de la Universidad Técnica de Manabí (Extensión Chone) los estudiantes ejecutores de la investigación se beneficiaron porque pudieron poner en práctica sus conocimientos. Técnicos del área de producción animal.

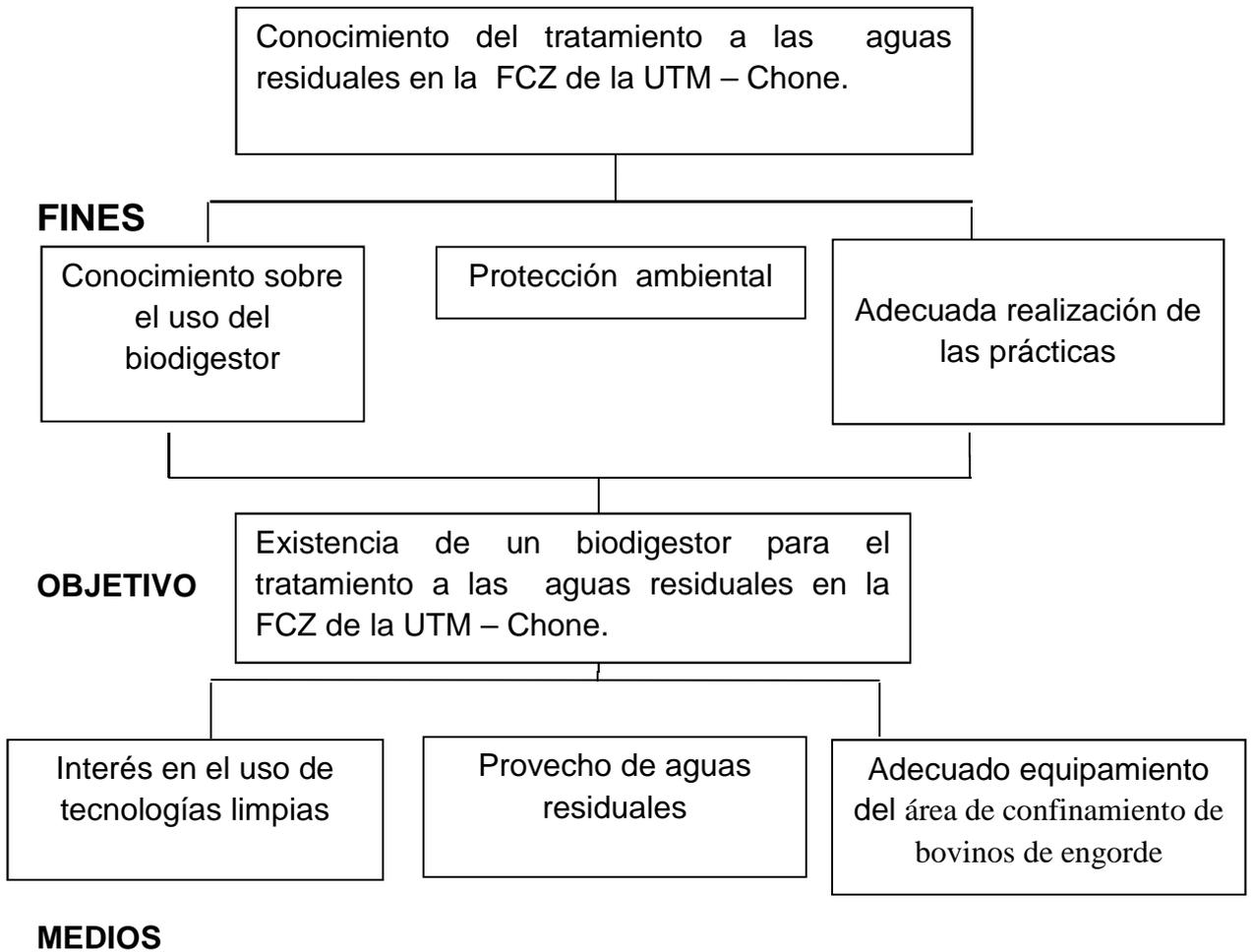
De forma indirecta se beneficiaron a los docentes y estudiantes de todas las carreras quienes podrán utilizar biodigestor para el tratamiento de aguas residuales que quedará disponible en los predios de la universidad, además se beneficiará a la comunidad en general porque mediante el tratamiento de las aguas residuales se busca disipar malos olores.

## 7. METODOLOGÍA

### ÁRBOL DE PROBLEMAS



## ARBOL DE OBJETIVOS



## MATRÍZ DE INVOLUCRADOS

GRUPOS	PROBLEMAS	INTERESES	MATERIALES Y RECURSOS
ESTUDIANTES	Falencias en la realización de prácticas Ausencia de recursos materiales	Mejorar conocimientos teóricos y prácticos Contar con conocimientos suficientes para ingresar al mercado laboral	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Material bibliográfico</li> <li>• Pasantías</li> </ul>
PROFESORES	Falta de materiales para el desarrollo de clases prácticas Poca colaboración institucional Tiempo limitado para la ejecución de trabajos prácticos	Lograr que los estudiantes se desempeñen de forma óptima como futuro profesionales. Dotar a la universidad del equipamiento suficiente que permita a los estudiantes realizar sus prácticas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Información acumulada en la planta.</li> <li>○ Material bibliográfico.</li> </ul>
AUTORES DE LA TESIS	Tiempo limitado Problemas externos	Culminar el proceso de titulación Entregar a la universidad un biodigestor para el tratamiento de aguas residuales en el área de confinamiento de bovinos de engorde de la FCZ de la UTM.	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Informe final del trabajo comunitario</li> </ul>

## MATRIZ DE MARCO LÓGICO

Elementos	Indicadores	Fuente verificación	Supuestos
<p><b>Fin</b></p> <p>Mitigar el impacto ambiental generados por las áreas de producción de la FCZ de la UTM.</p>	<p>Hasta abril del 2013 el área de confinamiento de bovinos de engorde de la FCZ de la UTM contará con un biodigestor para el tratamiento de aguas residuales</p>	<p>Instalación de un biodigestor para el tratamiento de aguas residuales</p>	<p>Estudiantes de la FCZ de la UTM utilizando el biodigestor para el tratamiento de aguas residuales</p>
<p><b>Propósito</b></p> <p>Implementar un biodigestor para el tratamiento de aguas residuales en el área de confinamiento de bovinos de engorde de la FCZ de la UTM.</p>	<p>Hasta abril 2015 los estudiantes un 100% contarán con equipamiento para fortalecer sus conocimientos prácticos.</p>	<p>Fotografías Informes</p>	<p>Alta capacitación práctica de los estudiantes</p>
<p><b>Productos</b></p> <p>1. Identificar el funcionamiento, mantenimiento y la utilidad del biodigestor para el tratamiento de aguas residuales en el área de confinamiento de bovinos de engorde en la FCZ de la UTM.</p> <p>2. Aprovechar las aguas residuales que se producen en el área de confinamiento de bovinos de engorde en la FCZ de la UTM.</p> <p>3. Brindar capacitación sobre el uso y características del biodigestor para el tratamiento de aguas residuales en el área de confinamiento de bovinos de engorde en la FCZ de la UTM.</p>	<p>Hasta Abril del 2015 en un 100% los estudiantes conocerán el funcionamiento, mantenimiento y la utilidad del biodigestor para el tratamiento de aguas residuales</p> <p>Hasta Abril del 2015 en un 100% los estudiantes contarán con conocimientos para aprovechar aguas residuales</p> <p>Hasta Abril del 2014 en un 100% de los estudiantes serán capacitados sobre el uso y características del biodigestor para el tratamiento de aguas residuales</p>	<p>Existencia del biodigestor</p> <p>Tratamiento de aguas residuales</p> <p>Capacitación</p>	<p>Conocimientos prácticos de los estudiantes</p> <p>Uso de tecnologías limpias</p> <p>Talleres</p>

<b>Actividades</b>			
- Compra de Tuberías, bomba, acoples, arena, ripio y ladrillos	414 USD	Facturas	Adquisición de los materiales
- Compra de Tanque de biodigestor	1500 USD	Facturas	Adquisición de los materiales
- Construcción	300 USD	Mano de obra	Desarrollo de todos los trabajos de acondicionamiento
- Capacitaciones	100 USD	Talleres a estudiantes	Altos conocimientos sobre el manejo del biodigestor en el área de confinamiento de bovinos de engorde de la FCZ de la UTM.

### Planificación de capacitaciones

Capacitación	Responsables	Recursos
Aguas residuales Tratamiento Proceso de tratamiento Tipos Características Tecnologías de tratamiento	Miembros de grupo	Copias Hojas de asistencia
Biodigestor Características Partes Beneficios	Miembros de grupo	Manual de biodigestor Copias Hojas de asistencia

## **8. RECURSOS**

Para alcanzar los objetivos del proyecto fue necesario utilizar recursos de alta calidad.

### **Humanos**

- Estudiantes de la carrera de Ingeniería Zootécnica e Ingeniería en Industrias Agropecuarias
- Docentes de la carrera de Ingeniería Zootécnica e Ingeniería en Industrias Agropecuarias
- Facultad de Ingeniería Zootécnica e Ingeniería en Industrias Agropecuarias

### **Materiales**

- Papelería
- Tanque de Biodigestor
- Tubería
- Acoples
- Cemento
- Ladrillo
- Ripio
- Arena
- Cheque
- Bombo
- Materiales de construcción
- Mano de obra

### **Financieros**

- 2450 USD

### **Técnicos**

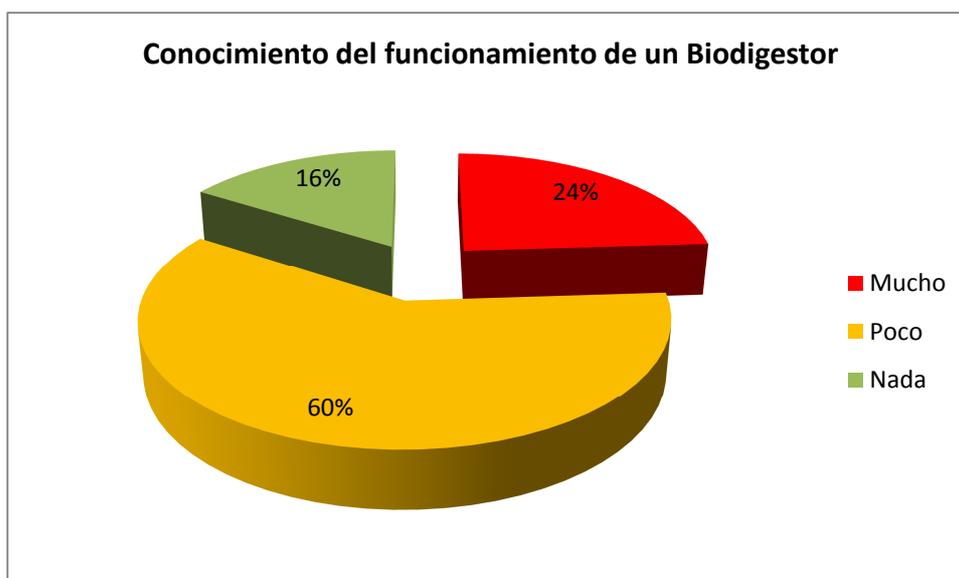
- Computadora
- Impresora
- Internet

## 9. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA.

### 9.1 ENCUESTA DIRIGIDA A ESTUDIANTES

Cuadro # 1: ¿Conoce el funcionamiento de un biodigestor para el tratamiento de las aguas residuales?

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Mucho	12	24%
Poco	30	60%
Nada	8	16%
TOTAL	50	100%



**Fuente:** Estudiantes de Ingeniería Zootécnica e Ingeniería en Industrias Agropecuarias

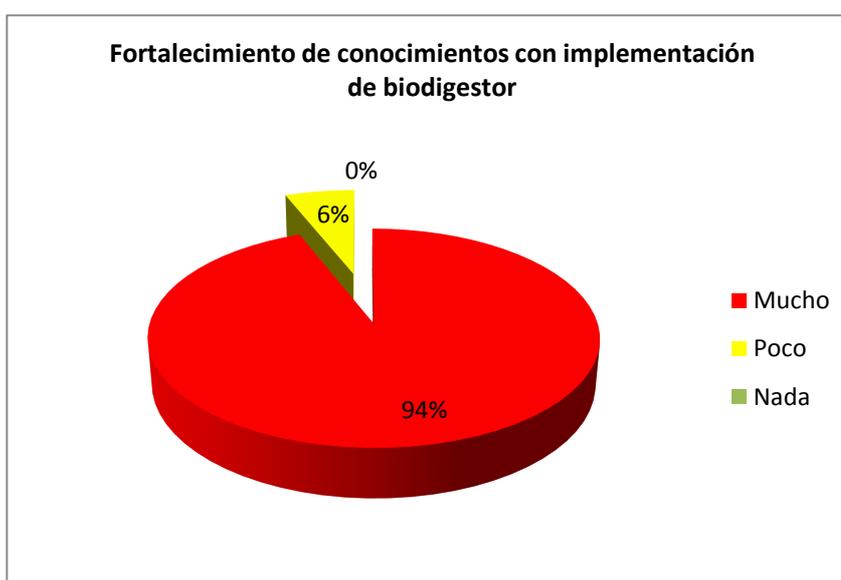
**Elaborado por:** Investigadores

#### **Análisis e interpretación de resultados:**

De los cincuenta estudiantes encuestados de Ingeniería Zootécnica e Ingeniería en Industrias Agropecuarias el 60% respondió que poco, el 24% sostuvo que mucho y el 16% manifestó que nada, lo que indica que en su mayoría la población encuestada posee pocos conocimientos sobre el funcionamiento de un biodigestor.

Cuadro # 2: ¿La implementación de un biodigestor para el tratamiento de las aguas residuales fortalecerá los conocimientos teóricos de los estudiantes?

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Mucho	47	94%
Poco	3	6%
Nada	0	0%
TOTAL	50	100%



**Fuente:** Estudiantes de Ingeniería Zootécnica e Ingeniería en Industrias Agropecuarias

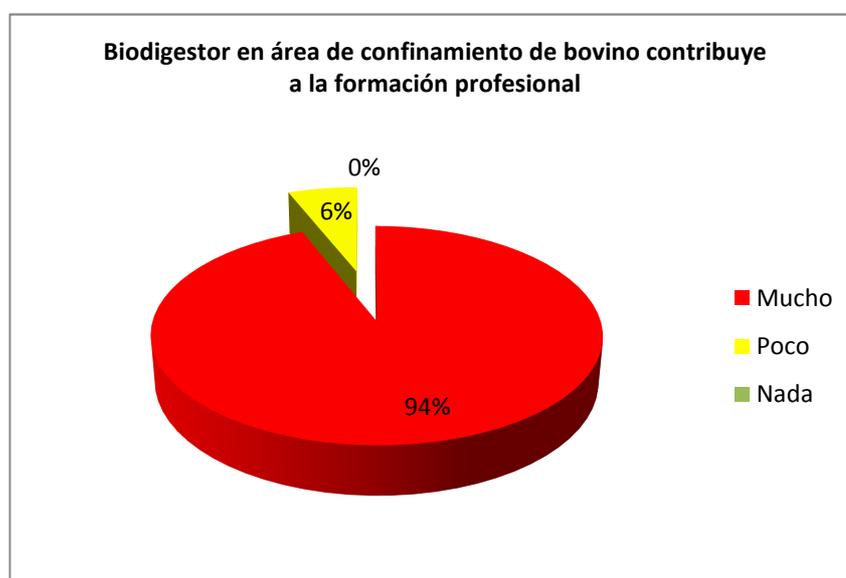
**Elaborado por:** Investigadores

### **Análisis e interpretación de resultados:**

De los cincuenta estudiantes encuestados de Ingeniería Zootécnica e Ingeniería en Industrias Agropecuarias el 94% respondió que mucho, el 6% sostuvo que poco, en su mayoría la población encuestada está de acuerdo que la implementación de un biodigestor para el tratamiento de las aguas residuales fortalecerá los conocimientos teóricos.

Cuadro # 3: ¿La implementación de un biodigestor para el tratamiento de las aguas residuales en el área de confinamiento de bovinos de engorde contribuirá a mejorar la formación profesional de los estudiantes?

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Mucho	47	94%
Poco	3	6%
Nada	0	0%
TOTAL	50	100%



**Fuente:** Estudiantes de Ingeniería Zootécnica e Ingeniería en Industrias Agropecuarias

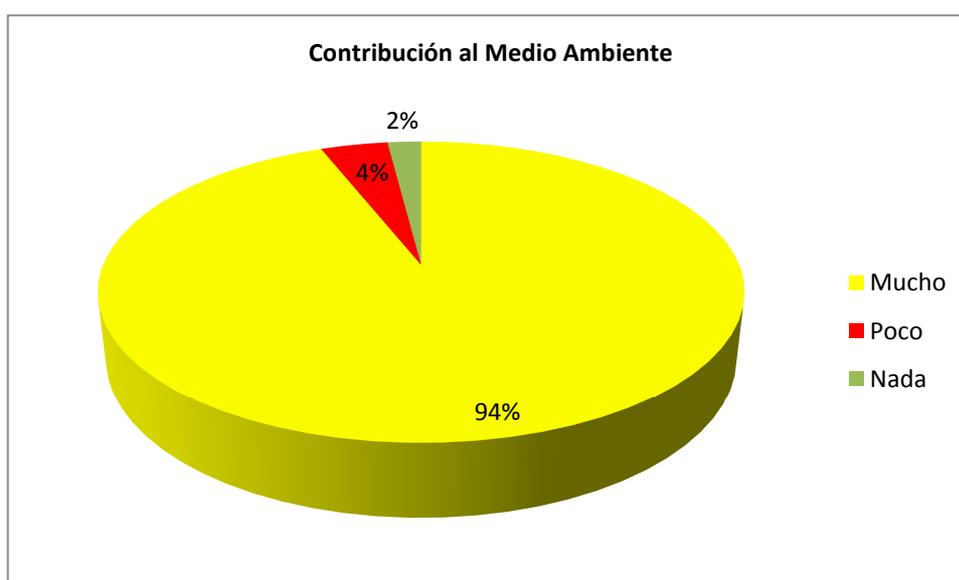
**Elaborado por:** Investigadores

### **Análisis e interpretación de resultados:**

De los cincuenta estudiantes encuestados de Ingeniería Zootécnica e Ingeniería en Industrias Agropecuarias el 94% manifestó que mucho, el 6% aseguró que poco. La mayoría de los encuestados coinciden que la implementación de un biodigestor para el tratamiento de las aguas residuales en el área de confinamiento de bovinos de engorde contribuirá en mucho a mejorar la formación profesional.

Cuadro # 4: ¿El biodigestor para el tratamiento de las aguas residuales contribuirá al cuidado del medio ambiente?

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Mucho	47	94%
Poco	2	4%
Nada	1	2%
TOTAL	50	100%



**Fuente:** Estudiantes de Ingeniería Zootécnica e Ingeniería en Industrias Agropecuarias

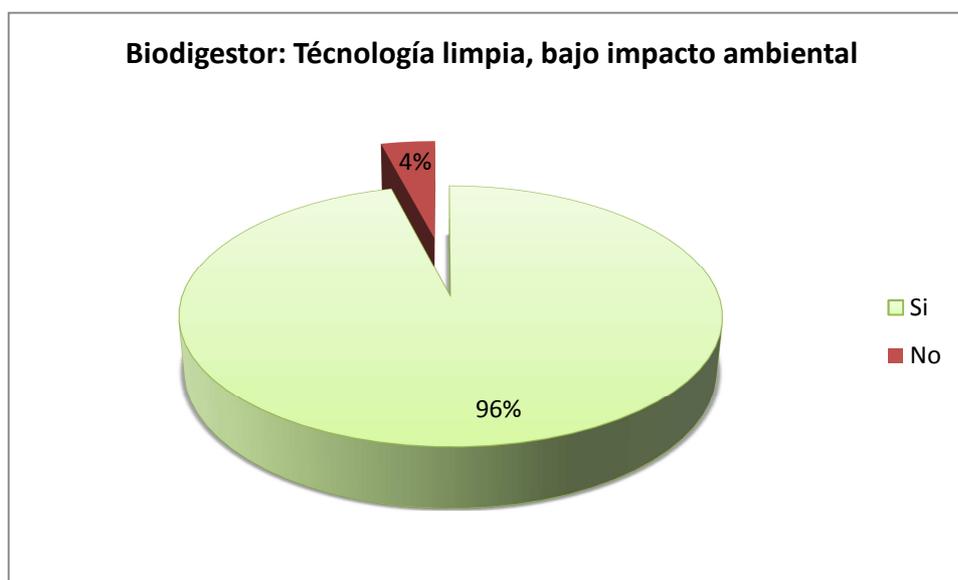
**Elaborado por:** Investigadores

### **Análisis e interpretación de resultados:**

De los cincuenta estudiantes encuestados de Ingeniería Zootécnica e Ingeniería en Industrias Agropecuarias el 94% respondió que mucho, el 4% sostuvo que poco, el 2% aseguró que nada. Los encuestados manifiestan que el biodigestor para el tratamiento de las aguas residuales contribuirá al cuidado del medio ambiente

Cuadro # 5: ¿Puede considerarse al biodigestor para el tratamiento de las aguas residuales como una tecnología limpia y de bajo impacto ambiental?

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Si	48	96%
No	2	4%
TOTAL	50	100%



**Fuente:** Estudiantes de Ingeniería Zootécnica e Ingeniería en Industrias Agropecuarias

**Elaborado por:** Investigadores

### **Análisis e interpretación de resultados:**

De los cincuenta estudiantes encuestados de Ingeniería Zootécnica e Ingeniería en Industrias Agropecuarias el 96% respondió que si puede considerarse al biodigestor para el tratamiento de las aguas residuales como una tecnología limpia y de bajo impacto ambiental, el 4% manifestó que no. A criterio de los encuestados el biodigestor para el tratamiento de las aguas residuales es una tecnología limpia y de bajo impacto ambiental

Cuadro # 6: ¿La universidad cuenta con espacios suficientes para la instalación de equipos y realización de prácticas de los estudiantes?

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Si	50	100%
No	0	0%
TOTAL	50	100%



**Fuente:** Estudiantes de Ingeniería Zootécnica e Ingeniería en Industrias Agropecuarias

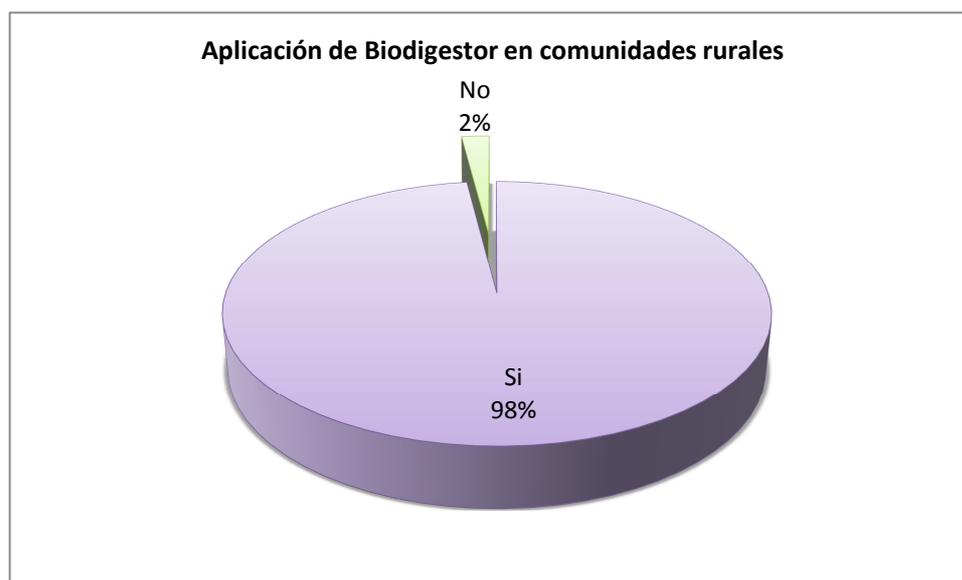
**Elaborado por:** Investigadores

### **Análisis e interpretación de resultados:**

De los cincuenta estudiantes encuestados de Ingeniería Zootécnica e Ingeniería en Industrias Agropecuarias el 100% respondió que sí. La totalidad de los encuestados manifiestan QUE La universidad cuenta con espacios suficientes para la instalación de equipos y realización de prácticas de los estudiantes

Cuadro # 7: ¿El biodigestor para el tratamiento de las aguas residuales puede ser aplicado en comunidades rurales con fines de riego?

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Si	49	98%
No	1	2%
TOTAL	50	100%



**Fuente:** Estudiantes de Ingeniería Zootécnica e Ingeniería en Industrias Agropecuarias

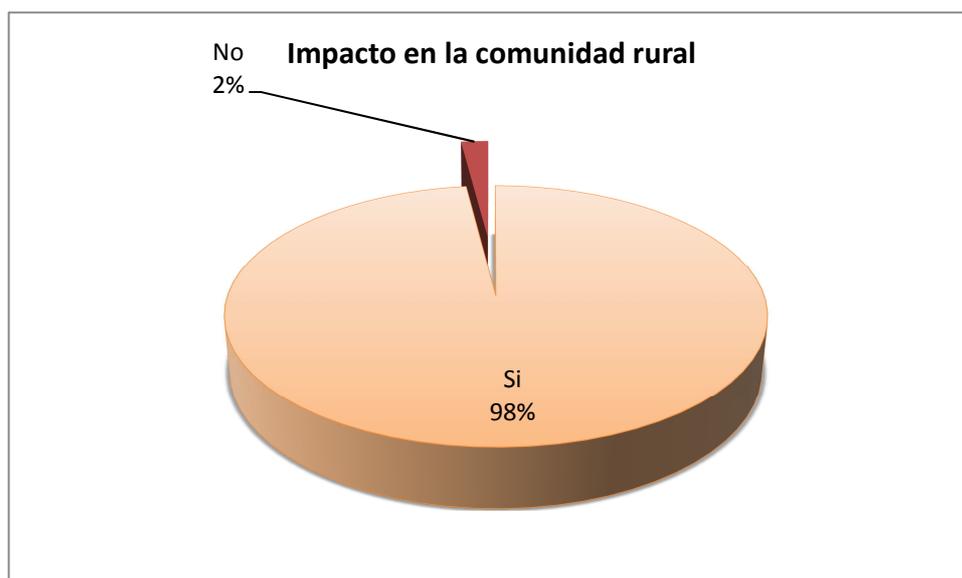
**Elaborado por:** Investigadores

### **Análisis e interpretación de resultados:**

De los cincuenta estudiantes encuestados de Ingeniería Zootécnica e Ingeniería en Industrias Agropecuarias el 98% respondió que el 2% sostuvo que no. Los encuestados en su gran mayoría coinciden que el biodigestor para el tratamiento de las aguas residuales puede ser aplicado en comunidades rurales con fines de riego

Cuadro # 8: El uso del biodigestor para el tratamiento de las aguas residuales aplicado en comunidades rurales tendrá un impacto positivo al medio ambiente

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Si	49	98%
No	1	2%
TOTAL	50	100%



**Fuente:** Estudiantes de Ingeniería Zootécnica e Ingeniería en Industrias Agropecuarias

**Elaborado por:** Investigadores

### **Análisis e interpretación de resultados:**

De los cincuenta estudiantes encuestados de Ingeniería Zootécnica e Ingeniería en Industrias Agropecuarias el 98% respondió que sí, el 2% que no. La mayoría de los encuestados consideran que el uso del biodigestor para el tratamiento de las aguas residuales aplicado en comunidades rurales tendrá un impacto positivo al medio ambiente

## 9.2 ENTREVISTA

### Entrevista realizada Ing. Braulio Loor Gorozabel

1. ¿Es recomendable el uso del biodigestor para el tratamiento de las aguas residuales?

Sí, su uso es recomendable porque su montaje y mantenimiento es sencillo

2. ¿Qué beneficios ofrece la implementación de un biodigestor para el tratamiento de las para los conocimientos teóricos de los estudiantes?

Permite que los estudiantes cuenten con un equipo en el que puedan realizar sus prácticas

3. ¿La implementación de un biodigestor para el tratamiento de las aguas residuales en el área de confinamiento de bovinos de engorde contribuirá a mejorar la formación profesional de los estudiantes?

Sí, gracias a este tipo de equipos los estudiantes pueden acceder a conocimientos técnicos completos que favorecen su formación profesional.

4. ¿El uso del biodigestor para el tratamiento de las aguas residuales contribuye al cuidado del medio ambiente?

Sí, es una tecnología altamente limpia

5. ¿Puede considerarse al biodigestor para el tratamiento de las aguas residuales como una tecnología limpia y de bajo impacto ambiental?

Sí, el nivel de contaminación es mínimo.

6. Es posible replicar el uso del biodigestor para el tratamiento de las aguas residuales en comunidades rurales

Claro, precisamente es en estos entornos donde se recomienda su uso

## **10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **10.1 CONCLUSIONES**

- El funcionamiento y mantenimiento del biodigestor para el tratamiento de aguas residuales es muy sencillo, por lo que será de importante utilidad en el área de confinamiento de bovinos de engorde en la Facultad de Ciencias Zootécnicas de la Universidad Técnica de Manabí.
- El biodigestor es una tecnología limpia, de bajo costo que favorece el cuidado del medio ambiente, permite aprovechar las aguas residuales que se producen en el área de confinamiento de bovinos de engorde de la Facultad de Ciencias Zootécnicas de la Universidad Técnica de Manabí.
- El biodigestor para el tratamiento de aguas residuales en el área de confinamiento de bovinos de engorde en la Facultad de Ciencias Zootécnicas de la Universidad Técnica de Manabí, permite fortalecer los conocimientos teóricos y prácticos de los estudiantes.

### **10.2 RECOMENDACIONES**

- Brindar mantenimiento periódico al biodigestor para el tratamiento de aguas residuales en el área de confinamiento de bovinos de engorde en la Facultad de Ciencias Zootécnicas de la Universidad Técnica de Manabí.
- Fomentar entre los estudiantes de la Facultad de Ciencias Zootécnicas de la Universidad Técnica de Manabí el uso de tecnologías limpias orientadas al aprovechamiento de aguas residuales.
- Replicar el montaje del biodigestor para el tratamiento de aguas residuales en otras áreas de la Universidad Técnica de Manabí

## **11. SUSTENTABILIDAD Y SOSTENIBILIDAD**

El proyecto tiene un alto nivel de sustentabilidad; al implementar un biodigestor para el tratamiento de aguas residuales en el área de confinamiento de bovinos de engorde en la Facultad de Ciencias Zootécnicas de la Universidad Técnica de Manabí, este podrá ser utilizado por los estudiantes de las diferentes carreras quienes fortalecerán sus conocimientos prácticos y teóricos.

Adicionalmente es sostenible porque se constituirá en un bien de la universidad y por lo tanto se le dará el mantenimiento necesario y las mejoras para que tenga una vida útil prolongada.

# **PARTE REFERENCIAL**

## 1. PRESUPUESTO

Rubros	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Cemento	6 sacos	8.00	48.00
Ladrillos	1000	0.18	180.00
Arena	1 m	30.00	30.00
Ripio	1 m	30.00	30.00
Tanque de biodigestor	1	1500.00	1500.00
Tubos de 4 pulgadas	2	8.00	16.00
Acople de 2 pulgadas	2	3.00	6.00
Bombo de 1 pulgadas	1	85.00	85.00
Cheque de una 1 pulgada	1	4.00	4.00
Tubo de 1 pulgada	2	5.00	10.00
T de 4 pulgadas	1	3.00	3.00
Mano de obra			300.00
Capacitación			100.00
Transcripción del Informe final			10.00
Empastados	5	5.00	25.00
Imprevistos			100.00
<b>TOTAL</b>			<b>2450.00</b>

## 2. CRONOGRAMA

ACTIVIDADES	MESES							
	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MARZ	ABRIL	MAY
1. IMPLEMENTACION DEL BIODIGESTOR Y ENCUESTAS PARA LA MATRIZ DE INVOLUCRADOS	X							
2. ANALISIS DE LOS RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS Y ENTREVISTAS		X						
3. INSTALACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DEL BIODIGESTOR			X	X				
4. CAPACITACION SOBRE EL USO DEL BIODIGESTOR					X	X		
5. EVALUACIÓN DEL TRABAJO							X	
6. INFORME FINAL – TESIS								X

### 3. BIBLIOGRAFÍA

- DEOCÓN, M.; FOLCH, M., SALGOT, M. (2002). Innovative technologies in wastewater reclamation and reuse. Inpress.
- Folleto Energías Ecológicas. Tipos. (2003) Dirección Provincial de Economía y Planificación. Área Energética.
- Grupo AGBAR. (1999). Regeneración y reutilización de aguas residuales: doctrina del Centro de Estudios e Investigación del Medio Ambiente. Fundación Agbar
- Guía de instalación y mantenimiento, (2010) Biodigestor Rotoplas. Auto limpiable. Comercial Ginatta.
- HERNÁNDEZ, Carlos (1997) Biogás. Segundo Forum Nacional de Energía. Ciudad de la Habana
- <http://vidaverde.about.com/od/Energias-renovables/tp/Tipos-De-Biodigestores-Y-Sus-Disenos.htm>
- [http://www.frbb.utn.edu.ar/carreras/efluentes/tema\\_9.pdf](http://www.frbb.utn.edu.ar/carreras/efluentes/tema_9.pdf)
- LÓPEZ PÉREZ, Antonio Carlos. (2009) Valorización del estiércol de cerdo a través de la producción de biogás». Colombia: Asociación colombiana de porcicultores-fondo nacional de la porcicultura.
- Manual práctico de riego con agua residual municipal regenerada. (1990) Mujeriego, R. Ed. de la UPC
- RAMOS Castellano, Pedro (2001) El agua, un bien para todos. Conservación, recuperación y usos. Ed. Universidad Salamanca
- Red Iberoamericana de Potabilización y Depuración del Agua. Agua potable para comunidades rurales, reuso y tratamientos avanzados de aguas residuales domésticas
- SEOÁNEZ, Mariano y ANGULO, Irene. (2005) Ecología Industrial: Ingeniería Medioambiental aplicada a la Industria y a la Empresa. 1ª edición Grupo Mundi-Prensa. España.

#### 4. ANEXOS

##### Anexo 1. Elaboración de encuestas y entrevista



## Anexo 2. Evidencias del trabajo de campo





### Anexo 3. Modelo de instalación de Biodigestor



## Anexo 4 Capacitaciones





## Anexo 5. Formulario de Encuesta

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ**  
**FACULTAD DE CIENCIAS ZOOTÉCNICAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA ZOOTECNICA**  
**CARRERA DE INGENIERIA EN INDUSTRIAS AGROPECUARIAS**

**Objetivo:** Implementación de un biodigestor para el tratamiento de aguas residuales en el área de confinamiento de bovinos de engorde en la Facultad de Ciencias Zootécnicas de la Universidad Técnica de Manabí.

Encuesta dirigida a estudiantes

1: ¿Conoce el funcionamiento del biodigestor para el tratamiento de las aguas residuales?

Mucho

Poco

Nada

2: ¿La implementación de un biodigestor para el tratamiento de las aguas residuales fortalecerá los conocimientos teóricos de los estudiantes?

Mucho

Poco

Nada

3: ¿La implementación de un biodigestor para el tratamiento de las aguas residuales en el área de confinamiento de bovinos de engorde contribuirá a mejorar la formación profesional de los estudiantes?

Mucho

Poco

Nada

4: ¿ El biodigestor para el tratamiento de las aguas residuales contribuirá al cuidado del medio ambiente?

Mucho

Poco

Nada

5: ¿Puede considerarse al biodigestor para el tratamiento de las aguas residuales como una tecnología limpia y de bajo impacto ambiental?

Si

No

6: ¿La universidad cuenta con espacios suficientes para la instalación de equipos y realización de prácticas de los estudiantes?

Si

No

7: ¿El biodigestor para el tratamiento de las aguas residuales puede ser aplicado en comunidades rurales con fines de riego?

Si

No

8: El uso del biodigestor para el tratamiento de las aguas residuales aplicado en comunidades rurales tendrá un impacto positivo al medio ambiente:

Si

No

## Anexo 6. Formulario de Entrevista

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ**  
**FACULTAD DE CIENCIAS ZOOTÉCNICAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA ZOOTECNICA**  
**CARRERA DE INGENIERIA EN INDUSTRIAS AGROPECUARIAS**

**Objetivo:** Implementación de un biodigestor para el tratamiento de aguas residuales en el área de confinamiento de bovinos de engorde en la Facultad de Ciencias Zootécnicas de la Universidad Técnica de Manabí.

### Entrevista

1. ¿Es recomendable el uso del biodigestor para el tratamiento de las aguas residuales?
2. ¿Qué beneficios ofrece la implementación de un biodigestor para el tratamiento de las para los conocimientos teóricos de los estudiantes?
3. ¿La implementación de un biodigestor para el tratamiento de las aguas residuales en el área de confinamiento de bovinos de engorde contribuirá a mejorar la formación profesional de los estudiantes?
4. ¿El uso del biodigestor para el tratamiento de las aguas residuales contribuye al cuidado del medio ambiente?
5. ¿Puede considerarse al biodigestor para el tratamiento de las aguas residuales como una tecnología limpia y de bajo impacto ambiental?
6. Es posible replicar el uso del biodigestor para el tratamiento de las aguas residuales en comunidades rurales