



República del Ecuador

Ministerio del Ambiente

## MITIGACIÓN

### EVALUACIÓN DE NECESIDADES TECNOLÓGICAS PARA EL MANEJO Y TRATAMIENTO DE DESECHOS SÓLIDOS Y LIQUIDOS EN EL SECTOR GANADERO

Quito, Junio 2013

Con el apoyo de:



**Ministerio del Ambiente**

Calle Madrid 1159 y Andalucía  
Quito, Ecuador  
Teléfono: +593 2987600  
www.ambiente.gob.ec

**Proyecto coordinado por**

Ministerio del Ambiente

**Con el apoyo de**

PNUMA Risø Centre (URC)  
Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA)  
Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF)  
Fundación Bariloche  
Fundación Libélula

**Equipo nacional de coordinación**

Eduardo Noboa, Subsecretario de Cambio Climático  
Angel Valverde Gallardo, Coordinador del Proyecto  
Freddy Fuertes, Asistente técnico  
Janeth Mora, Asistente técnica

**Equipo consultor**

Daniela Almeida            Consultora Líder  
Raúl de la Torre            Consultor  
Juan José Montesinos    Consultor

**Utilice la siguiente referencia para citar este informe**

ENT/MAE/URC/GEF, (2012). Ecuador: Evaluación de Necesidades Tecnológicas para el Cambio Climático. Sector Ganadería. Quito, Ecuador.

---

Este documento es el resultado del Proyecto Evaluación de Necesidades Tecnológicas, financiado por el Global Environmental Facility (GEF) e implementado por United Nations Environmental Programme (UNEP) y el UNEP-Risoe Centre (URC), en colaboración con los Centros Regionales Fundación Bariloche y Libélula. El presente informe es el resultado de un proceso liderado por el país, y la visión e información contenida en el informe es resultado del trabajo del Grupo Nacional TNA, liderado por el Ministerio del Ambiente.

# TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE FIGURAS .....	viii
LISTA DE TABLAS .....	ix
<b>PARTE 1: EVALUACIÓN DE NECESIDADES TECNOLÓGICAS .....</b>	<b>2</b>
<b>RESUMEN EJECUTIVO .....</b>	<b>3</b>
<b>CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>8</b>
1.1. ANTECEDENTES DEL PROYECTO ENT .....	8
1.2. POLÍTICAS NACIONALES SOBRE MITIGACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO Y PRIORIDADES DE DESARROLLO .....	9
<b>CAPÍTULO 2: ARREGLOS INSTITUCIONALES .....</b>	<b>13</b>
2.1. EQUIPO NACIONAL ENT .....	14
2.2. PROCESO DE PARTICIPACIÓN DE LAS PARTES INTERESADAS EN EL PROYECTO ENT - EVALUACIÓN GENERAL.....	16
<b>CAPÍTULO 3: SELECCIÓN DEL SECTOR.....</b>	<b>18</b>
3.1. UNA VISIÓN GENERAL DE LOS SECTORES, EL CAMBIO CLIMÁTICO PROYECTADO, Y EL ESTADO DE LAS EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO Y LAS TENDENCIAS DE LOS DIFERENTES SECTORES .....	18
3.2. CRITERIOS Y RESULTADOS DE LA SELECCIÓN DE SECTORES.....	20
<b>CAPÍTULO 4: PORTAFOLIO Y PRIORIZACIÓN DE TECNOLOGÍAS .....</b>	<b>24</b>
4.1. EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO (GEI) Y TECNOLOGÍAS EXISTENTES EN EL SECTOR AGROPECUARIO .....	24
4.2. UNA VISIÓN GENERAL DE POSIBLES TECNOLOGÍAS DE MITIGACIÓN EN EL SECTOR GANADERO Y SUS BENEFICIOS PARA MITIGACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO.....	25
4.2.1. Procesos Bioquímicos.....	26
4.2.2. Procesos Físicos.....	28
4.2.3. Procesos Mecánicos .....	29
4.2.4. Procesos Alimenticios .....	30
4.3. CRITERIOS Y PROCESO DE PRIORIZACIÓN DE TECNOLOGÍAS .....	34
4.4. RESULTADOS DE LA PRIORIZACIÓN DE TECNOLOGÍAS.....	39
4.4.1. Resultado de la priorización de tecnologías para el manejo de ganado bovino de leche en Lloa y Quijos .....	41
4.4.2. Resultado de la priorización de tecnologías para el manejo de ganado bovino de carne en Chone, Pedernales y El Carmen .....	43

4.4.3.	Resultado de la priorización de tecnologías para el manejo de ganado porcino en Quijos y Santo Domingo .....	44
4.4.4.	Resultado de la priorización de tecnologías para el manejo de explotaciones avícolas en Santo Domingo .....	45
4.4.5.	Resumen de la priorización de tecnologías para el manejo de desechos del sector ganadero .....	46
4.5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	47
<b>PARTE 2: ANÁLISIS DE BARRERAS Y ENTORNO HABILITANTE.....</b>		<b>50</b>
<b>RESUMEN EJECUTIVO .....</b>		<b>51</b>
<b>CAPÍTULO 5: ANÁLISIS DE BARRERAS Y ENTORNO HABILITANTE PARA LAS TECNOLOGÍAS EN EL SECTOR GANADERO .....</b>		<b>57</b>
5.1.	MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS Y LÍQUIDOS DEL SECTOR GANADERO .....	57
5.2.	OBJETIVOS PRELIMINARES PARA LA TRANSFERENCIA.....	61
5.3.	ANÁLISIS DE BARRERAS Y ENTORNO HABILITANTE PARA LA TECNOLOGÍA DE DIGESTIÓN ANAERÓBICA A MEDIANA ESCALA .....	63
5.3.1.	Descripción de la tecnología de digestión anaeróbica a mediana escala .....	63
5.3.2.	Identificación de las barreras para la adopción de la tecnología de digestión anaeróbica a mediana escala .....	66
5.3.3.	Medidas para la habilitación del entorno para la adopción de la tecnología de digestión anaeróbica a mediana escala .....	73
5.4.	ANÁLISIS DE BARRERAS Y ENTORNO HABILITANTE PARA LA TECNOLOGÍA DE COMPOSTAJE .....	77
5.4.1.	Descripción de la tecnología de compostaje .....	77
5.4.2.	Identificación de las barreras para la adopción de la tecnología de compostaje .....	80
5.4.3.	Medidas para la habilitación del entorno para la adopción de tecnología de compostaje .....	91
5.5.	ANÁLISIS DE BARRERAS Y ENTORNO HABILITANTE PARA LA TECNOLOGÍA DE DIGESTIÓN ANAERÓBICA A PEQUEÑA ESCALA .....	98
5.5.1.	Descripción de la tecnología de digestión anaeróbica a pequeña escala.....	98
5.5.2.	Identificación de las barreras para la adopción de la tecnología de digestión anaeróbica a pequeña escala.....	100
5.6.	VÍNCULOS ENTRE LAS BARRERAS IDENTIFICADAS.....	101
5.7.	ENTORNO HABILITANTE PARA SUPERAR LAS BARRERAS EN EL MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS Y LÍQUIDOS DEL SECTOR GANADERO .....	103
<b>PARTE 3: PLAN DE ACCIÓN TECNOLÓGICO .....</b>		<b>106</b>
<b>RESUMEN EJECUTIVO .....</b>		<b>107</b>

<b>CAPÍTULO 6: PLAN DE ACCIÓN TECNOLÓGICO .....</b>	<b>113</b>
6.1. ACCIONES A NIVEL SECTORIAL PARA EL “MANEJO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS Y LÍQUIDOS DE LA PRODUCCIÓN GANADERA” .....	113
6.2. PLAN DE ACCIÓN PARA LA TECNOLOGÍA DE DIGESTIÓN ANAEROBIA A MEDIANA ESCALA.....	118
6.2.1. Descripción de la tecnología de digestión anaeróbica a mediana escala .....	118
6.2.2. Objetivos de la transferencia y difusión de la tecnología de digestión anaeróbica a mediana escala .....	120
6.2.3. Identificación de las barreras y el entorno habilitante para la adopción de la tecnología de digestión anaeróbica a mediana escala .....	122
6.2.4. Plan de acción propuesto para la adopción de la tecnología de digestión anaeróbica a mediana escala .....	124
6.3. PLAN DE ACCIÓN PARA LA TECNOLOGÍA DE COMPOSTAJE .....	135
6.3.1. Descripción de la tecnología de compostaje .....	135
6.3.2. Objetivos de la transferencia y difusión de la tecnología de compostaje .....	137
6.3.3. Identificación de las barreras y entorno habilitante para la adopción de la tecnología de compostaje.....	138
6.3.4. Plan de acción propuesto para la adopción de la tecnología de compostaje.....	141
6.4. PLAN de Acción para la Tecnología de Digestión Anaerobia a Pequeña Escala.....	150
6.4.1. Descripción de la tecnología de digestión anaerobia a pequeña escala.....	150
6.4.2. Objetivos de la transferencia y difusión de la tecnología de digestión anaeróbica a pequeña escala.....	152
6.4.3. Identificación de las barreras y entorno habilitante para la adopción de la tecnología de digestión anaerobia a pequeña escala .....	153
6.4.4. Plan de acción propuesto para la adopción de la tecnología de digestión anaerobia a pequeña escala.....	155
6.5. PLAN DE ACCIÓN TECNOLÓGICO A NIVEL SECTORIAL .....	164
<b>PARTE 4: IDEAS DE PROYECTO .....</b>	<b>187</b>
<b>CAPÍTULO 7: IDEAS DE PROYECTO .....</b>	<b>188</b>
7.1. RESUMEN DE LAS IDEAS DE PROYECTO DEL SECTOR “MANEJO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS Y LÍQUIDOS DE LA PRODUCCIÓN GANADERA” .....	188
7.2. IDEA DE PROYECTO DE DIGESTIÓN ANAEROBIA A MEDIANA ESCALA PARA GANADEROS DE LA PARROQUIA DE LLOA .....	190
7.2.1. Antecedentes .....	190
7.2.2. Objetivos .....	191
7.2.3. Resultados esperados .....	192
7.2.4. Relación del proyecto con la política estatal de desarrollo sostenible .....	192
7.2.5. Prestaciones del proyecto.....	193

7.2.6.	Alcance del proyecto y su posible implementación .....	193
7.2.7.	Actividades del proyecto .....	194
7.2.8.	Plazos .....	195
7.2.9.	Presupuesto/ requerimiento de recursos .....	196
7.2.10.	Evaluación del proyecto .....	198
7.2.11.	Posibles desafíos .....	198
7.2.12.	Responsabilidades y coordinación .....	198
7.3.	IDEA DE PROYECTO DE COMPOSTAJE PARA AVICULTORES DEL CANTÓN DE SANTO DOMINGO .....	199
7.3.1.	Antecedentes .....	199
7.3.2.	Objetivo .....	200
7.3.3.	Resultados esperados .....	200
7.3.4.	Relación del proyecto con la política estatal de desarrollo sustentable .....	201
7.3.5.	Prestaciones del Proyecto .....	201
7.3.6.	Alcance del Proyecto y Posible Implementación .....	201
7.3.7.	Actividades del proyecto .....	201
7.3.8.	Plazos .....	202
7.3.9.	Presupuesto/ requerimiento de recursos .....	203
7.3.10.	Evaluación del proyecto .....	205
7.3.11.	Posibles desafíos .....	205
7.3.12.	Responsabilidades y coordinación .....	205
7.4.	IDEA DE PROYECTO DE DIGESTIÓN ANAEROBIA A PEQUEÑA ESCALA PARA PORCICULTORES DEL CANTÓN QUIJOS .....	206
7.4.1.	Antecedentes .....	206
7.4.2.	Objetivos .....	206
7.4.3.	Resultados esperados .....	207
7.4.4.	Relación del Proyecto con la Política Estatal de Desarrollo Sustentable .....	207
7.4.5.	Prestaciones del Proyecto .....	208
7.4.6.	Alcance del Proyecto y Posible Implementación .....	208
7.4.7.	Actividades del Proyecto .....	208
7.4.8.	Plazos .....	209
7.4.9.	Presupuesto/ requerimiento de recursos .....	210
7.4.10.	Evaluación .....	212
7.4.11.	Posibles Desafíos .....	212
7.4.12.	Responsabilidades y Coordinación .....	212

<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>213</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>219</b>
Anexo I. Hojas de datos técnicos de las tecnologías seleccionadas .....	220
Anexo II. Beneficiarios involucrados y talleres.....	332
Anexo III. Mapeo de Mercado .....	335
Anexo IV. Lista de beneficiarios involucrados y sus datos de contacto .....	336
Anexo V. Hojas Informativas de políticas .....	340

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Estructura Institucional del Proyecto ENT en Ecuador .....	15
Figura 2: Emisiones de GEI según sector en [ton CO <sub>2</sub> (eq)]/año.....	19
Figura 3: Distribución de cabezas de ganado según provincia.....	21
Figura 4: Presentación de las zonas seleccionadas para el proyecto ENT en el sector ganadero.....	23
Figura 5. Diagrama de causa – efecto de las barreras financieras para la tecnología de digestión anaeróbica a mediana escala .....	71
Figura 6. Diagrama de causa – efecto de las barreras políticas para la tecnología de digestión anaeróbica a mediana escala .....	72
Figura 7. Diagrama de causa – efecto de las barreras socio – culturales para la tecnología de digestión anaeróbica a mediana escala .....	72
Figura 8. Diagrama de causa – efecto de las barreras tecnológicas para ganado bovino en Lloa.....	73
Figura 9. Diagrama de causa – efecto de las barreras financieras para la tecnología de compostaje .....	89
Figura 10. Diagrama de causa – efecto de las barreras políticas para la tecnología de compostaje .....	90
Figura 11. Diagrama de causa – efecto de barreras socio – culturales para la tecnología de compostaje .....	90
Figura 12: Diagrama de causa – efecto de barreras tecnológicas para la tecnología de compostaje .....	91
Figura 13: Emisiones de GEI según sector en [ton CO <sub>2-eq</sub> /año].....	114

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Categorización de las tecnologías consideradas para el manejo de desechos sólidos y líquidos de ganados .....	6
Tabla 2: Tecnologías priorizadas por zonas.....	7
Tabla 3: Definición de los productores beneficiarios para el proyecto ENT .....	22
Tabla 4: Zonas geográficas asignadas a cada tipo de ganado.....	23
Tabla 5: Categorización de las tecnologías consideradas para el manejo de desechos sólidos y líquidos de ganados .....	26
Tabla 6: Comparación de las diferentes tecnologías seleccionadas.....	32
Tabla 7: Criterios de priorización de tecnologías según categorías y con pesos elaborados en conjunto entre la Comisión Técnica Sector Ganadero (CTG) y el equipo consultor.....	35
Tabla 8: Entidades participantes en el taller de priorización de tecnologías .....	36
Tabla 9: Criterios de priorización de tecnologías según categorías y con pesos elaborado durante el taller de Priorización de Tecnologías por los diferentes actores .....	37
Tabla 10: Indicaciones de puntuación de las diferentes tecnologías según los criterios de priorización .....	37
Tabla 11: Matriz de priorización de tecnologías .....	41
Tabla 12: Resultados del análisis multi-criterio sobre el sector bovino de leche en Lloa y Quijos .....	42
Tabla 13: Resultados del análisis multi-criterio sobre el sector bovino de carne de Manabí	44
Tabla 14: Resultados del análisis multi-criterio sobre el sector porcino en Quijos y Santo Domingo .....	45
Tabla 15: Resultados del análisis multi-criterio sobre el sector avícola en Santo Domingo .	46
Tabla 16: Tecnologías priorizadas por zonas.....	47
Tabla 17: Tecnologías priorizadas por zonas.....	52
Tabla 18: Zonas y tipos de explotaciones seleccionadas para el Proyecto ENT en el sector agrícola.....	57
Tabla 19: Tecnologías pre-priorizadas para cada zona seleccionada .....	58

Tabla 20: Tecnología priorizada según zona y tipo de explotación .....	59
Tabla 21: Tecnología seleccionada con sus productos y categorización del bien de acuerdo a la Guía de Proyectos ENT para cada zona y tipo de explotación consideradas en este estudio .....	60
Tabla 22. <i>Technology Fact Sheet</i> de la tecnología de digestión anaerobia a mediana escala .....	64
Tabla 23: <i>Technology Fact Sheet</i> de la tecnología de compostaje.....	78
Tabla 24: <i>TechnologyFactSheet</i> de la tecnología de digestión anaerobia a pequeña escala .....	99
Tabla 25: Entidades relacionadas con el entorno habilitante para la implementación de medidas nacionales .....	104
Tabla 26: Zonas geográficas asignadas a cada tipo de ganado.....	116
Tabla 27: Categorización de las tecnologías consideradas para el manejo de desechos ganaderos.....	117
Tabla 28: Tecnologías priorizadas por zonas.....	117
Tabla 29: Identificación de la categoría de las barreras de entorno habilitante para la tecnología de digestión anaerobia a mediana escala.....	123
Tabla 30: Medidas identificadas para la superación de las barreras de entorno habilitante para la tecnología de digestión anaerobia a mediana escala .....	125
Tabla 31: Matriz del plan de acción para la implementación de la tecnología de digestión anaerobia a mediana escala .....	129
Tabla 32: Estimación de los costos del plan de acción para la tecnología de digestión anaerobia a mediana escala .....	134
Tabla 33: Identificación de la categoría de las barreras habilitantes para la tecnología de compostaje .....	140
Tabla 34: Medidas identificadas para la superación de las barreras habilitantes para la tecnología de compostaje .....	142
Tabla 35: Matriz del plan de acción para la implementación de la tecnología de compostaje .....	144
Tabla 36: Estimación de los costos del plan de acción para la tecnología de compostaje.	149
Tabla 37: Identificación de las barreras habilitantes para la tecnología de digestión anaerobia a pequeña escala.....	154

Tabla 38: Medidas identificadas para la superación de las barreras habilitantes para la tecnología de digestión anaerobia a pequeña escala.....	155
Tabla 39: Matriz del plan de acción para la implementación de la tecnología de digestión anaerobia a pequeña escala .....	158
Tabla 40: Estimación de los costos del plan de acción para la tecnología de digestión anaerobia a pequeña escala .....	163
Tabla 41: Especificación de los colores designados a las tres tecnologías .....	165
Tabla 42: Plan de acción tecnológico para el “Manejo de desechos sólidos y líquidos en el sector ganadero” .....	166
Tabla 43: Costos totales para la implementación del PAT para el “manejo de desechos sólidos y líquidos en el sector ganadero” .....	179
Tabla 44: Cronograma de los planes de acción para las tres tecnologías priorizadas.....	181
Tabla 45: Distribución de las ideas de proyectos para las diferentes tecnologías, zonas y tipos de producción .....	190
Tabla 46: Plazo de ejecución para la implementación de la tecnología de digestión anaerobia a mediana escala .....	195
Tabla 47: Estimación de costos para la implementación de la planta de digestión anaerobia a mediana escala.....	196
Tabla 48: Plazo de ejecución para la implementación de la tecnología de compostaje .....	202
Tabla 49 Costos Directos e Indirectos para la implementación de la tecnología de compostaje .....	204
Tabla 50: Plazo de ejecución para la implementación de la tecnología de compostaje .....	209
Tabla 51: Costos directos e indirectos para la implementación de la tecnología de digestión anaerobia a pequeña escala .....	211

Esta página ha sido intencionalmente dejada en blanco

# **PARTE 1: EVALUACIÓN DE NECESIDADES TECNOLÓGICAS**

# RESUMEN EJECUTIVO

---

## Antecedentes

Ecuador es un país comprometido con combatir el Cambio Climático. La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) define al término Cambio Climático como “un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos comparables” (FCCC/INFORMAL/84, 1992). Es así que Ecuador suscribió el Protocolo de Kioto el 15 de enero 1999. En la Constitución del Ecuador del año 2008 se le da derechos a la naturaleza, siendo Ecuador el primer país en reconocer estos derechos en su constitución (Constitución, 2008). En el marco de la política pública el gobierno cuenta con el Plan Nacional del Buen Vivir 2009 – 2013 en el cual se garantizan los derechos de la naturaleza y se promueve un ambiente sano y sustentable (SENPLADES, 2009). Con lo cual se reconoce la importancia de fortalecer el proceso de desarrollo de capacidades, implementar políticas y mecanismos que contribuyan a la adaptación a los cambios climáticos y fomentar medidas de mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) (UNFCCC, 2005).

El Proyecto de “Evaluación de las Necesidades en Materia de Tecnología para el Cambio Climático” (ENT) se origina en la Conferencia de las Partes o Cumbre del Clima CP 7 en Marrakech en el año 2001 con el fin de ayudar a los países en vías de desarrollo a obtener recursos para el desarrollo y la transferencia de tecnología. La meta del proyecto ENT es definir las tecnologías limpias que mejor se aplican para la mitigación y adaptación al Cambio Climático en los países en vías de desarrollo y desarrollar los Planes de Acción Tecnológica (PAT) para asegurar una transferencia adecuada de las tecnologías seleccionadas.

Ecuador ya tuvo interés en participar en la primera ronda de “Evaluación de las necesidades tecnológicas para enfrentar el cambio climático” en el año 2001 en el marco del proyecto ECU/99/G31 financiado por el GEF y con la cooperación del PNUD, al considerarse un país vulnerable al cambio climático, especialmente por su ubicación geográfica y sus características naturales, sociales y económicas (GEF/PNUD/MAE, 2011). Asimismo Ecuador está participando en el actual proyecto global de ENT, el cual tiene como objetivo identificar, evaluar y priorizar los medios tecnológicos necesarios para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero mediante la utilización de conocimientos y tecnologías ambientalmente amigables capaces de lograr un desarrollo sustentable en el largo plazo y reducir la vulnerabilidad económica, ambiental y social de la población (MAE, 2011).

## Organización institucional para el proyecto ENT

La entidad responsable de la ejecución del proyecto ENT en Ecuador es el Comité Interinstitucional de Cambio Climático (CICC) creado por Decreto Ejecutivo en el año 2010.

Su delegado directo es el Grupo de Trabajo de Transferencia de Tecnología (GTTT). El GTTT proveerá una base de políticas nacionales de transferencia de tecnología para el cambio climático (MAE , 2011-02). La entidad administradora del proyecto es la Subsecretaría de Cambio Climático del Ministerio del Ambiente.

La Comisión Técnica ENT (CT) es el grupo nuclear con mayor poder de decisión técnica dentro del proyecto e incluye a representantes de las instituciones encargadas de implementar los planes de acción nacional (MAE , 2011-02). Los Consultores Nacionales ENT (CN) son los expertos nacionales que trabajan en estrecha colaboración con la Comisión Técnica y el Coordinador para apoyar la totalidad del proceso ENT según los requerimientos de la CT y el Coordinador (MAE , 2011-02).

Los Grupos de Trabajo Sectoriales serán designados en su conformación por la Comisión Técnica. El Equipo Nacional está conformado por miembros del estado ecuatoriano. Pueden estar incluidos expertos no gubernamentales que proporcionen información y criterios para mejorar la evaluación de las necesidades (MAE , 2011-02).

## **Selección del Sector**

La definición de los sectores claves para mitigación en el proyecto ENT se realiza considerando el “Inventario Nacional de Emisiones de Gases del Efecto Invernadero en Ecuador” el cual se encuentra en la Segunda Comunicación Nacional (GEF/PNUD/MAE, 2011). Los sectores que generan las mayores emisiones de gases de efecto invernadero son el sector agrícola y el sector uso del suelo cambio en el uso del suelo y silvicultura (USCUSS), seguidos por el sector energético. Dada la interrelación entre los sectores agrícola y USCUSS, ya que el principal uso del suelo en Ecuador es para uso agrícola, y la tendencia creciente de la distribución de las emisiones de GEI de los sectores y, la comisión técnica del proyecto ENT selecciona al sector agrícola y al sector energético como los sectores priorizados para mitigación al cambio climático.

El subsector priorizado dentro del sector agrícola para el proyecto ENT en Ecuador es el manejo de los desechos sólidos y líquidos de la producción ganadera. Con la aplicación de tecnologías que reduzcan las emisiones de GEI en este subsectores, como la producción de energías alternativas, productos de origen orgánico de segunda generación o fertilizantes orgánicos, se alcanzaría el mayor efecto sobre el inventario nacional de GEI.

Los requisitos utilizados para la identificación y priorización de las zonas geográficas seleccionadas para el proyecto, responden a (MAE, 2012): vulnerabilidad, distancia, representatividad, presupuesto y replicabilidad. Se selecciona para el estudio la franja a lo largo de la línea ecuatorial entre costa, sierra y amazonia que ocupan las provincias de Manabí, Santo Domingo de los Tsáchilas, Pichincha, Napo y Orellana; por su cercanía y representatividad en otras zonas y capacidad de réplica. Los tipos de explotaciones que se desean estudiar son los de mayor importancia en el país: ganado bovino de leche y carne, ganado porcino y explotaciones avícolas. También se ha comprobado que las ganaderías y explotaciones de gran escala tienen mayor capacidad de solucionar su problema medio

ambiental, mientras que los pequeños productores aportan con pequeñas cantidades de emisiones, pero que al sumar todos los productores se obtiene grandes emisiones de GEI.

El siguiente paso consiste en la selección de los cantones específicos de estudio dentro de cada provincia. En resumen la comisión técnica selecciona a las siguientes zonas para la elaboración del estudio del manejo de los desechos sólidos y líquidos en el sector agrícola. En la provincia de Manabí se seleccionan los cantones: Chone, Pedernales y El Carmen para el estudio del ganado bovino de carne. En la Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas se selecciona el cantón con el mismo nombre para el estudio de las explotaciones porcinas y aviares. En la Provincia de Pichincha se selecciona la parroquia Lloa en el cantón Quito para el estudio del ganado bovino de leche. En la provincia de Napo en el Cantón Quijos se seleccionó la explotación de ganado de leche y porcino.

### **Priorización de Tecnologías**

Las tecnologías utilizadas hasta el momento en el país para el manejo de desechos sólidos y líquidos en el sector ganadero son muy limitadas y rudimentarias, lo que ha conducido a un funcionamiento precario y a malas experiencias en la implementación y transferencia de tecnología. Las principales experiencias han sido con las tecnologías de digestión anaerobia, lagunas, compostaje y almacenamiento en seco o líquido. El estado actual en el manejo de los desechos ganaderos es muy heterogéneo en las diferentes zonas. Por ejemplo, hay zonas que debido a escasez de agua potable y de riego, trabajan activamente en mejorar el manejo de sus desechos y en implementar nuevas tecnologías, mientras que otras zonas han mostrado poco interés en su manejo ambiental y simplemente desalojan los desechos en las fuentes de agua como acequias, vertientes o ríos. También se debe diferenciar en el tipo del ganado a ser considerado.

Una vez identificado el punto de partida en el manejo de los desechos sólidos y líquidos de cada zona, se prosigue con la selección de las tecnologías. Las tecnologías seleccionadas se categorizan de acuerdo a su proceso principal en: procesos bioquímicos, procesos físicos, procesos mecánicos y procesos alimenticios. Las tecnologías seleccionadas se presentan en la Tabla 1.

La priorización de las tecnologías seleccionadas en las diferentes zonas se realizó en un taller con la participación de los beneficiarios utilizando una serie de criterios de priorización y evaluando cada tecnología mediante análisis multi-criterio. La metodología de análisis multi criterio utilizada se desarrolla en tres pasos. El primer paso consiste en definir los criterios que se dividen en las siguientes categorías: económicos, socio – culturales, ambientales, políticos y tecnológicos. En el segundo paso se otorgan los pesos a cada criterio, los cuales se utilizarán en el último paso. El tercer paso consiste en la evaluación de la puntuación obtenida de cada tecnología para las diferentes zonas y los diferentes tipos de explotaciones.

**Tabla 1: Categorización de las tecnologías consideradas para el manejo de desechos sólidos y líquidos de ganados**

Categoría	Procesos bioquímicos	Procesos físicos	Procesos mecánicos	Procesos Alimenticios
Tecnologías	Compostaje	Almacenamiento en seco	Centrifugación	Alimentación animal
	Digestión anaerobia		Decantación	Cultivo de hongos
	Digestión aerobia	Almacenamiento de lodos		Filtración
	Lombricultura			
	Sistema de lagunas			

Los resultados de la priorización de tecnologías para las diferentes zonas y cada tipo de ganado dieron como resultados tres tecnologías priorizadas para cada caso. Los resultados se presentan en la Tabla 2.

**Tabla 2: Tecnologías priorizadas por zonas**

Zona Ganado	Lloa / Cantón Quito / provincia Pichincha	Cantón Quijos / Provincia Napo	Cantón Santo Domingo / provincia Santo Domingo	Cantones Chone, Pedernales, El Carmen / provincia Manabi
Bovino de leche	Sistema lagunas Digestión anaerobia Digestión aerobia	Sistema lagunas Digestión anaerobia Digestión aerobia		
Bovino de carne				Lombricultura Digestión anaerobia Compostaje
Porcino		Digestión anaeróbica Lombricultura Compostaje	Digestión anaeróbica Lombricultura Compostaje	
Avícola			Preparación harinas Compostaje Alimentación animal	

La siguiente etapa del proyecto consiste en el análisis de barrera y entorno habilitante de las tres tecnologías priorizadas en cada zona de estudio para definir la tecnología más apropiada y así poder continuar con el plan de acción tecnológica y el plan de proyecto.

# CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

---

## 1.1. ANTECEDENTES DEL PROYECTO ENT

El debate mundial sobre la problemática del cambio climático se inicia hace cuarenta años con la Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente Humano en Estocolmo. La ONU crea poco después el Programa de Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente (PNUMA) con la intención de crear una nueva conciencia ecológica y el desarrollo sostenible. En 1992 se lleva a cabo la Cumbre de la Tierra sobre Medio Ambiente y Desarrollo en Río de Janeiro. En el mismo año la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) fue creada en Nueva York. En 1997 se incorpora al tratado un protocolo vinculante, conocido con el nombre de Protocolo de Kyoto, que cuenta con medidas más enérgicas y jurídicamente vinculantes. En el año 2006 se enmienda este Protocolo a la CMNUCC en Nairobi. Se tenía previsto adoptar un nuevo protocolo en el año 2009 en Copenhague, lo cual se tuvo que retrasar y moverse a México en el 2010.

Uno de los principales objetivos de la CMNUCC es reforzar la conciencia pública, a escala mundial, de los problemas relacionados con el cambio climático. La CMNUCC define al término *Cambio Climático* como “un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos comparables” (FCCC/INFORMAL/84, 1992). Estos cambios se producen sobre los principales elementos que constituyen el tiempo atmosférico: temperatura y presión atmosférica, precipitaciones, nubosidad, vientos y humedad.

Anualmente se reúnen representantes de todos los países que suscribieron la Convención Marco de las Naciones Unidas con capacidad de decisión. Se conoce a esta conferencia anual como la Conferencia de las Partes (CP, COP) o Cumbre del Clima. Y en ella se examina la aplicación de la Convención y de los compromisos de las Partes.

El Proyecto de “Evaluación de las Necesidades en Materia de Tecnología para el Cambio Climático” (ENT) se origina en la CP 7 en Marrakech en el año 2001 con el fin de ayudar a los países en vías de desarrollo a obtener recursos para el desarrollo y la transferencia de tecnología. Con el fin de ayudar a los países en vías de desarrollo y a otros países desarrollados no incluidos en el Anexo II de la CMNUCC, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) con la Iniciativa sobre Tecnología del Clima (ITC), el Grupo de Expertos sobre Transferencia Tecnológica (GETT) y la Secretaría de la CMNUCC elaboran el “Manual para realizar una evaluación de necesidades en materia de tecnología para el cambio climático” en el año 2004, el cual es actualizado en el 2007 (PNUD, 2010).

Una vez elaborado el manual la ITC organiza una serie de seminarios sobre la “Evaluación de necesidades tecnológicas (ENT)” y brinda asistencia a los siguientes países no anexados a elaborar sus ENT: Bolivia, Ghana, Malawi y Sudáfrica (UNFCCC, 2012). La

meta del proyecto ENT es definir las tecnologías limpias que mejor se aplican para la mitigación y adaptación al Cambio Climático en los países en vías de desarrollo y desarrollar los Planes de Acción Tecnológica (PAT) para asegurar una transferencia adecuada de las tecnologías seleccionadas.

El programa de la primera ronda ENT es financiado por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) por medio de actividades facilitadoras (*top-ups*) e implementado por el Programa de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente (PNUMA) a través del Centro UNEP Risoe en Energía, Clima y Desarrollo Sustentable (URC) de Dinamarca. El URC soporta al PNUMA en su esfuerzo por incorporar aspectos ambientales y de desarrollo en las políticas y planes energéticos mundiales (UNFCCC, 2012). Los países seleccionados en la primera ronda ENT que inició en Noviembre del 2009 son: Kenia, Senegal, Costa de Marfil, Marruecos, Mali, Argentina, Costa Rica, Perú, Guatemala, Bangladesh, Tailandia, Vietnam, Indonesia, Cambodia, y Georgia. El actual proyecto global de Evaluación de las Necesidades Tecnológicas (ENT) está en marcado en la segunda ronda y ha sido diseñado para apoyar entre 35 y 45 países en la realización de sus Evaluaciones de las Necesidades de Tecnologías mejoradas en el marco de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). La duración del programa es de tres años (UNEP Risoe, 2011).

Ecuador es un país muy vulnerable al cambio climático, especialmente por su ubicación geográfica y sus características naturales, sociales y económicas (GEF/PNUD/MAE, 2011). Por esta razón Ecuador ya tuvo interés en participar en la primera ronda de “Evaluación de las necesidades tecnológicas para enfrentar el cambio climático” en el año 2001 en el marco del proyecto ECU/99/G31 financiado por el GEF y con la cooperación del PNUD. La evaluación de las prioridades nacionales para la transferencia de tecnología fue parte del Proyecto de la Primera Comunicación Nacional (MAE-GEF-PNUD ECU/99/G3, 2002). Asimismo el Ecuador está participando en el actual proyecto global de ENT, derivado de la primera ventana del Programa Estratégico Poznan sobre Transferencia de Tecnología. La segunda ronda del proyecto ENT tiene por objetivo identificar, evaluar y priorizar los medios tecnológicos necesarios para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero mediante la utilización de conocimientos y tecnologías ambientalmente amigables capaces de lograr un desarrollo sustentable en el largo plazo y reducir la vulnerabilidad económica, ambiental y social de la población (MAE, 2011).

## **1.2. POLÍTICAS NACIONALES SOBRE MITIGACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO Y PRIORIDADES DE DESARROLLO**

Ecuador es un país comprometido con combatir el Cambio Climático. El Ecuador suscribió el Protocolo de Kioto el 15 de enero 1999, lo ratificó el 13 de enero 2000 y entró en vigencia el 16 de febrero 2005 (UNFCCC, 2005), comprometiéndose a realizar esfuerzos políticos, técnicos y administrativos para asumir los compromisos con los principios, objetivos y mecanismos estipulados para combatir el cambio climático (GEF/PNUD/MAE, 2011). En la Constitución del Ecuador del año 2008 se le da derechos a la naturaleza, siendo el primer

país en reconocer estos derechos en su constitución (Constitución, 2008). En el marco de la política pública el gobierno cuenta con el Plan Nacional del Buen Vivir 2009 – 2013 en el cual se garantizan los derechos de la naturaleza y se promueve un ambiente sano y sustentable (SENPLADES, 2009). En el diagnóstico de la situación ambiental en Ecuador realizado por SENPLADES en el año 2009 se reconoce la vulnerabilidad del país frente al cambio climático, tanto para sus habitantes, como para sus ecosistemas. Con lo cual se reconoce la importancia de fortalecer el proceso de desarrollo de capacidades, implementar políticas y mecanismos que contribuyan a la adaptación a los cambios climáticos y fomentar medidas de mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) (UNFCCC, 2005).

Durante los últimos años el Ecuador ha mantenido un proceso permanente de identificación de las variaciones actuales y de las fluctuaciones futuras del clima, así como la aplicación de acciones para reducir los impactos e implementar medidas de adaptación al cambio climático a través del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INHAMI) y la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos. En la actualidad se han elaborado algunos estudios previos sobre el cambio climático y que resultan claves para la elaboración del actual proyecto ENT. Por ejemplo el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) ha evidenciado que hay un incremento de la temperatura promedio de 1°C en varias zonas del Ecuador (INHAMI, 2010) y una mayor presencia de eventos hidrometeorológicos extremos como precipitaciones intensas, temperaturas extremas, sequías e inundaciones (MAE, 2010).

Los principales resultados de los estudios del cambio climático en el Ecuador, como son el inventario de gases de efecto invernadero, la evaluación de las necesidades tecnológicas en la primera ronda ENT, las medidas nacionales de mitigación y adaptación, o la identificación de barreras, vacíos o necesidades se encuentran en la Primera y la Segunda Comunicación Nacional sobre Cambio Climático (GEF/PNUD/MAE, 2011)(MAE, 2010). Estos resultados servirán de punto de partida para la elaboración del actual proyecto ENT.

En la primera “Evaluación de las necesidades tecnológicas para enfrentar el cambio climático” en el año 2002 en el marco del proyecto ECU/99/G31 se definieron los siguientes siete sectores prioritarios para enfrentar el cambio climático (MAE-GEF-PNUD ECU/99/G3, 2002):

- sector forestal
- sector de suministro de energía
- sector transporte
- sector industrias
- sector agrícola
- desechos sólidos y aguas residuales
- adaptación en zonas costeras

Los resultados de este proyecto se incluyen en la evaluación de las prioridades nacionales para la transferencia de tecnología en la Primera Comunicación Nacional de la República del Ecuador (ECU/99/31, 2001). Las lecciones aprendidas en Ecuador de la primera ronda ENT en el año 2002 fueron las siguientes (MAE-GEF-PNUD ECU/99/G3, 2002)(ECU/99/31, 2001):

- Para poder desarrollar exitosamente las actividades de transferencia de tecnología se debe fortalecer las capacidades nacionales.
- Se debe impulsar la identificación de necesidades de tecnología para adaptación al cambio climático.
- Los beneficiarios / afectados deben involucrarse en los procesos y adquirir un rol bien definido.
- Las actividades deben estar bien definidas y la asistencia tecnológica provista en el tiempo oportuno
- Se debe apoyar activamente la implementación de los resultados del estudio.

La definición de los sectores claves para adaptación en el segundo proyecto ENT se realiza considerando las zonas más vulnerables a los efectos del cambio climático. Los estudios realizados o que se encuentran en ejecución están relacionados con la agricultura, el clima, las finanzas, los recursos hídricos, los glaciares, la biodiversidad, la salud y la gestión de riesgos (GEF/PNUD/MAE, 2011).

La frecuencia e intensidad de la precipitación ha variado considerablemente en el país, especialmente en los últimos años. La ocurrencia de eventos extremos ha sido uno de los principales rasgos que ha caracterizado el clima en el Ecuador y ha ocasionado impactos sociales, ambientales y económicos significativos (Ontaneda, 2007).

El estudio realizado para la Secretaria Nacional del Agua con el tema “Problemática y Conflictos sobre los Recursos Hídricos por Efectos del Cambio Climático” (Vega, 2009), que se llevó a cabo en las cuencas de los ríos Esmeraldas, Guayas, Jubones, Pastaza y Paute, mostró como resultado que los cantones mayormente afectados por las precipitaciones excesivas se encuentran en la parte baja de la cuenca del río Guayas y en las zonas contiguas a la desembocadura del río Jubones.

Asimismo, el estudio identifica que los deslizamientos son el principal problema con relación a las precipitaciones excesivas en el Centro y Sur de la Región. Por otro lado, los sectores que se verían afectados principalmente por la escases de precipitaciones se encuentran en la Región Interandina, específicamente en la parte central y sur, y en la cuenca media de los ríos Paute y Jubones. Mientras que en el litoral las regiones afectadas por este fenómeno, se ubican en la línea costera y alrededor de la desembocadura del río Guayas en el Golfo de Guayaquil (Vega, 2009).

A nivel global, alrededor del 70% del uso del agua está dirigido hacia la agricultura. En algunos países este valor puede incrementarse hasta el 90% (Frenken, Margat, & Faurès, 2005). Por esta razón se considera al agua como un sector altamente afectado por las

consecuencias del cambio climático. Los principales usos del agua son: agua de riego para la agricultura, agua de consumo humano, y agua para uso industrial. En Ecuador el 80% del consumo de agua es utilizado para el riego (Ministerio de Salud Ecuador, 2009). Es así que el estudio de la oferta del recurso hídrico y el uso técnico del agua para riego son considerados dos sectores claves para adaptación al cambio climático (MAE, 2010).

La definición de los sectores claves para mitigación en el proyecto ENT se realiza considerando el “Inventario Nacional de Emisiones de Gases del Efecto Invernadero en Ecuador” el cual se encuentra en la Segunda Comunicación Nacional (GEF/PNUD/MAE, 2011). El inventario presenta cinco sectores generadores de gases de efecto invernadero en los años 1990, 1994, 2000 y 2006: Uso del suelo cambio en el uso del suelo y silvicultura (USCUSS), Agricultura, Procesos Industriales, Energía (transporte) y Desechos. Los sectores que generan las mayores emisiones de gases de efecto invernadero son el sector agrícola y el USCUSS, sectores que están estrechamente relacionados, seguidos con un orden de magnitud de diferencia por el sector energético. Las emisiones de GEI generadas por los sectores agrícola y energético pueden ser reducidas utilizando tecnologías conocidas, como son las energías alternativas, productos de origen orgánico de segunda generación o fertilizantes, entre otros. Por esta razón el potencial de mitigación en los sectores agrícola y energético son considerables.

## CAPÍTULO 2: ARREGLOS INSTITUCIONALES

---

La contribución del Ecuador en las emisiones mundiales de GEI es marginal con el 0,1%. Las emisiones de dióxido de carbono per cápita de Ecuador en el año 2004 se encuentran en 2,2 [ton CO<sub>2</sub>/cápita], comparadas con las emisiones promedio de la región de Latinoamérica están en 2,6 [ton CO<sub>2</sub>/cápita] y mundiales en 4,5 [ton CO<sub>2</sub>/cápita] (World Bank, 2009).

A pesar de no ser un país altamente contaminante, el Estado Ecuatoriano se ha comprometido con la mitigación y adaptación a los efectos del cambio climático impulsando acciones y programas nacionales e internacionales (GEF/PNUD/MAE, 2011). En el año 2010 se crea por Decreto Ejecutivo el Comité Interinstitucional de Cambio Climático (CICC) conformado por los siguientes Ministerios y Secretarías Nacionales relacionadas al Cambio Climático:

Ministerio Coordinador de Patrimonio (MCP)

Ministerio Coordinador de Sectores Estratégicos (MICSE)

Ministerio Coordinador de Producción, Empleo y Competitividad (MCPEC)

Ministerio Coordinador de Desarrollo Social (MCDS)

Ministerio de Relaciones Exteriores, Comercio e Integración (MRECI)

Ministerio del Ambiente (MAE)

Secretaría Nacional de Planificación del Estado (SENPLADES)

Secretaría Nacional del Agua (SENAGUA)

Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos (SNGR)

La Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (SENESCYT) es miembro ad-hoc del CICC.

El CICC es el órgano con mayor autoridad en cambio climático en el país. La Secretaría Técnica del CICC se encuentra en la Subsecretaría de Cambio Climático del Ministerio del Ambiente, que también es la Autoridad Nacional designada para el Mecanismo de Desarrollo Limpio y es la institución administradora del proyecto ENT.

Otros actores involucrados en el proyecto ENT son el Grupo de Trabajo de Transferencia de Tecnología (GTTT) creado por el Comité Interinstitucional de Cambio Climático en el 2011, el cual cuenta con delegados de ministerios ejecutores, secretarías e instituciones adscritas al Estado. La dirección del GTTT la tienen la SENESCYT al ser la rectora de la política nacional de desarrollo y transferencia de tecnología. El objetivo del GTTT es proveer de las políticas nacionales de transferencia de tecnología para el cambio climático, articulando la visión política y los insumos técnicos (MAE , 2011-02).

## 2.1. EQUIPO NACIONAL ENT

La entidad responsable de la ejecución del proyecto ENT en Ecuador es el **Comité Interinstitucional de Cambio Climático (CICC)**, el órgano de mayor autoridad en cambio climático, con el apoyo de todos los Ministerios y Secretarías Nacionales que lo conforman. Sin embargo, la entidad administradora del proyecto es la Subsecretaría de Cambio Climático del Ministerio del Ambiente al ser la Secretaría Técnica del CICC y el Ministerio de Ambiente rector de la política nacional ambiental y principal punto focal en temas del medio ambiente (MAE , 2011-02).

Por disposición del Risoe Centre PNUMA (URC) el **Coordinador del proyecto** debe ser un funcionario de la institución administradora del proyecto. El Ministerio de Ambiente ha nombrado para la coordinación a Angel Valverde Gallardo, técnico especialista en Financiamiento y Transferencia de Tecnología de la Subsecretaría de Cambio Climático del Ministerio del Ambiente. El Coordinador es la persona encargada de la comunicación con el Risoe Centre PNUMA y los Centros Regionales (Dhar, Painuly, & Nygaard, 2010).

Como se puede observar en la el CICC al ser el órgano con mayor autoridad de cambio climático en Ecuador supervisa todo el proceso del proyecto. Su delegado directo es el **Grupo de Trabajo de Transferencia de Tecnología (GTTT)**. El GTTT proveerá una base de políticas nacionales de transferencia de tecnología para el cambio climático (MAE , 2011-02).

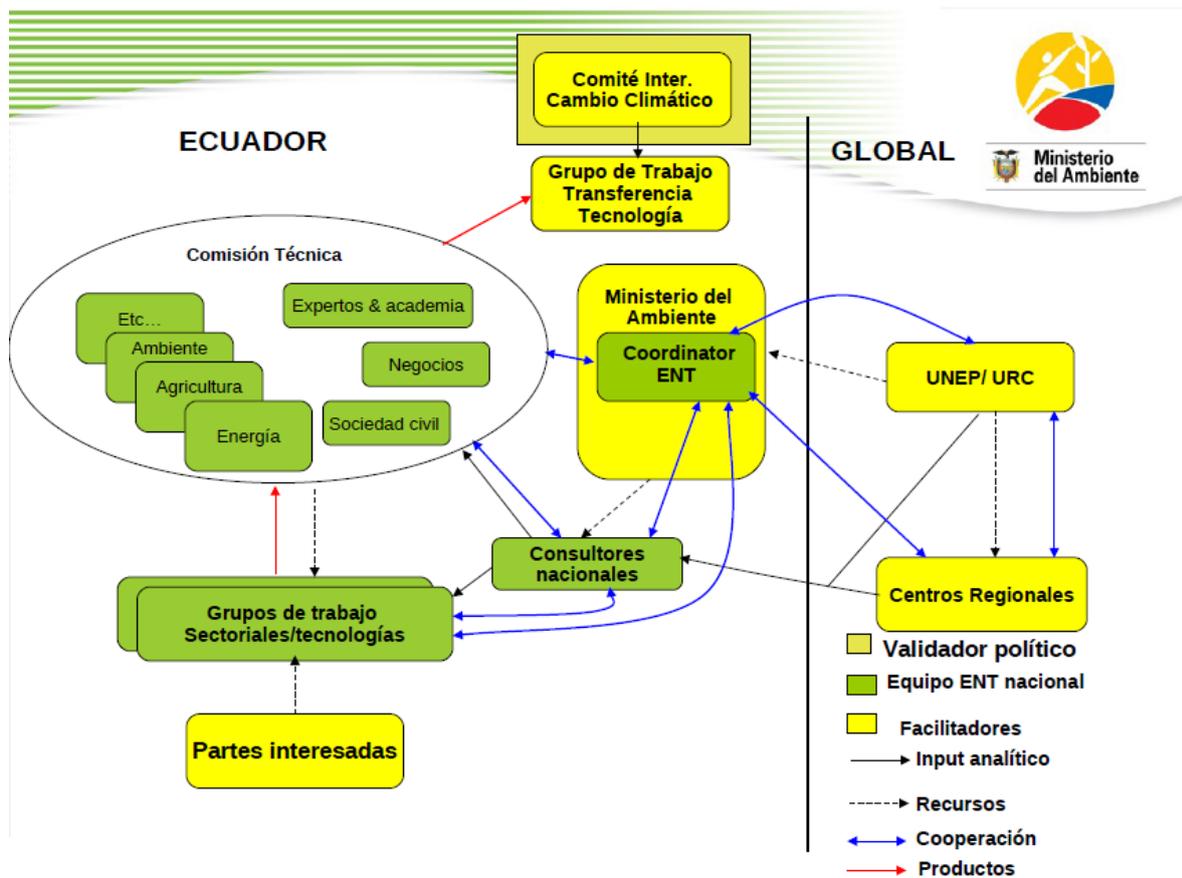


Figura 1: Estructura Institucional del Proyecto ENT en Ecuador

Fuente: (MAE , 2011-02)(Dhar, Painuly, & Nygaard, 2010)

La **Comisión Técnica ENT (CT)** es el grupo nuclear con mayor poder de decisión técnica dentro del proyecto e incluye a representantes de las instituciones encargadas de implementar los planes de acción nacional (MAE , 2011-02):

- Subsecretaría de Cambio Climático (Ministerio del Ambiente)
- Subsecretaría de Ciencia y Tecnología e Innovación (Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación)
- Subsecretaría de Fomento Ganadero (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca)
- Subsecretaría de Riego y Drenaje Ganadero (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca)
- Secretaría Nacional del Agua
- Subsecretaría de Energía Renovable y Eficiencia Energética (Ministerio de Electricidad y Energías Renovables)

Como se observa en la Figura 1 la Comisión Técnica ENT junto al coordinador de la ENT deben proveer de información y proporcionar apoyo al desarrollo del proyecto. Las responsabilidades específicas incluyen:

- Identificar las prioridades nacionales de desarrollo y definir los sectores prioritarios.
- Decidir sobre la constitución de grupos de trabajo sectoriales / tecnológicos.
- Aprobar las tecnologías y estrategias para mitigación y adaptación que son recomendadas por los grupos de trabajo sectoriales.
- Aprobar el Plan de Acción Tecnológico Sectorial (un mapa de políticas que se requerirá para eliminar obstáculos y crear el ambiente facilitador) y desarrollar un Plan Nacional de Acción de Tecnologías para mitigación y adaptación.

Los **Consultores Nacionales ENT (CN)** son los expertos nacionales que trabajan en estrecha colaboración con la Comisión Técnica y el Coordinador para apoyar la totalidad del proceso ENT según los requerimientos de la CT y el Coordinador (MAE , 2011-02).

Los **Grupos de Trabajo Sectoriales** serán designados en su conformación por la Comisión Técnica; y pueden ser sectoriales, líneas tecnológicas, regionales o cualquier otro criterio que se considere conveniente y relevante en el desarrollo del proyecto (MAE , 2011-02).

El **Equipo Nacional** está conformado por miembros del estado ecuatoriano. Pueden estar incluidos expertos no gubernamentales que proporcionen información y criterios para mejorar la evaluación de las necesidades. Las tareas del equipo nacional son de apoyo administrativo/organizacional así como desarrollo de la plataforma para la aceptación política y estratégica del proyecto (MAE , 2011-02).

## **2.2. PROCESO DE PARTICIPACIÓN DE LAS PARTES INTERESADAS EN EL PROYECTO ENT - EVALUACIÓN GENERAL**

Según las directrices dadas en el Manual de evaluación de necesidades tecnológicas para realizar una Evaluación de necesidades en materia de tecnología (PNUD, 2010), los grupos de partes interesadas deben participar desde el inicio del proceso. Los aportes de las partes interesadas son fundamentales para el desarrollo del proyecto, ya que sin su apoyo y aprobación, la implementación de las tecnologías seleccionadas para mitigar y/o adaptar el cambio climático no va a ser exitosa ni a largo plazo.

Para lograr la participación de los grupos de partes interesados se recomienda realizar talleres y foros de intercambio entre gobierno y partes interesadas para facilitar la comunicación, comprometer a todos los involucrados y tomar decisiones sobre algún tema o problema específico.

La metodología de trabajo consiste en la realización de un taller nacional al inicio del proyecto en el cual las partes interesadas tienen la oportunidad de conocer del proyecto

ENT, presentar sus experiencias, dudas e inquietudes con respecto al sector a ser estudiado. Además se realiza un taller de priorización de tecnologías e identificación de barreras en el cual participan tanto las partes interesadas de las zonas seleccionadas por la comisión técnica, como representantes de asociaciones, gobiernos locales, academia y los miembros de la CT.

A lo largo del proyecto los consultores nacionales realizan visitas técnicas a las zonas de interés en donde presentan el proyecto ENT a los involucrados y reciben retroalimentación de las prácticas actuales, experiencias pasadas y tecnologías conocidas o de interés. Además se reúnen con representantes de las partes interesadas como son asociaciones, centros comunales, provinciales y cantonales, para conocer el estado actual del sector, identificar barreras y limitaciones y definir intereses.

## CAPÍTULO 3: SELECCIÓN DEL SECTOR

---

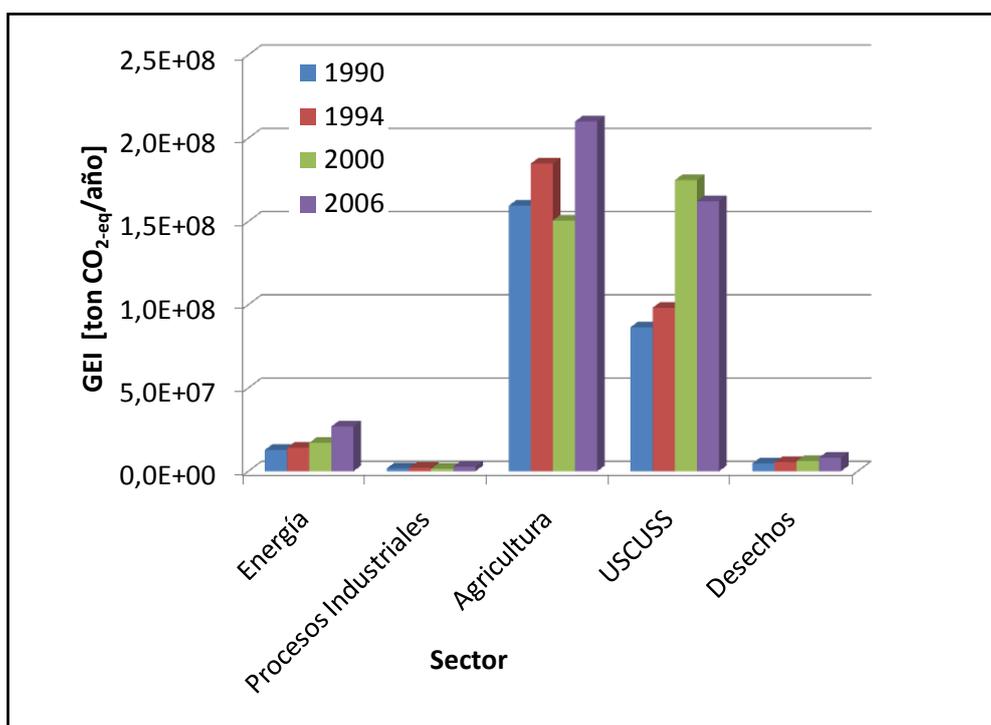
### 3.1. UNA VISIÓN GENERAL DE LOS SECTORES, EL CAMBIO CLIMÁTICO PROYECTADO, Y EL ESTADO DE LAS EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO Y LAS TENDENCIAS DE LOS DIFERENTES SECTORES

Ecuador realiza esfuerzos políticos, técnicos y administrativos a nivel nacional e internacional a través de un rol voluntario y proactivo de procesos sostenibles e iniciativas innovadoras como parte de su Estrategia Nacional de Cambio Climático (Ministerio del Ambiente, 2008). La política ambiental nacional es dirigida por el Ministerio de Ambiente y plantea la gestión de adaptación y mitigación a la variabilidad climática para disminuir la vulnerabilidad social, económica y ambiental a través de las siguientes estrategias: Mitigar los impactos del cambio climático, implementar el manejo integral de riesgo, reducir emisiones de GEI y reducir el riesgo ambiental (GEF/PNUD/MAE, 2011). En este sentido Ecuador participa en el proyecto “Evaluación de las necesidades tecnológicas para el cambio climático” con el fin de avanzar en su objetivo de combatir y prepararse a los efectos del cambio climático.

En el “Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero” presentado en la Segunda Comunicación Nacional en el año 2011 (GEF/PNUD/MAE, 2011), se identifican a los sectores que mayor cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero ocasionan: uso del suelo cambio en el uso del suelo y silvicultura (USCUSS), agricultura, procesos industriales, energía (transporte) y desechos. Como se presenta en la **Figura 13** en Ecuador el sector agrícola junto con el sector uso de suelos cambio en el uso de suelo y silvicultura (USCUSS) son los sectores que generan la mayor cantidad de emisiones de GEI. Estos dos sectores están interrelacionados ya que el principal uso del suelo en Ecuador es para uso agrícola. El cambio en el uso de suelo es generalmente para aumentar área de pastizales para ganado o incremento de área de cultivos (INEC, 2009). En consecuencia, los fenómenos de deforestación y erosión que ocasionan la gran cantidad de emisiones de GEI en este sector son consecuencia de procesos agrícolas. Las emisiones de GEI de los demás sectores considerados se encuentran muy por debajo de estos dos sectores, siendo el sector industrial el que menores emisiones genera.

Al realizar un análisis de la evolución sectorial de las emisiones directas de los GEI (CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub>) por sector, se puede observar que en Ecuador el sector agrícola es el que más aporta a las emisiones totales, seguido por el sector USCUSS y en menor escala por los sectores de energía, desechos y procesos industriales. Sin embargo, durante el año 2000, las emisiones del sector agrícola disminuyeron con relación a los años 1990 (5,6%) y 1994 (18,5%), como resultado de un número menor de animales en pastoreo, lo cual generó una disminución de emisiones, tanto de metano por fermentación entérica y manejo del estiércol, como de óxido nitroso por el pastoreo en pastizales. Es importante destacar que entre el año 2000 y 2006 se experimentó un incremento importante en el sector agricultura

del orden del 39,5% ocasionado por un incremento en el número de cabezas de ganado. La tendencia en este sector sigue siendo creciente, ya que la demanda nacional e internacional de los productos de la ganadería está aumentando. Es interesante destacar que simultáneamente se observa un decremento en el sector USCUS del 7,3%, ocasionado por campañas de reducción de la deforestación, programas de reforestación, y aumento del área de zonas protegidas.



**Figura 2: Emisiones de GEI según sector en [ton CO<sub>2</sub>(eq)]/año**

**Fuente: (GEF/PNUD/MAE, 2011)**

El análisis completo de la selección del sector de acuerdo a las emisiones de los diferentes GEI (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O) se presenta en el Anexo A.3.1. Dada la tendencia creciente de la distribución de las emisiones de GEI según los sectores y la producción de los diferentes gases, la comisión técnica del proyecto ENT selecciona al sector agrícola y al sector manejo de desechos como los sectores priorizados para mitigación al cambio climático. La tendencia de la producción de estos sectores es creciente, lo que indica que las emisiones seguirán aumentando si no se pone especial énfasis en controlar e inclusive reducir las emisiones de GEI con el fin de mitigar el cambio climático. Con la aplicación de tecnologías que reduzcan las emisiones de GEI en estos sectores, se alcanzaría el mayor efecto sobre el inventario nacional de GEI.

Los subsectores del sector agrícola son: fermentación entérica, manejo de estiércol, cultivo de arroz, suelos agrícolas, quema de sabanas, quema de residuos agrícolas

(GEF/PNUD/MAE, 2011). Para definir el subsector priorizado dentro del sector agrícola, la Comisión Técnica debe identificar el impacto de cada subsector sobre las emisiones de GEI. Al observar las emisiones de GEI en los subsectores agrícolas, la Comisión Técnica para el sector Ganadero define que el subsector priorizado dentro del sector agrícola para el proyecto ENT en Ecuador es el manejo de los desechos sólidos y líquidos de la producción ganadera. Los datos de las emisiones de GEI en el subsector se presentan en el Anexo A.3.1.

### **3.2. CRITERIOS Y RESULTADOS DE LA SELECCIÓN DE SECTORES**

Los requisitos utilizados para la identificación y priorización de las zonas geográficas seleccionadas para el proyecto, responden a (MAE, 2012):

- Vulnerabilidad: el estudio debe estar dirigido a poblaciones frágiles, donde se han establecido malas prácticas para la disposición final de desechos, ya sea por desconocimiento y/ o falta de recursos.
- Distancia entre productores: por temas logísticos los productores no deben estar muy distanciados entre sí para poder aprovechar la organización de los mismos en las tecnologías planteadas.
- Representatividad: el estudio debe responder a los diferentes pisos climáticos sierra, costa y Amazonía.
- Presupuesto: recursos limitados para organizar visitas de terreno.
- Replicabilidad del proyecto en otras zonas.

En este sentido se comparó las diferentes zonas de acuerdo a los siguientes criterios cualitativos (MAE, 2012):

- Ubicación
- Cantidad de ganado
- Concentración de público objetivo
- Proyectos vigentes
- Volumen de desechos sólidos y líquidos
- Distribución de productores
- Acceso y/ o falta de información
- Tamaño de los productores
- Potenciales beneficiarios
- Grado de informalidad de los actores en las zonas a ser intervenidas
- Salud

Utilizando estos criterios, se selecciona para el estudio la franja a lo largo de la línea ecuatorial entre costa, sierra y amazonia que ocupan las provincias de Manabí, Santo Domingo, Pichincha, Napo y Orellana. Las principales razones son su cercanía y representatividad en otras zonas, la alta densidad de explotaciones ganaderas y avícolas, el tamaño de producciones; y la capacidad de extrapolar las tecnologías seleccionadas a otras zonas productivas.

Para definir las zonas representativas de cada tipo de ganado o explotación, se debe conocer el número de cabezas en cada provincia. Se observa en la Figura 3 la distribución de la producción ganadera y de explotaciones avícolas obtenidas en la proyección realizada por la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua del Instituto Nacional de Estadísticas y Censo (ESPAC – INEC) en el 2010 (ESPAC-INEC, 2010).

En las provincias de interés se identifica que el ganado bovino se encuentra mejor representado en Pichincha y Manabí, mientras que el ganado porcino se encuentra en Santo Domingo. La explotación avícola está muy representada en Manabí, con productores grandes que no cumplen con los requisitos de vulnerabilidad ni público objetivo, por lo que se ha seleccionado a Santo Domingo de los Tsáchilas como Provincia designada para la explotación avícola para el proyecto ENT.

La producción ganadera en la Amazonía ha experimentado un desarrollo muy importante en los últimos años que no se ve representado en la Figura 3. Y dado el requisito de representatividad de la zona oriental en el estudio, se selecciona a la provincia de Napo para el estudio de ganados bovinos de leche y porcino.

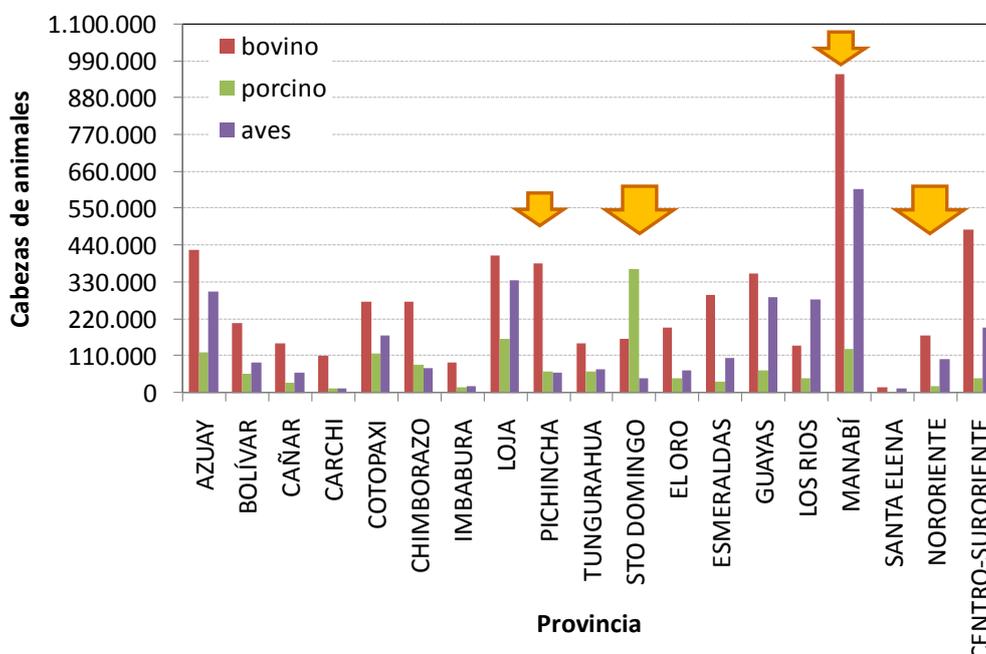


Figura 3: Distribución de cabezas de ganado según provincia

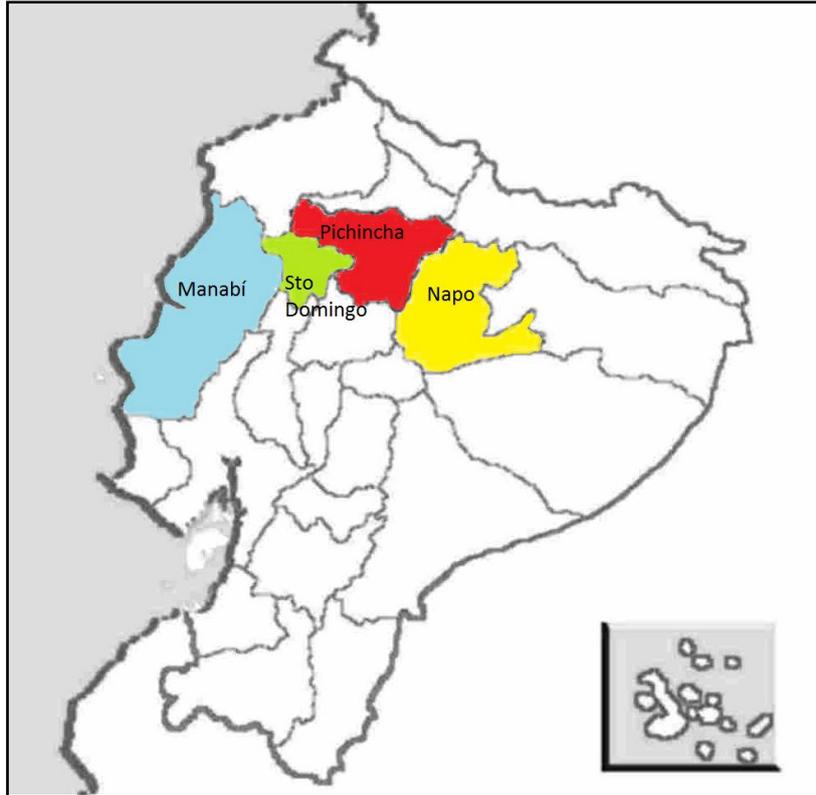
Fuente: (ESPAC-INEC, 2010)

La Comisión Técnica del Sector Ganadería en reunión del 04 de abril de 2012 considera que lo importante es identificar las necesidades de los pequeños productores, ya que los grandes productores tienen mayor capacidad de solucionar su problema medio ambiental, mientras que los pequeños productores generan individualmente pequeñas cantidades, pero colectivamente generan grandes cantidades de GEI. Además no han implementado ninguna tecnología o procedimiento para el manejo adecuado de sus desechos y la reducción de contaminación. No se busca apoyar al productor ideal, sino encontrar tecnologías que puedan implementar productores con limitados recursos. Por lo tanto, los objetivos del proyecto ENT para mitigación al cambio climático en el sector ganadero son los pequeños productores. Los cuales están definidos para este proyecto de acuerdo a la siguiente tabla (MAE, 2012).

**Tabla 3: Definición de los productores beneficiarios para el proyecto ENT**

Tipo de explotación	Pequeño productor	Desechos a tratar
Ganado bovino de leche	hasta 20 ha / hasta 35 vacas	Desechos sólidos y líquidos
Ganado bovino de carne	hasta 50 ha / hasta 40 vacas	Desechos sólidos
Ganado porcino	hasta 20 madres	Desechos líquidos
Avícola	hasta 5 000 pollitos	Desechos sólidos (gallinaza)

Los criterios de la selección de los cantones específicos de estudio dentro de cada provincia se presentan en el Anexo A.3.2. En resumen la comisión técnica selecciona a las siguientes zonas para la elaboración del estudio del manejo de los desechos sólidos y líquidos en el sector ganadero. En la provincia de Manabí se seleccionan los cantones: Chone, Pedernales y El Carmen para el estudio del ganado bovino de carne. En la Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas se selecciona el cantón con el mismo nombre para el estudio de las explotaciones porcinas y avícolas. En la Provincia de Pichincha se selecciona la parroquia Lloa en el cantón Quito para el estudio del ganado bovino de leche. Y finalmente, en la provincia de Napo en el Cantón Quijos se estudia la explotación de ganado bovino de leche y porcino. En la Figura 4y en la Tabla 4se presentan las zonas geográficas asignadas para cada uno de los cuatro tipos de ganado seleccionados. Como se puede observar dos de las cuatro zonas incluyen a dos tipos de ganados (Quijos y Santo Domingo de los Tsáchilas), mientras que en Pichincha y Manabí solo se considera a las ganaderías bovinas de leche y carne, respectivamente.



**Figura 4: Presentación de las zonas seleccionadas para el proyecto ENT en el sector ganadero**

**Tabla 4: Zonas geográficas asignadas a cada tipo de ganado**

Ganado \ Zona	Lloa / Cantón Pichincha	Cantón Quijos	Cantón Santo Domingo de los Tsáchilas	Cantones El Carmen, Pedernales y Chone
Bovino de leche	X	X		
Bovino de carne				X
Porcino		X	X	
Avícola			X	

Para establecer la distribución de los pequeños, medianos y grandes productores en las diferentes zonas, así como el punto de partida, y las prácticas comunes y tecnologías existentes para el manejo de los desechos ganaderos, se realizaron visitas a las zonas seleccionadas y se realiza el levantamiento de información para determinar el estado actual en el que se encuentra cada una de las zonas. Esta información se encuentra resumida en el capítulo 4.1 y en detalle en el Anexo A.4.1.

## CAPÍTULO 4: PORTAFOLIO Y PRIORIZACIÓN DE TECNOLOGÍAS

---

### 4.1. EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO (GEI) Y TECNOLOGÍAS EXISTENTES EN EL SECTOR AGROPECUARIO

La importancia a nivel mundial del sector agrícola y específicamente del manejo y tratamiento de los desechos ganaderos para mitigación al cambio climático son evidentes al considerar los siguientes datos (FAO, 2006)(Townsend, Begon, Harper, Hoffmeister, Steidle, & Thomas, 2009):

- Mundialmente 30% de los suelos están destinados a la ganadería y el 78% del suelo de uso agrícola está destinado a producción animal directa (pastizales 87%) e indirecta (sobrealimento 13%).
- 8% del consumo global de agua es para producción animal (7% alimentos).
- El impacto ambiental de un establo de 10 000 cerdos es equivalente a la contaminación ocasionada por una ciudad de 18 000 habitantes.

En la mayor parte de los países está prohibido despojar desechos agrícolas en vertientes de agua, dado su alto potencial de contaminación por: aumento en la demanda química y bioquímica de oxígeno; aumento en sólidos totales, disueltos y suspendidos; aumento en la concentración de elementos como nitrógeno, potasio, fósforo y micro elementos (Fe, Zn, Cu, Mn, etc.) que pueden ocasionar eutrofización de las aguas; y finalmente aumento en microorganismos y patógenos perjudiciales para la salud humana y animal. Esto hace que su disposición y tratamiento adecuados sean indispensables (FAO, 2006). Además los desechos orgánicos agrícolas tienen un alto potencial de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), ya que en su proceso natural de degradación se liberan grandes cantidades de GEI. Realizando los cálculos pertinentes se obtiene que por cada tonelada de desechos animales se producen 150 kg CO<sub>2-eq</sub> / año. En muchos países ya se han desarrollado una serie de tecnologías para reducirla contaminación ocasionada por los desechos sólidos y líquidos, y reducir emisiones de GEI.

Las tecnologías utilizadas hasta el momento en el país para el manejo de desechos sólidos y líquidos en el sector ganadero son muy limitadas y rudimentarias, lo que ha conducido a un funcionamiento precario y a malas experiencias en la implementación y transferencia de tecnología. Las principales experiencias han sido con las tecnologías de digestión anaerobia, lagunas, compostaje y almacenamiento en seco o líquido. El estado actual en el manejo de los desechos ganaderos es muy heterogéneo en las diferentes zonas, aunque dentro de una misma zona el manejo es similar. Por ejemplo, hay zonas que trabajan activamente en mejorar el manejo de sus desechos y en implementar nuevas tecnologías,

mientras que otras zonas simplemente desalojan los desechos en las fuentes de agua como acequias, vertientes o ríos.

Es así que el manejo de la gallinaza en los planteles avícolas de pollos de engorde es muy simple y el desecho, conocido como gallinaza, cuenta con una gran demanda entre ganaderos y agricultores como fertilizante. Por otro lado, el estiércol de los cerdos genera grandes problemas para sus dueños, ya que estos animales se encuentran principalmente en establos y la disposición de estos desechos es complicada. El tema con el ganado bovino es muy variado y depende de la zona en la que se esté trabajando. Es así que el ganado de carne en Manabí es mantenido en pastizales con una densidad extremadamente baja, con lo cual es imposible recolectar estos desechos, salvo en aquellas ganaderías que, por temor al robo de ganado, reúnen al fin de cada día sus animales y los encierran en corrales abiertos durante la noche. En estos casos se produce acumulación de estiércol, siendo necesaria la aplicación de alguna medida para su disposición final. Por otro lado, el ganado bovino lechero suele ser alimentado y ordeñado en establo, los cuales se limpian con agua, con lo cual se tiene una gran cantidad de desecho disponible para realizar diferentes tipos de manejo.

Para identificar la línea base en el manejo de los desechos sólidos y líquidos del sector ganadero en las diferentes zonas y hacer el levantamiento de información de la situación actual en la que se encuentra cada una de las zonas y las tecnologías o prácticas de manejo de desechos existentes, se realizaron visitas a los sectores seleccionados. Las características geográficas, ambientales y sociales de cada zona y los resultados de las visitas realizadas para identificar el punto de partida de las diferentes zonas seleccionadas se encuentran en el Anexo C.3 .

## **4.2. UNA VISIÓN GENERAL DE POSIBLES TECNOLOGÍAS DE MITIGACIÓN EN EL SECTOR GANADERO Y SUS BENEFICIOS PARA MITIGACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO**

Dado que el manejo de los desechos generados por la producción animal es un problema recurrente en todo el mundo, se han desarrollado una serie de tecnologías con diferente nivel de efectividad. Es así que algunas de las tecnologías son eficientes en reducir la emisión de gases de efecto invernadero, otras en producir energías renovables, fertilizantes orgánicos ricos en nitrógeno, fósforo, potasio y micronutrientes, ser una fuente de carbono orgánico para los suelos o estabilizar la materia orgánica y eliminar patógenos, mientras que otras simplemente se limitan a eliminar olores o reubicar los desechos para que su proceso de degradación natural se efectúe en una zona alejada de los animales. Inclusive existe la posibilidad de reutilizar estos desechos como alimento en un innovador ciclo alimenticio.

**Tabla 5: Categorización de las tecnologías consideradas para el manejo de desechos sólidos y líquidos de ganados**

Categoría	Procesos bioquímicos	Procesos físicos	Procesos mecánicos	Procesos Alimenticios
Tecnologías	Compostaje	Almacenamiento en seco	Centrifugación	Alimentación animal
	Digestión anaerobia		Decantación	Cultivo de hongos
	Digestión aerobia			
	Lombricultura	Almacenamiento de lodos	Filtración	Preparación de harinas
	Sistema de lagunas			

Para poder tener una mejor perspectiva sobre las tecnologías existentes, se realiza una categorización de acuerdo a su proceso principal en cuatro categorías: procesos bioquímicos, procesos físicos, procesos mecánicos y procesos alimenticios. Las tecnologías consideradas en cada categoría se presentan en la siguiente tabla, seguido por una breve descripción de cada una. La descripción detallada de cada tecnología se presenta en el Anexo A.1 de este informe. En el Anexo A.2 se presentan las hojas de datos de las tecnologías.

#### 4.2.1. Procesos Bioquímicos

Los procesos bioquímicos son en general los procesos más completos, ya que no sólo estabilizan la materia orgánica sino que también eliminan patógenos, generan un producto de valor agregado como biogás, compost, humus o biol, y reducen de forma directa e indirecta las emisiones de GEI. Esto se debe a la estabilización de la materia orgánica por la descomposición controlada de los desechos. Esta descomposición puede llevarse a cabo en presencia de oxígeno como es el caso del compostaje, la lombricultura y la digestión aerobia, o en ausencia de oxígeno, como es el caso de la digestión anaerobia. El sistema de lagunas de estabilización consiste por lo general de un primer paso de degradación de la materia orgánica en ausencia de oxígeno, en el cual se recupera biogás, y es seguido por un proceso de degradación aerobia el cual puede consistir de un solo paso o de varios, dependiendo de los requerimientos del efluente. Normalmente, los procesos bioquímicos son más complejos y en consecuencia más costosos que los demás, ya que su implementación incluye una serie de pasos como tratamiento previo de la materia prima o acondicionamiento de los productos obtenidos. El nivel de tecnificación del proceso es variable y depende de la escala a la que se esté trabajando y del presupuesto existente. Sin embargo, se puede decir con certeza que mientras mayor es el nivel de tecnificación, mejores son los resultados obtenidos del proceso de tratamiento de desechos como mayor reducción de emisiones de GEI, mayor rendimiento y menos problemas operativos.

El **compostaje** es un proceso bioquímico de tratamiento aerobio de desechos en el cual, la materia orgánica es convertida en compost, un abono natural, rico en nutrientes. Los sistemas de compostaje se clasifican en pequeña escala (composteras domésticas o en pilas) y en mediana y gran escala, en los que se usan pilas estáticas con aireación o reactores cerrados. La compostera tradicional se trata de recipientes sencillos de bajo costo y fácil manejo. La mezcla de los desechos se realiza de forma manual utilizando herramientas simples como una pala. El compostaje a mediana escala se lleva a cabo dentro de reactores cerrados o en pilas o hileras volteadas. Se pueden encontrar reactores de flujo horizontal o vertical. Uno de los más utilizados, es el tambor rotatorio que consiste en cilindros que giran lentamente de forma continua o intermitente, a lo largo de su eje principal, volteando los desechos en el interior. En las pilas o hileras volteadas, la mezcla se coloca en pilas o hileras triangulares o trapezoidales, las cuales deben ser volteadas periódicamente para permitir la entrada de aire fresco. Es de bajo costo y su aplicación para el procesamiento de grandes cantidades de desechos (Moreno Casco & Moral Herrero, 2008).

La **digestión anaerobia** es un proceso biológico en el cual diversos microorganismos interactúan entre sí, en ausencia de oxígeno, para convertir la materia orgánica en un producto gaseoso conocido como biogás, constituido por metano y otros productos inorgánicos incluyendo agua y dióxido de carbono, y un fertilizante orgánico conocido como biol. El metabolismo bioquímico sucede en tres etapas: hidrólisis, acidogénesis y metanogénesis, en las cuales distintos microorganismos trabajan de manera conjunta y coordinada para llevar a cabo la digestión de los desechos orgánicos. El proceso a pequeña escala se lleva a cabo en biodigestores artesanales. No requieren de un monitoreo sofisticado ni de inversión en equipos de mezcla ni calefacción. Para sistemas a mediana y gran escala se usan biodigestores continuos y semi-continuos más completos, que poseen un sistema que permite adicionar materia orgánica en ciertos intervalos de tiempo y constan de sistemas de control de temperatura, pH, sistemas de agitación, etc (Metcalf & Eddy, 2003)(Ferrer, 2008).

Los tratamientos de **digestión aerobia** se basan en la descomposición de la materia orgánica en presencia de oxígeno, produciendo compuestos oxidados y agua. A través de este proceso, el nitrógeno orgánico y amoniacal presente en los purines es transformado en nitratos. En muchas granjas la evacuación del estiércol de los establos se efectúa de forma líquida, mezclando los purines y el agua de limpieza. Esta mezcla puede almacenarse en fosas subterráneas o al aire libre, sin embargo, es necesario depurarlos biológicamente por acción bacteriana antes de ser utilizada como agua de riego o lodos estabilizados para ser esparcidos en los suelos. El tratamiento aerobio más utilizado es el de balsas de estiércol líquido con turbinas flotantes. El sistema consta de una criba para la separación de los sólidos y una piscina de aireación con sistema de mezclador-homogeneizador para intensificar la oxidación (Marañón Maison, 1998)(Ortiz Cañavate, 2003).

El **sistema de lagunas**, también conocido como sistema Nuevo Zelandés, consiste en un conjunto de lagunas aeróbicas y anaeróbicas. El tratamiento consiste en la reducción del contenido orgánico (demanda química de oxígeno y demanda bioquímica de oxígeno) y la mineralización de los nutrientes (nitrógeno). Este proceso trata y estabiliza los lodos

residuales de tal forma que estos pueden ser utilizados posteriormente como agua de irrigación o retornados a fuentes de agua. Los productos obtenidos del proceso son biogás, agua tratada y lodos estabilizados. Se utilizan principalmente dos sistemas. El sistema de dos lagunas (*twopondsystem*) consiste de dos lagunas conectadas en serie. Los lodos ingresan en la primera laguna que consiste de un digestor anaeróbico construido bajo tierra a profundidades entre 4 – 5 m y rectangulares. La relación largo/ancho es de 2:1. El material de construcción es de geomembrana. La laguna facultativa u oxidativa es menos profunda (1,0 – 1,5 m), pero más grande para asegurar el tiempo de residencia necesario hasta alcanzar la remoción del material orgánico. Mientras que el sistema avanzado de lagunas (*advancedpondsystem*) consiste en un sistema de cuatro lagunas. En este sistema se sustituye la laguna oxidativa o facultativa por tres lagunas: la laguna de alta tasa (*highratepond*), un estanque de poca profundidad (0,1 – 0,3m) donde se fomenta la producción de algas que reducen DQO; el segundo pozo (*algasettlingpond*) es de sedimentación de las algas; y el último estanque (*maturationpond*) es de maduración y desinfección de las aguas por acción de luz solar ultravioleta (Craggs, Sukias, Tanner, & Davies-Colley, 2004).

Finalmente, la **lombricultura** es una tecnología, basada en la crianza de lombrices, que transforma residuos biodegradables como estiércol, rastrojo de cosechas, entre otros materiales orgánicos, en humus. Los sistemas de lombricultura se clasifican en pequeña escala (discontinuas, de flujo vertical continuo y de flujo horizontal continuo) y en gran escala (sistemas de movimiento de olas y sistemas flotantes hacia arriba). En el sistema discontinuo se coloca una capa de materia orgánica y lombrices entre dos capas de materia orgánica. Este tipo de cajones es utilizado cuando hay un espacio reducido. Es fácil de construir pero es ineficiente en el momento de la cosecha del humus. En el sistema de flujo horizontal continuo los cajones se encuentran alineados horizontalmente. En este caso, el cajón se separa en el medio con una malla y se llena una mitad con materia orgánica. Cuando el vermicompost está listo para ser cosechado, se llena la mitad restante para que las lombrices migren hacia el nuevo material en búsqueda de alimento. Y el sistema de movimiento de olas consiste en poner la materia orgánica en el extremo izquierdo de una cama de vermicompost e ir agregando paulatinamente nueva materia orgánica de izquierda a derecha, produciéndose así el movimiento de olas, pues las lombrices migran de una a otra en busca de alimento (Droste, 1997).

#### 4.2.2. Procesos Físicos

Los procesos físicos se limitan al almacenamiento de los desechos sólidos y líquidos. Para el almacenamiento en seco se utilizan exclusivamente desechos sólidos, los cuales se estabilizan al secarse y se reduce por consiguiente la emisión de GEI al detener la degradación de esta materia orgánica. El almacenamiento en líquido no reduce por sí las emisiones de GEI, ya que el material continúa degradándose durante su almacenamiento y posterior aplicación. Pero si este desecho se utiliza como un fertilizante orgánico en suelos y en consecuencia se reduce la cantidad necesaria de fertilizantes sintéticos, se puede calcular la reducción de emisiones de GEI por esta razón.

El **almacenamiento en seco** se puede utilizar cuando se recolecta el estiércol en forma de sólidos ya sea en camas o por pérdidas de orina. La capacidad de almacenamiento depende de la disponibilidad de espacio. El almacenamiento puede ser a cielo abierto o cubierto. En el caso de almacenamiento a cielo abierto se tiene pérdidas de nutrientes por lixiviación (K) en precipitaciones y por volatilización (N). Las excretas secas pueden ser utilizadas por su alto valor calórico como una fuente de energía en forma de combustible sólido, o puede ser utilizado como abono orgánico. El estiércol sólido debe ser sometido a un proceso de secado tecnificado, como en secadores por platos, o puede ser un secado natural. El material seco puede ser granulado o pelletizado para facilitar su comercialización ya sea como abono orgánico o como combustible (Climatetechwiki, 2011).

El **almacenamiento de lodos** se lleva a cabo en tanques o piscinas al aire libre o cubiertas. El nivel de emisiones de GEI depende del nivel de ventilación, de la profundidad del tanque y tiempo de almacenamiento. El producto obtenido es un fertilizante líquido sin estabilizar (patógenos). EL proceso consiste en ingresar los lodos al tanque de almacenamiento sin ningún tratamiento previo excepto la eliminación de sólidos. En el tanque de almacenamiento se volatilizan los nutrientes, especialmente nitrógeno en hasta el 35%. La volatilización depende del nivel de ventilación. Los lodos almacenados son aplicados posteriormente a los suelos de forma controlada (Climatetechwiki, 2011).

#### 4.2.3. Procesos Mecánicos

Al igual que los procesos físicos, los procesos mecánicos no reducen por sí las emisiones de GEI ni generan energía renovable o eliminan patógenos. Los procesos mecánicos se basan en la separación de las fases sólida y líquida utilizando diferentes principios físicos como son la fuerza centrífuga (centrifugación), la gravedad (decantación) o el tamaño de partícula (filtración). Estos procesos son muy interesantes si se los utiliza como un pre-tratamiento para un proceso posterior de reducción de GEI o estabilización, o un post-tratamiento de acondicionamiento del efluente para su aplicación posterior.

La **centrifugación** es la separación física del material por acción de una fuerza rotativa, mucho mayor que la gravedad. El movimiento del tambor provoca la sedimentación acelerada de las partículas. La separación se logra gracias a la diferencia de densidades entre sólidos y líquidos o entre líquidos. Al realizar este proceso los líquidos más livianos permanecen cerca del centro de rotación y se desbordan sobre el vertedero. Los sólidos más pesados se mueven hacia la periferia del contenedor y son liberados de forma continua o intermitente. Como productos se obtiene agua para irrigación o tratamiento y lodos sin estabilizar (patógenos). El diseño más utilizado es el cilindro- cónico. Consta de una unidad giratoria que incluye un tornillo de Arquímedes, que gira con diferente velocidad pero en el mismo sentido y es regulado por un sistema de platos-polea. Con este método se puede reducir entre un 40% y 60% de sólidos totales de los purines y mantener la fase sólida con una humedad aproximadamente del 70% (Hernández, 2003)(Sewage, 2003).

La **decantación** es un proceso de separación por gravedad. Las partículas más densas que el líquido tienen una trayectoria descendente, depositándose en el fondo de un decantador.

La decantación depende de la densidad del líquido, tamaño, peso específico y características de las partículas. Los productos obtenidos son agua para irrigación o tratamiento y lodos sin estabilizar (patógenos). Esta operación es eficaz cuando el tamaño y la densidad de las partículas a separar son mayores que la del líquido. La velocidad de sedimentación depende de la morfología de las partículas, siendo el principal parámetro de diseño para estos equipos. La decantación primaria tiene como objetivo eliminar los sólidos en suspensión (en aprox. 60%) presentes en aguas residuales y reducir la materia orgánica (en aprox. 30%) (Skoog, 2005). (Depuración Industrial | Depuradoras Aguas Residuales, 2011).

La **filtración** es una operación que permite la separación de un sólido insoluble que está presente en una suspensión sólido-líquido, haciéndola pasar a través de una membrana porosa que retiene las partículas. Los productos obtenidos son agua para irrigación o tratamiento y lodos sin estabilizar (patógenos). Principalmente, se utilizan tres sistemas. El filtro de banda consta de dos cintas sin fin que convergen en forma de cuña, y son

conducidos por rodillos mientras se presionan mutuamente. La concentración de sólidos a la salida se encuentra entre 25% y 75%. El filtro prensa consiste en una cierta cantidad de bandejas, colocadas sobre guías que garantizan su alineación. Éstas son sometidas a presión por sistemas electromecánicos e hidráulicos entre un extremo fijo y uno móvil. La fase sólida presenta una concentración entre 15% y 25%. Finalmente, los filtros de vacío de disco rotativo constan de un tambor en forma cilíndrica con varios sectores que giran sobre su eje axial, en el que se ejerce un vacío en su interior para facilitar el paso del fluido. Los sólidos son retenidos sobre la superficie lateral (Ibarz, 2005)(Anderson, 2006).

#### 4.2.4. Procesos Alimenticios

Finalmente, la aplicación de desechos ganaderos como fuente de alimento animal es una opción que no solo reduce las emisiones de GEI directamente sino que elimina el desecho y reduce los requerimientos alimenticios y por ende la cantidad de suelo destinado para el cultivo. Sin embargo, existe el riesgo de la aparición de problemas sanitarios como transmisión de enfermedades por ingesta de patógenos. Por esta razón los desechos deben ser tratados en un proceso de estabilización e higienización antes de ser alimentados al animal.

La preparación de **alimento animal** es una tecnología que utiliza las excretas para producir alimento animal para rumiantes y piscicultura debido a su alto contenido de materia mineral, fibra y nitrógeno. El estiércol debe someterse a algún proceso físico, químico o biológico que genere un producto libre de patógenos. Las excretas de las aves constituyen un recurso abundante; sin embargo, es necesario tomar en cuenta los riesgos implicados cuando se suministran como alimento a los rumiantes. Hay que tomar las precauciones correspondientes evitando su uso prolongado y en proporciones elevadas. El estiércol de cerdo, en cambio, está cobrando importancia en el engorde de rumiantes y piscicultura. Contiene más de un 20% de proteína bruta por lo que se utiliza como pienso para las aves

de corral, así como un 15% es reciclado para autoconsumo. En las raciones de ovinos, se lo ha incluido en alrededor de un 40% (FAO, 2012)(Climatetechwiki, 2011).

Los hongos son organismos saprofitos, carentes de clorofila, que no pueden sintetizar carbono del ambiente. Es por ello que el **cultivo de hongos** conlleva un proceso previo, la preparación del sustrato (materia orgánica en descomposición y excrementos) con las características físicas, químicas y microbiológicas que permitan el desarrollo del micelio. El sustrato es una mezcla de residuos orgánicos, los cuales se someten a un proceso de compostaje, es decir la fermentación de la materia orgánica para transformar los residuos en fuentes ricas en carbono y nitrógeno en forma de proteínas y aminoácidos. De preferencia debe utilizarse estiércol fresco pues contiene una adecuada cantidad de orines. Una vez que la composta alcance un color café oscuro y las colonias de actinomicetos, sean fácilmente reconocibles como manchones blanquizcos, ésta se encuentra lista para someterse al proceso de pasteurización donde se controla la temperatura, humedad y ventilación. El proceso se lleva a cabo a una temperatura entre 57°C y a 60°C. Con el sustrato listo se siembra el micelio, el cual debe ser incubado a una temperatura de 20°C a 25°C (Barbado, 2003)(López A. , 2004).

La industria cárnica tiene como subproductos una gran cantidad de desechos que son usualmente aprovechados en la **elaboración de harinas** de sangre, carne, huesos o combinados. Por su alto contenido de calcio, fósforo, proteínas y aminoácidos son utilizadas como suplementos alimenticios. Los sistemas de preparación se diferencian de acuerdo al tipo de harina. La harina de sangre se obtiene por medios térmicos evaporando el agua y coagulando la sangre. El residuo sólido se seca para posteriormente ser molida en molinos. La harina de subproductos avícolas que se obtienen del despiece del pollo tales como patas, caparzones, cabezas, huevos no desarrollados se someten a un proceso de secado. El material sobrante finalmente se muele para obtener la harina.

La descripción en detalle de cada tecnología se presenta en el Anexo A.2 Descripción de las tecnologías, donde en A.2.1 hasta A.2.4 se presentan los procesos bioquímicos, mecánicos, físicos, alimentación animal y en el Anexo A.2.5 se encuentran las *Hojas de Datos tecnológicos y matriz de propiedades de tecnologías*.

Una comparación de las diferentes tecnologías en cuanto a productos, riesgos sanitarios, reducción de emisiones de GEI directos e indirectos, y costos relativos de capital y de mantenimiento y operación, se presentan en la Tabla 6:

**Tabla 6: Comparación de las diferentes tecnologías seleccionadas**

Escala / Plazo	Tecnologías Seleccionadas	Tipo de Proceso	Productos			Riesgos Sanitarios (patógenos)	Reducción de emisiones de GEI [Mg CO2-eq / ton desecho año]			Costos en 5 años [++ muy altos, + altos. - bajos, -- muy bajos]	
							Directa	Indirecta	Total	C. de capital	C. de O&M
Pequeña Escala / Corto Plazo	Digestión anaerobia	bio-químico	biol (fertilizante orgánico)	biogás		Bajo	77,59	7,33E-09	77,59	(-)	(-)
	Compostaje	bio-químico	abono orgánico			Bajo	8,66	8,20E-05	8,66	(+)	(++)
	Lombricultura	bio-químico	abono orgánico / humus			Bajo	8,66	8,20E-05	8,66	(+)	(+)
	Centrifugación	mecánico	lodos no estabilizados	agua para ser tratada		Alto	0	8,20E-05	0,00	(+)	(+)
	Decantación	mecánico	lodos no estabilizados	agua para ser tratada		Alto	0	8,20E-05	0,00	(+)	(+)
	Filtración	mecánico	lodos no estabilizados	agua para ser tratada		Alto	0	8,20E-05	0,00	(+)	(+)
Gran Escala / Corto Plazo	Digestión anaerobia	bio-químico	biol (fertilizante orgánico)	biogás		Bajo	93,8	7,33E-09	93,80	(++)	(++)

	Digestión aerobia	bio-químico	biol (fertilizante orgánico)			Medio	8,79E-04	7,33E-09	0,00	(+)	(++)
	Lagunas	bio-químico	Biogás	agua tratada para riego	lodos (sedimentos)	bajo / medio	93,8	7,33E-09	93,80	(++)	(++)
	Almacenamiento en seco	Físico	Fertilizante	alimento animal	combustible sólido	bajo / medio	11,28	7,91E-07	11,28	(++)	(++)
	Almacenamiento de lodos	Físico	Fertilizante			Alto	62,34	1,55E-06	62,34	(++)	(++)
	Alimentación animal	Alimento	alimento animal	agua para ser tratada		medio / alto	77,59	8,20E-05	77,59	(+)	(++)
	Preparación de harinas	Alimento	Harinas	agua para ser tratada		Bajo	77,59	8,20E-05	77,59	(++)	(++)
	Cultivo de hongos	Alimento	sustrato de cultivo			Bajo	8,66	8,20E-05	8,66	(+)	(+)

### 4.3. CRITERIOS Y PROCESO DE PRIORIZACIÓN DE TECNOLOGÍAS

La priorización de las tecnologías seleccionadas en las diferentes zonas se realiza utilizando una serie de criterios de priorización y evaluando cada tecnología mediante análisis multi-criterio. Este proceso se desarrolla en dos pasos. El primer paso consiste en definir los criterios que se utilizarán para la priorización, el peso que cada criterio tendrá en la puntuación total y la definición de cómo se asignan los puntos para cada criterio. El segundo paso consiste en la puntuación de cada criterio en el marco de cada tecnología.

Los criterios de priorización se dividen en cinco categorías: económicos, socio – culturales, ambientales, políticos y tecnológicos. Y dentro de cada una de estas categorías se encontraron de uno a tres criterios de priorización. Durante el proceso de definición de los criterios de priorización, se trató de plantear a cada uno de una forma clara y precisa para que no se generen incertidumbres durante el proceso de priorización. Los criterios de priorización y su puntuación se obtuvieron en dos etapas. En la primera etapa se elaboraron y analizaron los criterios en el marco de la comisión técnica con el equipo consultor para el sector ganadero, y en la segunda etapa se los socializó con los actores que asistieron al taller de priorización de tecnologías e identificación previa de barreras.

Durante la etapa preparativa, se elaboraron los criterios que se desean considerar para la priorización de tecnologías en conjunto la comisión técnica del sector ganadero y el equipo consultor. También se definieron porcentajes preliminares de la siguiente forma. En la categoría **económica** se identificaron tres criterios de priorización: contribución a la reducción de la pobreza y generación de empleo, costos de inversión y financiamiento, y sostenibilidad, el cual está relacionado a costos de mantenimiento y operación y obtención de productos. Esta categoría suma 25% de los puntos disponibles. La categoría **socio-cultural** también incluye tres criterios: interés del beneficiario en la tecnología, capacidad del beneficiario para implementar esta tecnología en su área de influencia y capacidad de asociación y organización en la zona. Esta categoría asimismo suma 25%. La categoría **ambiental** está dividida en reducción de emisiones de GEI directas e indirectas con 15% e impacto ambiental en los cuatro componentes ambientales (suelo, agua, hidrología y biota) con 5% sumando 20%. La categoría **política** solo incluye el criterio de alineamiento con el Buen Vivir y el Plan Nacional del Buen Vivir con un porcentaje del 10%. Finalmente la categoría **tecnológica** se divide en tres criterios: disponibilidad nacional de la tecnología, complejidad y seguridad industrial de la tecnología y balance energético, sumando un total de 20%. Los resultados de los pesos de los criterios de priorización elaborados por, se encuentran en la Tabla 7.

**Tabla 7: Criterios de priorización de tecnologías según categorías y con pesos elaborados en conjunto entre la Comisión Técnica Sector Ganadero (CTG) y el equipo consultor**

Categoría	Criterios de Priorización	Peso	Porcentaje
<b>Económico</b>	Contribución a la reducción de la pobreza / generación de empleo	10	<b>25</b>
	Costos de Inversión (CI) / Financiamiento	5	
	Sostenibilidad (costos de mantenimiento y operación (M&O), productos)	10	
<b>Socio - culturales</b>	Interés del beneficiario en la tecnología	10	<b>25</b>
	Capacidad del beneficiario para implementación de tecn. (UPAs, densidad y distribución del ganado)	10	
	Capacidad de asociación /organización de zona	5	
<b>Ambientales</b>	Reducción de emisión de GEI directas / indirectas	15	<b>20</b>
	Impacto ambiental (suelo, agua, hidrología, biota)	5	
<b>Políticos</b>	Alineamiento con el Buen Vivir (BV) y el Plan Nacional del Buen Vivir (PNBV)	10	<b>10</b>
<b>Tecnológicos</b>	Disponibilidad nacional	5	<b>20</b>
	Complejidad y seguridad industrial de la tecnología	10	
	Balance energético (aporte - usos)	5	
<b>TOTAL</b>			<b>100</b>

La presentación del proyecto ENT a las partes interesadas (*stakeholders*) se realiza en el marco del taller de “Priorización de tecnologías para el aprovechamiento de desechos en el sector ganadero (bovino, porcino, aviar)” el cual se llevó a cabo el día viernes 23 de marzo 2012 en las instalaciones de la USFQ. A este taller asistieron los miembros de la comisión técnica, representantes de las diferentes asociaciones, ganaderos bovinos, porcinos y avícolas, representantes de la academia y consultores. En la Tabla 8 se presentan las entidades participantes y cuantos representantes asistieron en el taller de priorización. En el Anexo II a) se presenta la lista de beneficiarios invitados al taller de priorización. Cabe recalcar que los productores que asistieron al taller son los mismos a los que se les realizaron las visitas de campo, por lo que ya conocían del proyecto ENT y ya se había discutido con ellos previamente las tecnologías existentes de manera informal. Al taller asistieron todos los actores deseados, tanto los productores como los representantes de las principales instituciones relacionadas con el proyecto y el sector. Durante el taller se logra empoderar a los actores con el proyecto ENT a través de la presentación del Proyecto ENT por parte del coordinador del proyecto y la presentación de las tecnologías seleccionadas por parte del equipo consultor. El primer ejercicio para los participantes consiste en la revisión de los criterios de priorización considerados y de la definición de pesos correspondiente. Una vez definidos los criterios se prosigue a la evaluación de las diferentes tecnologías. Terminado el ejercicio se presentaron los resultados de cada grupo y se mantuvo una discusión abierta sobre las razones de la selección. Y el último ejercicio en el taller consistió en una definición previa de las barreras existentes en cada zona, para aprovechar que los involucrados estaban reunidos y el primer tema de discusión son las dificultades que tienen en la ejecución de proyectos. La metodología utilizada para este taller consistió en la división de los participantes en grupos de interés, esto es de acuerdo al tipo de explotación a la que representan. Además en cada grupo se encontraba un miembro

del equipo consultor capacitado en las tecnologías y en la metodología del ejercicio, que guiaba al equipo de trabajo a lo largo del ejercicio. El cronograma del Taller se presenta en el Anexo 2 b).

**Tabla 8: Entidades participantes en el taller de priorización de tecnologías**

Entidad	Participantes
Ministerio del Ambiente	3
Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación	3
Ministerio Agricultura Ganadería Acuicultura Pesca	2
ENYATEC CIA. LTDA.	3
DMQ - Secretaría de Ambiente	3
Corporación Nacional de Avicultores, CONAVE	1
Asociación de Porcicultores, ASPE	1
Asociación de Ganaderos de Santo Domingo	2
Asociación de Porcicultores de Santo Domingo	2
Asociación de Ganaderos de la Sierra y Oriente	1
Asociación de Ganaderos de Chone	2
Empresarios ganadero Manabi	2
Empresarios ganadero Lloa	1
Empresarios ganadero Quijos	2
Academia	2
CTT-USFQ	4
<b>TOTAL</b>	<b>31</b>

Los resultados del ejercicio de ponderación de los criterios de priorización se encuentran en la Tabla 9 y se puede observar que se añadieron dos criterios: salud pública y seguridad sanitaria dentro de la categoría ambiental y legislación y aplicación de proyectos en la categoría política. Comparando los porcentajes de las categorías en cada tabla, se puede observar que el porcentaje destinado a la categoría económica aumenta en 3 puntos porcentuales, mientras que de la categoría socio-cultural baja 7 puntos porcentuales, lo cual indica que los actores la consideran menos importante para la definición de tecnologías. La categoría ambiental se mantiene prácticamente constante con 20 y 19%. Mientras que la categoría política aumenta en 7 puntos porcentuales para reducir la puntuación destinada a tecnología. El análisis multi-criterio de priorización de tecnologías para la mitigación de GEI en el sector ganadero se realiza con los pesos promedios obtenidos de los actores.

**Tabla 9: Criterios de priorización de tecnologías según categorías y con pesos elaborado durante el taller de Priorización de Tecnologías por los diferentes actores**

Sector	Criterios de Priorización	MAE - SCC	Senescyt	AGSO	Bovino	Bovino	Aviar	Porcino	Bovino	Bovino	Bovino	Bovino	Bovino	CTT-USFQ	Promedio	
					Quijos	Manabí	Sto Dom	Sto Dom	Manabí	Lloa	Manabí	Sto Dom	Sto Dom			
Económico	Contribución a la reducción de la pobreza / generación de empleo	10	10	12	5	10	5	5	5	5	10	5	10	10	8	28
	Costos de Inversión (CI) / Financiamiento	5	7	10	5	10	15	15	15	5	10	15	10	5	10	
	Sostenibilidad (costos de mantenimiento y operación (M&O), productos)	10	8	8	20	5	10	10	10	20	10	10	10	10	11	
Socio - culturales	Interés del beneficiario en la tecnología	10	7	3	8	5	5	5	5	8	2,5	5	5	10	6	18
	Capacidad del beneficiario para implementación de tecn. (UPAs, densidad)	10	6	5	5	5	5	5	5	5	2,5	5	5	10	6	
	Capacidad de asociación /organización de zona	5	7	7	2	10	5	5	10	2	10	5	5	5	6	
Ambientales	Reducción de emisión de GEI directas / indirectas	15	10	8	5	10	2	2	5	5	6	5	5	15	7	19
	Impacto ambiental (suelo, agua, hidrología, biota)	5	10	7	10	10	8	8	5	10	7	10	5	5	8	
	Salud pública seguridad sanitaria	0	0	5	5	10	0	0	10	5	7	5	10	0	4	
Políticos	Alineamiento con el Buen Vivir (BV) y el Plan Nacional del Buen Vivir (PNBV)	10	15	5	5	5	30	30	10	5	10	5	5	10	11	17
	Legislación y aplicación de proyectos	0	0	15	10	5	0	0	0	10	10	15	15	0	6	
Tecnológicos	Disponibilidad nacional	5	6	4	5	5	5	5	10	5	5	5	3	5	5	17
	Complejidad y seguridad industrial de la tecnología	10	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	10	10	6	
	Balance energético (aporte - usos)	5	8	5	10	5	5	5	5	10	5	5	2	5	6	
<b>TOTAL</b>		<b>100</b>														

Las indicaciones para la puntuación de las diferentes tecnologías seleccionadas se encuentran en la Tabla 10. La puntuación se encuentra para todos los criterios entre 0 y 3, o 0 y 2, dependiendo de la cantidad de alternativas. La puntuación está hecha de tal forma que se asigna un cero si la tecnología no aporta a este criterio y se va aumentando a 1, 2 o 3, dependiendo de los beneficios o aplicabilidad de la tecnología en la zona de influencia específicamente.

**Tabla 10: Indicaciones de puntuación de las diferentes tecnologías según los criterios de priorización**

Sector	Criterios Priorización	Punt.	Criterios de puntuación
Económico	Contribución a la reducción de la pobreza / generación de empleo	0 - 3	<p><b>0</b> = Tecnología no genera trabajo ni beneficios económicos para la comunidad /</p> <p><b>1</b> = Tecnología genera trabajo e ingresos moderados a nivel local /</p> <p><b>2</b> = Tecnología genera trabajo e ingresos considerables a nivel local/</p> <p><b>3</b> = Tecnología genera trabajo e ingresos a nivel regional o</p>

			nacional
	Costos de Inversión (CI) / Financiamiento	0 - 3	<p><b>0</b> = El CI es excesivamente alto y no se puede buscar financiamiento /</p> <p><b>1</b> = El CI es alto, pero sí se puede buscar financiamiento /</p> <p><b>2</b> = El CI es bajo y no se necesita financiamiento/</p> <p><b>3</b> = El financiamiento de tecnología ya está pre-aprobado</p>
	Sostenibilidad (costos de mantenimiento y operación (M&O), productos)	0 - 3	<p><b>0</b> = Los costos de M&amp;O son tan elevados que el proyecto no se puede autofinanciar en el tiempo /</p> <p><b>1</b> = El proyecto no genera ingresos, pero los costos de M&amp;O son bajos</p> <p><b>2</b> = El proyecto se autofinancia por la venta de productos o ahorro interno (energía, fertilizante, etc)</p> <p><b>3</b> = El proyecto genera ingresos por la venta de productos</p>
Socio - culturales	Interés del beneficiario en la tecnología	0 - 3	<p><b>0</b> = No existe interés en la tecnología /</p> <p><b>1</b> = Beneficiario conoce la tecnología, pero tiene dudas en implementación /</p> <p><b>2</b> = Beneficiario no conoce la tecnología, pero tiene interés/</p> <p><b>3</b> = Existe gran interés en la tecnología y la quiere implementar</p>
	Capacidad del beneficiario para implementación de tecn. (UPAs, UBAs, densidad y distribución del ganado)	0 - 3	<p><b>0</b> = Manejo de ganado extensivo sin capacidad de recolección de desechos /</p> <p><b>1</b> = Manejo de ganado extensivo, pero con recolección de cantidad necesaria de desechos temporal /</p> <p><b>2</b> = Manejo de ganado temporal o permanente en establos o corrales, generación de desechos adecuada para implementación de tecnología, con espacio restringido</p> <p><b>3</b> = Manejo de ganado temporal o permanente en establos o corrales, generación de desechos adecuada para implementación de tecnología y con espacio disponible</p>
	Capacidad de asociación /organización de zona	0 - 3	<p><b>0</b> = No hay capacidad ni interés de asociarse /</p> <p><b>1</b> = Hay interés de asociarse, pero hay barreras política, legales, geográficas, etc /</p> <p><b>2</b> = Hay interés en asociarse</p> <p><b>3</b> = Ya hay una asociación organizada en la zona</p>
Ambientales	Reducción de emisión de GEI directas / indirectas	0 - 3	<p><b>0</b> = Tiene más fugas que reducción de GEI, no contribuye a la reducción neta de emisiones de GEI/</p> <p><b>1</b> = No altera el escenario base de emisiones.</p> <p><b>2</b> = Reduce emisiones de manera indirecta /</p> <p><b>3</b> = Reduce la emisiones de manera directa e indirecta/</p>

	Impacto ambiental (suelo, agua, hidrología, biota)	0 - 2	<p><b>0</b> = La tecnología ocasiona un impacto ambiental negativo comparado con la situación actual</p> <p><b>1</b> = La tecnología no afecta los componentes ambientales (hidrología, calidad agua, suelo, biota)/</p> <p><b>2</b> = La tecnología reduce en su totalidad la contaminación ambiental por el tratamiento de los desechos</p>
Políticos	Alineamiento con el Buen Vivir (BV) y el Plan Nacional del Buen Vivir (PNBV)	0 - 3	<p><b>0</b> = No está alineado con los objetivos, políticas, metas y estrategias del PNBV /</p> <p><b>1</b> = Pocos parámetros están alineados para mejorar el BV /</p> <p><b>2</b> = La tecnología tiene un gran aporte para el desarrollo y BV /</p> <p><b>3</b> = Está completamente alineado con los parámetros del PNBV y BV</p>
Tecnológicos	Disponibilidad nacional	0 - 3	<p><b>0</b> = La tecnología no existe en el país y su importación sería muy costosa (patentes) /</p> <p><b>1</b> = La tecnología no existe en el país, pero su importación sería fácil /</p> <p><b>2</b> = La tecnología está siendo desarrollada en el país /</p> <p><b>3</b> = La tecnología ya ha sido implementada en el país</p>
	Complejidad y seguridad industrial de la tecnología	0 - 3	<p><b>0</b> = El nivel de complejidad de la tecnología es alto y su operación implica riesgos para operarios y poblaciones cercanas /</p> <p><b>1</b> = La tecnología tiene un nivel de complejidad bajo, pero su operación implica riesgos/</p> <p><b>2</b> = La tecnología tiene un nivel de complejidad alto, pero su operación es segura/</p> <p><b>3</b> = La tecnología tiene un nivel de complejidad bajo y no existe ningún riesgo en su operación</p>
	Balance energético (aporte - usos)	0 - 3	<p><b>0</b> = El consumo energético de la tecnología es muy alto y no tiene generación de energía /</p> <p><b>1</b> = El consumo energético de la tecnología es muy alto, pero parte de la energía se genera internamente/ o el consumo energético es bajo</p> <p><b>2</b> = La tecnología autoabastece su consumo energético/</p> <p><b>3</b> = La tecnología tiene una producción de energía superior a su consumo</p>

Dada que la realidad en cada una de las seis zonas seleccionadas es diferente, se debe realizar un análisis multi-criterio para cada una de las zonas. Los resultados de este análisis se presentan en el siguiente capítulo.

#### 4.4. RESULTADOS DE LA PRIORIZACIÓN DE TECNOLOGÍAS

La priorización de las tecnologías para las diferentes zonas se realiza utilizando el método de análisis multi-criterio sugerido por el “Manual para realizar una Evaluación de necesidades en materia de tecnología para el cambio climático” del PNUD (PNUD, 2010) y

utilizando el documento "*Multi-criteria analysis: a manual*" del *Department for Communities and Local Government* del Reino Unido (Department for Communities and Local Government, 2009). No se tuvo acceso al archivo TNAses, por lo que se elaboró una hoja de cálculo específica para este proyecto, la cual se presenta a continuación.

Para la priorización se elabora una tabla en la que se combinan las tecnologías y los criterios de priorización. Los 12 criterios de priorización presentados anteriormente deben ser puntuados para cada tecnología y para cada zona. En la Tabla 11 se presenta esta tabla. Se puede observar que se seleccionaron seis tecnologías a pequeña escala y ocho a gran escala. Durante el ejercicio los actores deben calificar los doce criterios para las catorce tecnologías, lo cual representa un trabajo muy laborioso, dando un total de 112 diferentes tablas. Al considerar el número de decisiones que deben tomar los encuestados se obtiene: 168 decisiones por zona y 1344 decisiones para completar la encuesta. Estas cifras indican la complejidad del proceso dado el amplio número de zonas, de tipos de ganados, de tecnologías disponibles y de criterios a considerar para la selección final de una tecnología.

Para reducir el trabajo de cada actor se dividieron a los participantes en grupos de acuerdo al tipo de ganado al que representan: aviar, porcino y bovino de leche y carne. Los actores institucionales hicieron grupos individuales durante la ponderación de los criterios y, finalmente, se abstuvieron de llenar los formularios de priorización de tecnologías, para no influenciar las decisiones de los beneficiarios. No se hizo una división de acuerdo a las zonas, porque había ciertas zonas que no estaban bien representadas y, por lo tanto, se verían perjudicadas en la selección de las tecnologías.

**Tabla 11: Matriz de priorización de tecnologías**

Criterios de Priorización			PEQUEÑA ESCALA / CORTO PLAZO					GRAN ESCALA / CORTO PLAZO								
Beneficio	Detalle	Puntuación	Digestión anaerobia	Compostaje	Lombricultura	Centrifugación	Decantación	Filtración	Digestión anaerobia	Digestión aerobia	Lagunas (NZ)	Almacenamiento en seco	Almacenamiento de lodos	Alimentación animal	Preparación de harinas	Cultivo de hongos
Económico	Contribución a la reducción de la pobreza / generación de empleo	0 - 3														
	Costos de Inversión (CI) / Financiamiento	0 - 3														
	Sostenibilidad (costos de mantenimiento y operación (M&O), productos)	0 - 3														
Socio - culturales	Interés del beneficiario en la tecnología	0 - 3														
	Capacidad del beneficiario para implementación de tecn. (UPAs, densidad y	0 - 3														
	Capacidad de asociación /organización de zona	0 - 3														
Ambientales	Reducción de emisión de GEI directas / indirectas	0 - 3														
	Impacto ambiental (suelo, agua,	0 - 2														
Políticos	Alineamiento con el Buen Vivir (BV) y el Plan Nacional del Buen Vivir (PNBV)	0 - 3														
Tecnológicos	Disponibilidad nacional	0 - 3														
	Complejidad y seguridad industrial de la tecnología	0 - 3														
	Balance energético (aporte - usos)	0 - 3														
<b>Puntaje por tecnología</b>			<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

Los resultados del ejercicio de priorización de tecnologías se presentan a continuación. Para cada ganado se presentan las puntuaciones totales para cada tecnología, y se definen las tres tecnologías con mayor puntaje. Adicionalmente, se hace una breve descripción de las tecnologías priorizadas. La definición final de la tecnología seleccionada se hace en base al análisis de barreras y entorno habilitante para cada tecnología. Este análisis se realiza en la segunda etapa del proyecto ENT.

Con excepción de ganados bovinos de carne, no se diferencia entre las zonas, ya que la situación de los beneficiarios objetivos es similar en las zonas dentro de un tipo de ganado. Además se desea tener por lo menos tres votos para cada evaluación. En el caso de ganado bovino de carne se contaban con la presencia de más de tres representantes.

#### 4.4.1. Resultado de la priorización de tecnologías para el manejo de ganado bovino de leche en Lloa y Quijos

El análisis multi-criterio para ganado bovino de leche en Lloa y Quijos cuenta con tres votos (empresarios ganaderos, asociación y consultor). La puntuación de todas las tecnologías se presenta en la Tabla 12 y el resultado indica que la tecnología preferente para el manejo del ganado bovino de leche es la instalación de sistemas de lagunas al estilo Nueva Zelandés, seguido por las tecnologías de digestión anaerobia y aerobia. Cabe recalcar que este resultado es sumamente interesante y congruente, ya que el manejo del desecho se da en

forma de lodos líquidos por la recolección en los establos de ordeño y las tres tecnologías son procesos bioquímicos para el manejo de desechos líquidos con alto contenido de sólidos. Además el sistema de lagunas es una combinación de los procesos de digestión anaerobia y aerobia.

**Tabla 12: Resultados del análisis multi-criterio sobre el sector bovino de leche en Lloa y Quijos**

Escala / Plazo	Tecnología	Puntuación
GE/CP	Lagunas (NZ)	182
GE/CP	Digestión anaerobia	155
GE/CP	Digestión aerobia	144
PE/CP	Digestión anaerobia	88
PE/CP	Lombricultura	83
PE/CP	Compostaje	90
GE/CP	Almacenamiento de lodos	94
GE/CP	Almacenamiento en seco	123
PE/CP	Centrifugación	84
GE/CP	Cultivo de hongos	43
GE/CP	Alimentación animal	43
PE/CP	Filtración	68
PE/CP	Decantación	64
GE/CP	Preparación de harinas	40

La tecnología de lagunas consta de un sistema de mínimo dos lagunas, una anaerobia y otra aerobia o facultativa construidas bajo tierra y aisladas del suelo por medio de geomembranas. Las lagunas son diseñadas de tal forma que se asegura la degradación y estabilización de la materia orgánica y la eliminación de patógenos por medio del cálculo del tiempo de residencia y de los volúmenes de lagunas necesarios en cada etapa. Los productos que se obtienen de esta tecnología son biogás, agua tratada para irrigación y lodos que tratados se pueden aplicar como abono orgánico. La reducción de emisiones de GEI es considerable ya que incluye un paso de producción de biogás y se estima en 93,8 Mg CO<sub>2-eq</sub>/ tonelada de desecho tratado. Sin embargo, dados los requerimientos de espacio del sistema de lagunas, esta es una tecnología que se aplica en producciones con más de 20 vacas. Por esta razón se considera a la segunda tecnología priorizada, la digestión anaerobia, como la alternativa adecuada para pequeñas producciones con menos de veinte vacas. La reducción de emisiones de GEI es asimismo alta con 77,6 Mg CO<sub>2-eq</sub>/ tonelada de desecho tratado, por lo que es una tecnología muy beneficiosa para combatir el cambio climático, además que se obtiene una fuente de energía renovable y fertilizante orgánico. En los dos casos, el requisito fundamental para poder aplicar cualquier de estas tecnologías es que se acumulen los desechos sólidos y líquidos en un lugar como establos de ordeño o de alimentación y que puedan ser recuperadas para su tratamiento. El proceso de digestión aerobia consiste en un tratamiento con oxígeno de los desechos líquidos para reducir la

contaminación orgánica en el líquido, pero no representa una reducción tan significativa en cuanto a GEI como las tecnologías anteriores con  $8,8 \cdot 10^{-4}$  Mg CO<sub>2-eq</sub>/ tonelada de desecho tratado.

#### **4.4.2. Resultado de la priorización de tecnologías para el manejo de ganado bovino de carne en Chone, Pedernales y El Carmen**

En el sector de ganado bovino de carne en los cantones de Chone, Pedernales y El Carmen en la provincia de Manabí el análisis multi-criterio se realiza con cuatro votos provenientes de empresarios ganaderos, representantes de asociaciones y el equipo consultor. Como se presenta en la Tabla 13 las tres tecnologías preferentes en este caso son: la lombricultura, la digestión anaerobia y el compostaje. Las tres tecnologías seleccionadas son a pequeña escala. Esto se debe a la baja densidad del ganado en la zona y al manejo extensivo que se acostumbra. La lombricultura es una tecnología basada en la crianza de lombrices, que transforma el estiércol o desecho sólido en humus. Los sistemas más comunes a pequeña escala son discontinuos, de flujo vertical continuo y de flujo horizontal continuo. La ventaja de esta tecnología es la producción de humus y su posterior aplicación en los suelos, ya que ayuda a aumentar el contenido de carbono orgánico en los suelos áridos de la zona y por consecuencia a aumentar la capacidad de retener humedad y aumentar la productividad. Esta medida no es solo de mitigación, sino principalmente de adaptación, ya que reduce la vulnerabilidad de los suelos a las sequías, lluvias extremas y aumento de temperatura. La contribución de esta tecnología para la reducción de emisiones de GEI es mediana con 8,7 Mg CO<sub>2</sub>/ tonelada de desecho tratado, ya que se reducen las emisiones de CH<sub>4</sub> a la atmósfera de la degradación incontrolada en ausencia de oxígeno del estiércol.

El compostaje es asimismo un proceso bioquímico que consiste en la degradación microbiana de los desechos orgánicos sólidos en compost, un abono orgánico, rico en carbono y nutrientes similar al humus y que conlleva los mismos beneficios. La reducción de emisiones de GEI es generada por el mismo principio que en el proceso de lombricultura. Estas dos tecnologías se aplican a desechos sólidos. Por lo tanto, si los desechos son recolectados en forma de lodos es preferible aplicar la tecnología de la digestión anaerobia en la que se somete al desecho a un proceso bioquímico en ausencia de oxígeno como se mencionó anteriormente.

**Tabla 13: Resultados del análisis multi-criterio sobre el sector bovino de carne de Manabí**

Escala / Plazo	Tecnología	Puntuación
PE/CP	Lombricultura	230
PE/CP	Digestión anaerobia	230
PE/CP	Compostaje	217
GE/CP	Digestión anaerobia	179
GE/CP	Digestión aerobia	162
PE/CP	Centrifugación	158
PE/CP	Filtración	155
PE/CP	Decantación	155
GE/CP	Lagunas (NZ)	134
GE/CP	Almacenamiento en seco	95
GE/CP	Almacenamiento de lodos	95
GE/CP	Cultivo de hongos	43
GE/CP	Alimentación animal	43
GE/CP	Preparación de harinas	40

#### **4.4.3. Resultado de la priorización de tecnologías para el manejo de ganado porcino en Quijos y Santo Domingo**

La priorización de las tecnologías para el ganado porcino en las dos zonas: Quijos y Santo Domingo, se evalúa en conjunto, ya que los votos fueron realizados por cinco actores representativos para las dos zonas: empresarios ganaderos, representantes de asociaciones, consultores externos y el equipo consultor. En la Tabla 14 se observa que las tres tecnologías con mayor puntuación son digestión anaeróbica, lombricultura y compostaje. La tecnología que se aplique depende de la humedad de los desechos recolectados. Si se obtiene los desechos por medio del lavado de los establos se obtiene un lodo que puede ser alimentado a un digestor, mientras que si se recolecta el desecho en forma sólida es preferible trabajar con las tecnologías de compostaje o lombricultura, ya mencionadas previamente. La digestión anaerobia consiste en la interacción de diversos microorganismos anaeróbicos para la degradación de materia orgánica y la producción de biogás y biol en un biodigestor. La materia orgánica se alimenta de forma continua (diariamente) o discontinua dependiendo de la recolección del desecho. La implementación de esta tecnología implica una reducción de emisiones de gases de efecto invernadero considerable de 93,8 Mg CO<sub>2-eq</sub>/ tonelada de desecho tratado. Tanto la lombricultura como el compostaje consisten en la degradación del desecho sólido por procesos lombrices y microorganismos, respectivamente. La reducción de GEI es mediana con 8,7 Mg CO<sub>2</sub>/ tonelada de desecho tratado.

**Tabla 14: Resultados del análisis multi-criterio sobre el sector porcino en Quijos y Santo Domingo**

Escala / Plazo	Tecnología	Puntuación
GE/CP	Digestión anaerobia	300
PE/CP	Lombricultura	298
PE/CP	Compostaje	291
GE/CP	Alimentación animal	245
GE/CP	Cultivo de hongos	239
GE/CP	Preparación de harinas	236
PE/CP	Digestión anaerobia	224
GE/CP	Lagunas (NZ)	200
GE/CP	Digestión aerobia	190
GE/CP	Almacenamiento de lodos	164
GE/CP	Almacenamiento en seco	158
PE/CP	Filtración	150
PE/CP	Decantación	150
PE/CP	Centrifugación	148

#### 4.4.4. Resultado de la priorización de tecnologías para el manejo de explotaciones avícolas en Santo Domingo

Los desechos generados por la explotación aviar es el más complejo de tratar, ya que se tiene que considerar dos tipos de desechos: las camas del engorde o crianza, conocida como gallinaza, y los cuerpos de aves muertas ocasionados por la alta mortandad de los polluelos de hasta el 10%. Los resultados del análisis mutli-criterio con cinco personas representando a: empresarios, asociaciones y equipo consultor, han definido las siguientes tecnologías priorizadas: preparación de harinas, compostaje y alimentación animal (Tabla 15). Llama la atención que estas tecnologías son muy heterogéneas entre sí, diferente a los casos anteriores en donde todas las tecnologías ganadoras son procesos bioquímicos y similares entre sí. El proceso de preparación de harinas es muy común en la industria cárnica, en la cual se obtiene como subproducto una gran cantidad de desechos que son usualmente aprovechados en la elaboración de harinas. Por su alto contenido de calcio, fósforo, proteínas y aminoácidos son utilizadas como suplementos alimenticios. La preparación de alimentación animal consiste en la trituración, secado y granulado del desecho, y es utilizado como alimento animal por su contenido de fibra, proteínas y micronutrientes. Además se utiliza para alimentar rumiantes o para la piscicultura. La tecnología priorizada que no consiste en preparación de alimento es el compostaje y es tal vez la tecnología que más fácilmente se puede implementar, ya que no requiere de una inversión y un número de unidades muy altos. La reducción de los GEI con estas tecnologías es muy alta para los procesos alimenticios con 77,6 Mg CO<sub>2-eq</sub> / tonelada de desecho tratado, debido a la eliminación del proceso de degradación de la materia orgánica que siempre genera emisiones, y es baja para el compostaje con 8,7 Mg CO<sub>2-eq</sub> / tonelada de desecho tratado.

**Tabla 15: Resultados del análisis multi-criterio sobre el sector avícola en Santo Domingo**

<b>Escala / Plazo</b>	<b>Tecnología</b>	<b>Puntuación</b>
GE/CP	Preparación de harinas	293
PE/CP	Compostaje	178
GE/CP	Alimentación animal	177
PE/CP	Lombricultura	171
PE/CP	Digestión anaerobia	156
GE/CP	Digestión anaerobia	114
GE/CP	Digestión aerobia	108
GE/CP	Cultivo de hongos	87
PE/CP	Centrifugación	78
PE/CP	Filtración	78
PE/CP	Decantación	78
GE/CP	Lagunas (NZ)	67
GE/CP	Almacenamiento en seco	47
GE/CP	Almacenamiento de lodos	46

#### **4.4.5. Resumen de la priorización de tecnologías para el manejo de desechos del sector ganadero**

En los capítulos anteriores se definieron las tecnologías priorizadas para cada uno de los diferentes tipos de explotaciones en sus las diferentes zonas de estudio. Un resumen de las tres tecnologías priorizadas para cada zona se presenta en la siguiente tabla. Estas tecnologías han sido endosadas como finalistas por los miembros de la Comisión Técnica del Sector Ganadero y se decide realizar la selección definitiva en un segundo taller de “Análisis de barreras” con una segunda selección de productores representativos de las zonas seleccionadas. Obtenidos los resultados del segundo taller, se seleccionarán las tecnologías definitivas en Comisión Técnica para el manejo de los desechos en cada zona y para cada tipo de explotación. Estas tecnologías serán utilizadas para la realización del plan de acción tecnológico y plan de proyecto

**Tabla 16: Tecnologías priorizadas por zonas**

Zona \ Ganado	Lloa / Cantón Quito / provincia Pichincha	Cantón Quijos / Provincia Napo	Cantón Santo Domingo / provincia Santo Domingo	Cantones Chone, Pedernales, El Carmen / provincia Manabi
Bovino de leche	Sistema lagunas Digestión anaerobia Digestión aerobia	Sistema lagunas Digestión anaerobia Digestión aerobia		
Bovino de carne				Lombricultura Digestión anaerobia Compostaje
Porcino		Digestión anaeróbica Lombricultura Compostaje	Digestión anaeróbica Lombricultura Compostaje	
Avícola			Preparación harinas Compostaje Alimentación animal	

#### 4.5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El actual informe de “Evaluación de las necesidades tecnológicas para el manejo de los desechos sólidos y líquidos en el sector ganadero” presenta el proceso que se ha desarrollado para la identificación de las necesidades en mitigación al cambio climático en este sector en Ecuador. Este proceso inicia con la selección por parte de la Comisión Técnica de los sectores más vulnerables en el caso de adaptación frente al cambio climático y de los sectores de mayores emisiones de gases de efecto invernadero y con alto potencial de reducción con la aplicación de tecnologías adecuadas, para mitigación al cambio climático. Con este objetivo se seleccionaron a los sectores “Manejo y tratamiento de desechos sólidos y líquidos en el sector ganadero” y “Generación de energía a partir de desechos sólidos urbanos” para mitigación.

En este informe se trabaja específicamente con el sector manejo de desechos sólidos y líquidos en el sector ganadero. El siguiente paso consiste en definir las explotaciones de interés y las zonas geográficas donde se van a realizar los estudios. En este sentido la Comisión Técnica selecciona las explotaciones de ganado bovino de leche y carne, y porcino, y las explotaciones avícolas. Las zonas seleccionadas para el estudio basándose en criterios de cantidad de explotaciones, vulnerabilidad, representatividad de la población de interés, replicabilidad, entre otros; son: parroquia Lloa cantón Quito, cantón Quijos, cantón Santo Domingo y Provincia de Manabí cantones Chone, El Carmen y Pedernales.

Durante las visitas de campo se pudo identificar que las tecnologías utilizadas hasta el momento en el país para el manejo de desechos sólidos y líquidos en el sector ganadero son muy limitadas y rudimentarias, lo que ha conducido a un funcionamiento precario y a malas experiencias en la implementación y transferencia de tecnología. Las principales experiencias han sido con las tecnologías de digestión anaerobia, lagunas, compostaje y almacenamiento en seco o líquido. El estado actual en el manejo de los desechos ganaderos es muy heterogéneo en las diferentes zonas. Por ejemplo, hay zonas que debido a escasez de agua potable y de riego, trabajan activamente en mejorar el manejo de sus desechos y en implementar nuevas tecnologías, mientras que otras zonas han mostrado poco interés en su manejo ambiental y simplemente desalojan los desechos en las fuentes de agua como acequias, vertientes o ríos.

También se debe diferenciar en el tipo del ganado a ser considerado. Es así que el manejo de la gallinaza en los planteles avícolas de pollos de engorde es muy simple y el desecho, conocido como gallinaza, cuenta con una gran demanda entre ganaderos y agricultores como fertilizante. Por otro lado, el estiércol de los cerdos genera grandes problemas para sus dueños, ya que estos animales se encuentran principalmente en corrales y la disposición de estos desechos es complicada. El tema con el ganado bovino es muy variado y depende de la zona en la que se esté trabajando. Es así que el ganado de carne en Manabí es mantenido en pastizales con una densidad extremadamente baja, con lo cual es imposible recolectar estos desechos, salvo en aquellas ganaderías que, por temor al robo de ganado, reúnen al fin de cada día sus animales y los encierran en corrales abiertos durante la noche. En estos casos se produce acumulación de estiércol, siendo necesaria la aplicación de alguna medida para su disposición final. Por otro lado, el ganado bovino lechero suele ser alimentado y ordeñado en establos, los cuales se limpian regularmente con agua, con lo cual se tiene una gran cantidad de desecho que debe ser tratada con alguna de las diferentes tecnologías disponibles.

Una vez identificada la situación actual en las diferentes zonas y de los diferentes tipos de explotaciones con visitas técnicas, se prosigue a la selección de las tecnologías para el manejo de los desechos ganaderos. Se elabora una lista larga de 13 tecnologías para el manejo de los desechos sólidos y líquidos del sector ganadero donde se diferencian entre procesos bioquímicos, físicos, mecánicos y alimenticios. La priorización de las tecnologías se hizo durante el taller de priorización de tecnologías con los siguientes invitados: actores institucionales, representantes de asociaciones, empresarios privados y académicos. Durante esta priorización se definieron las tres tecnologías de mayor interés en cada zona. Es así que se priorizan las tecnologías de sistemas de lagunas, digestión anaeróbica a pequeña escala y compostaje para el manejo de las explotaciones de ganado bovino de leche en zonas de Lloa y Quijos; la lombricultura, digestión anaerobia y compostaje para las explotaciones de ganado bovino de carne en Manabí; la digestión anaeróbica a mediana escala por asociación de productores para la explotación de ganado porcino en Santo Domingo y Quijos en conjunto con la lombricultura y el compostaje; y finalmente la preparación de harinas, el compostaje o la preparación de alimento animal para el manejo de las explotaciones avícolas en Santo Domingo.

Al finalizar esta etapa se concluye que los productores están comprometidos con el proyecto ENT y conscientes de la necesidad de implementar tecnologías para el manejo de los desechos en sus producciones. Sin embargo, se pudo identificar que los productores no confían en la ejecución o realización de proyectos y menos en su seguimiento, ya que han tenido una serie de experiencias negativas a lo largo de los años. Por lo que es de vital importancia que se complete el proyecto a la brevedad posible para no perder el interés y compromiso que se ha alcanzado hasta el momento. Y además se debe dar prioridad a la futura ejecución del proyecto por parte de las instituciones nacionales, para no decepcionar una vez más a los productores que invierten su tiempo en colaborar con este tipo de proyectos.

En la siguiente etapa del proyecto se realiza el análisis de barrera y entorno habilitante de las tecnologías priorizadas en cada una de las zonas, para seleccionar la tecnología en cada caso y poder finalizar con la elaboración del plan de acción tecnológica y el plan de proyecto para cada zona y cada tipo de explotación.

## **PARTE 2: ANÁLISIS DE BARRERAS Y ENTORNO HABILITANTE**

## RESUMEN EJECUTIVO

---

En el diagnóstico de la situación ambiental en Ecuador realizado por SENPLADES en el año 2009 se reconoce la vulnerabilidad, de sus habitantes y de los ecosistemas frente al cambio climático, especialmente por su ubicación geográfica y sus características naturales, sociales y económicas (GEF/PNUD/MAE, 2011). Con lo cual se reconoce la importancia de fortalecer el proceso de desarrollo de capacidades, implementar políticas y mecanismos que contribuyan a la adaptación a los cambios climáticos, y fomentar medidas de mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). En este sentido Ecuador se encuentra participando en la segunda ronda del proyecto “Evaluación de Necesidades Tecnológicas para el Cambio Climático” (ENT) en el marco de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) (UNFCCC, 2005) (UNEP Risoe Centre, 2011).

Los sectores seleccionados por la Comisión Técnica para la elaboración del Proyecto ENT son: agropecuario, recursos hídricos y energía. El subsector priorizado para mitigación al cambio climático en el sector agrícola es el manejo de los desechos sólidos y líquidos, el cual se analiza en este trabajo. La zona específica en la cual se elabora el proyecto es la franja central del país en la que se encuentran las Provincias de Manabí, Santo Domingo de los Tsáchilas, Pichincha y Napo. Los desechos que se estudian son: ganado bovino de leche y carne, ganado porcino y explotaciones avícolas.

Para alcanzar los objetivos planteados por la Comisión Técnica es necesario definir las tecnologías limpias que mejor se aplican para la mitigación al cambio climático en las zonas seleccionadas, realizar un análisis de barreras y entorno habilitante para la aplicación y transferencia de estas tecnologías, y desarrollar los Planes de Acción Tecnológica (PAT) e ideas de proyecto para asegurar una transferencia adecuada de las tecnologías seleccionadas (MAE, 2011). Las tecnologías seleccionadas por cada zona y tipo de explotación se presentan en la siguiente tabla.

Este informe consta del Análisis de Barreras y Entorno habilitante para la aplicación de la tecnología seleccionada en cada caso presentado previamente. La metodología inicia con una lluvia de ideas de los grupos de trabajo según zonas para la identificación de las barreras existentes. Estas barreras deben ser priorizadas según las categorías: económicas o financieras, tecnológicas, socio-culturales, ambientales, entre otras. Para, finalmente, realizar un análisis lógico del problema e identificar los problemas raíces y los efectos que estos tienen. En este informe se presenta el análisis de las barreras existentes para la transferencia de la tecnología seleccionada para cada uno de los seis casos considerados en este estudio y el entorno habilitante respectivo.

**Tabla 17: Tecnologías priorizadas por zonas**

Zona	Lloa / Cantón Quito / provincia Pichincha	Cantón Quijos / provincia Napo	Cantón Santo Domingo / provincia Santo Domingo	Cantón: Chone, Pedernales, El Carmen / provincia Manabi
Ganado				
Bovino de leche	Digestión anaerobia mediana escala	Compostaje		
Bovino de carne				Compostaje
Porcino		Digestión anaerobia pequeña escala	Digestión anaerobia mediana escala (desechos líquidos) / Compostaje (desechos sólidos)	
Avícola			Compostaje	

### Objetivos preliminares para transferencia de tecnología

Para poder establecer los objetivos preliminares para la transferencia de tecnología en el presente proyecto es necesario que los grupos objetivo primarios hayan sido definidos por la Comisión Técnica del Sector Ganadero. En la priorización se ha dado prioridad a los pequeños y medianos productores con limitados recursos. La Comisión Técnica indica que lo importante es lograr replicabilidad entre los pequeños y medianos productores (MAE, 2012). La tarea de transferir tecnología a pequeños y medianos productores de cualquier actividad agropecuaria es una tarea compleja y desde hace varias décadas ha merecido la atención de expertos tratando de entender cuáles son las barreras que impiden o dificultan la adopción de los conocimientos que se pretende transmitir. Los productores agrícolas poseen por lo general una cantidad limitada de tierra y una también limitada disponibilidad de mano de obra dado los elevados costos. Los pequeños y medianos productores son, en consecuencia, conservadores ya que exigen el mínimo de riesgos para optar por un cambio y responden muy poco aun ante tendencias del mercado (Purcel & Anderson, 1997).

El objetivo preliminar para el presente proyecto es establecer las bases para crear el marco político, social, ambiental y tecnológico necesario para implementar las tecnologías seleccionadas en el marco de este proyecto en la mitigación al cambio climático. La implementación de estas tecnologías para el manejo de los desechos ganaderos de las pequeñas producciones, debe ir de la mano con las circunstancias internas de los productores, como las metas personales, sus preferencias y sus limitaciones de recursos; y externas, como variaciones climáticas, biológicas, ambientales, políticas, institucionales y de mercado. Estas circunstancias provocan incertidumbre y afectan la implementación de una determinada tecnología. Por lo que se realiza el análisis del entorno específico de cada zona, para identificar las barreras de cada uno de los tres tipos de explotaciones y a la proposición de medidas para dominar los factores adversos que, a criterio de los

productores, constituyen obstáculos que restringen o impiden la debida transferencia y difusión de las tecnologías consideradas prioritarias.

El objetivo de la transferencia y difusión de las tecnologías seleccionadas para el manejo de los desechos sólidos y líquidos en el sector ganadero en Ecuador es que para el año 2020 los productores de ganado bovino y porcino, y los avicultores posean una serie de herramientas para manejar ambientalmente los desechos en sus producciones. La meta es que hasta el 2020 las tecnologías hayan penetrado en 70% de los productores que requieran cumplir con la normativa ambiental y que, adicionalmente, genere beneficios económicos, productivos y sociales.

### **Análisis de barreras y entorno habilitante para la tecnología de digestión anaeróbica a mediana escala**

La tecnología de digestión anaeróbica a mediana escala fue seleccionada por los ganaderos de Lloa y los porcicultores de Santo Domingo. Una breve descripción de la tecnología se encuentran en la sección 1.2.1. Estas dos zonas se caracterizan por estar constituidas por fuertes organizaciones capaces de ejecutar proyectos y organizar a los productores. Y el interés consiste en construir una planta de digestión anaeróbica comunitaria que debe ser operada y administrada por todos los miembros de la asociación.

Los representantes de la Organización Campesino Urauco en la Parroquia de Lloa en el cantón Quito, seleccionaron la opción de implementar una planta de digestión anaeróbica en las instalaciones de la asociación para ser utilizada y aprovechada por todos los ganaderos de la asociación. Este proyecto cumple con los objetivos planteados por la Comisión Técnica de apoyar a los pequeños productores y favorecer la organización y asociatividad de los productores. Para la implementación de esta tecnología se identificaron barreras de orden económico y financiero (escasez de recursos económicos, costos de inversión altos, falta de créditos), socio-cultural (falta de conocimiento y conciencia ambiental) y tecnológico (tamaño de la explotación), las cuales se detallan en la sección 1.2.2.1. En el siguiente paso se elaboraron las medidas que de mejor forma superen estas barreras y habiliten el entorno para la implementación de la tecnología propuesta (sección 1.2.3.1).

En el caso de los porcicultores en el cantón Santo Domingo, también se priorizó la tecnologías de digestión anaerobia a mediana escala, ya que existe una asociación de porcicultores interesada en la implementación de un digestor a mediana escala para el manejo de los desechos de toda la zona. Las barreras económicas y fiancieras identificadas son falta de financiamiento, alto costo de producción y bajo precio de la leche. Las barreras políticas son falta de apoyo y coordinación interinstitucional y específicamente de los GADs. Adicionalmente, se identificaron barreras socio – culturales (falta de conocimiento) y tecnológicas (ausencia de programas de capacitación). Las medidas correspondientes se encuentran en la sección 1.2.3.2.

## **Análisis de barreras y entorno habilitante para la tecnología de compostaje**

La tecnología de compostaje fue seleccionada por cuatro de las seis zonas de estudio y con representantes de los tres sectores: bovino, porcino, avícola. Esta tecnología es muy conocida por los productores y fácil de implementar a nivel individual. Esta tecnología se encuentra descrita en la sección 1.3.1.

Los ganaderos del cantón Quijos participantes en el segundo taller priorizaron la tecnología de compostaje por considerarla más viable y aplicable a las condiciones de producción. Principalmente, al ser apropiada para su implementación en la zona en forma individual en cada propiedad. Las barreras identificadas son económicas y financieras (falta de financiamiento, alto costo de producción y bajo precio de la leche), políticas (falta de apoyo y coordinación interinstitucional y específicamente de los GADs) y socio-culturales (falta de interés y compromiso de los ganaderos, falta de confianza en organizaciones, dispersión de predios), las cuales se encuentran en detalle en la sección 1.3.2.1. Las medidas respectivas se encuentran en la sección 1.3.3.1.

Los ganaderos de los cantones Chone, Pedernales y El Carmen en Manabí también seleccionaron la tecnología de compostaje. Las barreras identificadas son económicas y financieras (alto costo de la mano de obra y bajo precio de sus productos en el mercado), socio – culturales (falta de conocimiento de las tecnologías, falta de organización, falta de infraestructura – vialidad, falta de conciencia ambiental, mercado inexistente para productos de desechos) y tecnológicas (ausencia de programas de capacitación, dificultad en el manejo de desechos en estación lluviosa). Estas barreras se encuentran detalladas en la sección 1.3.2.2 con sus respectivas medidas en la sección 1.3.3.2.

En el caso de ganado porcino en el cantón Quijos los productores priorizaron dos tecnologías: para el manejo de los desechos líquidos la digestión anaerobia a pequeña escala (1.5.1) y para el manejo de los desechos sólidos el compostaje (1.3.1). Esto se debe a que en la zona se acostumbra manejar los desechos sólidos y líquidos por separado. Los poricultores de Quijos reconocen la importancia del tratamiento de las excretas producidas por sus animales para no causar impactos ambientales ni problemas sanitarios que afecten la salud pública, así como también la necesidad y valor de obtener fertilizante natural como producto final del tratamiento. Así mismo, están conscientes de su obligación de cumplir las normas y regulaciones ambientales exigidas por el Ministerio del Ambiente para el funcionamiento de las explotaciones porcinas. Por esta razón, los productores exhiben la mejor disposición para facilitar la adopción de las tecnologías que mejor respondan a sus necesidades y limitaciones. El análisis de barreras se encuentra en la sección 1.3.2.3 y las medidas en 1.3.3.3.

Finalmente, los representantes de las explotaciones avícolas de crianza priorizaron también la tecnología de compostaje. El desecho se constituye principalmente las camas, conocidas como gallinaza que se limpian cada seis semanas. Durante los talleres se identificaron barreras (sección 1.3.2.4) económicas y financieras (falta de crédito, costo elevado de recolección y manipulación, altos costos energéticos, alto costo de alimentos y mano de obra), políticas (tramites complicados y centralizados, falta de coordinación), socio – culturales (tradición cultural), y tecnológicas (falta de conocimiento sobre la tecnología,

ausencia de programas de capacitación, falta de infraestructura). Las medidas correspondientes se presentan en la sección 1.3.3.4.

### **Análisis de barreras y entorno habilitante para la tecnología de digestión anaeróbica a pequeña escala**

En el caso de ganado porcino en el cantón Quijos los productores priorizaron dos tecnologías: para el manejo de los desechos líquidos la digestión anaerobia a pequeña escala (1.4.1) y para el manejo de los desechos sólidos el compostaje (1.3.1). Esto se debe a que en la zona se acostumbra manejar los desechos sólidos y líquidos por separado. Los porcicultores de Quijos reconocen la importancia del tratamiento de las excretas producidas por sus animales para no causar impactos ambientales ni problemas sanitarios que afecten la salud pública, así como también la necesidad y valor de obtener fertilizante natural como producto final del tratamiento. Así mismo, están conscientes de su obligación de cumplir las normas y regulaciones ambientales exigidas por el Ministerio del Ambiente para el funcionamiento de las explotaciones porcinas. Por esta razón, los productores exhiben la mejor disposición para facilitar la adopción de las tecnologías que mejor respondan a sus necesidades y limitaciones.

Los participantes identificaron las siguientes barreras para la difusión y adopción de las tecnologías de digestores anaerobios a pequeña escala y compostaje: barreras económicas y financieras (ausencia de inversión privada y pública, falta de espacios disponibles, altos costos de inversión y operación), políticas (falta de normativa, programas de revalorización de residuos, falta de incentivos y falta de aplicación de normas y regulaciones), socio – culturales (falta de empoderamiento, desprecio por desechos, falta de capacitación, falta de organización), y tecnológicas (falta de gestores de residuos y falta de transferencia de tecnologías) (sección 1.3.2.3). Las medidas correspondientes para superar las barreras identificadas se presentan en la sección 1.3.3.3.

### **Vínculos entre las barreras identificadas**

Durante este ejercicio ha resultado muy interesante identificar diferentes tipos de barreras. Las barreras identificadas se pueden categorizar de acuerdo a barreras nacionales, sectoriales, y locales. Las barreras nacionales o transversales afectan a todos los productores sin importar el tipo de explotación y en las diferentes zonas geográficas por igual. Las barreras sectoriales son propias de cada tipo de explotación. Finalmente, las barreras locales son únicas para las zonas geográficas seleccionadas.

Los vínculos entre las diferentes zonas y tipos de explotaciones en el caso de las barreras nacionales son evidentes y es necesario tomar medidas a nivel nacional para superarlas. Estas barreras son principalmente las económicas y financieras, cuyo problema raíz ha sido identificado como escasez de los recursos económicos disponibles. Las causas de estas barreras han sido identificadas como barreras políticas, como son aranceles e impuestos

altos, o falta de créditos. Las barreras nacionales de índole socio – cultural y tecnológico identificadas son: 1) falta de acceso a tecnología y conocimiento, 2) falta de capacitación y 3) falta de organización. Además se ha identificado una barrera nacional de índole ambiental y es la falta de conciencia ambiental de los productores en todo el país. Esta barrera se la puede extender a todos los sectores productivos y sociales en el país.

Las barreras sectoriales son propias del tipo de explotación sin importar la zona de aplicación. Estas barreras son importantes de considerar ya que permanecen constantes cuando se planifica replicar las tecnologías aplicadas en una zona a todo el país. Asimismo, las medidas para superar estas barreras son comunes para ese tipo de explotación. Es así que, por ejemplo, una medida identificada es incentivar la asociación de ganaderos, para la obtención de suministros al por mayor a menor precio. Otra medida es el empoderamiento de los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GADs) en los cantones con producciones porcinas o avícolas. Se propone que los GADS elaboren planes de manejo ambiental comunes para la zona o brinden capacitaciones gratuitas a los productores sobre tecnologías para el manejo adecuado de los desechos animales.

Finalmente, las barreras locales son únicas para la zona geográfica seleccionada. Es así que estas barreras únicamente tendrían vínculos cuando se ha seleccionado a más de un tipo de ganado en una zona, como es el caso del cantón Quijos con ganado bovino de leche y porcino, o el cantón Santo Domingo con ganado porcino y explotaciones avícolas. Sin embargo, como estas explotaciones son muy diferentes entre sí, no se han identificados vínculos en las barreras locales.

### **Entorno habilitante para superar las barreras en el manejo de desechos sólidos y líquidos del sector ganadero**

Al igual que las barreras y las medidas, el entorno habilitante se encuentra a nivel nacional, local o sectorial. El entorno habilitante para superar barreras nacionales se encuentra, principalmente, en los Ministerios o Secretarías de Estado, ya que a este nivel se pueden generar políticas de estado, las normativas o reglamentos necesarios para crear incentivos a la producción o a la asociación, subsidios para los productores, reducción de impuestos, aranceles u otros egresos, entre otros.

El entorno habilitante para superar barreras locales son los GADs al brindar capacitaciones o planes de desarrollo local como el plan de manejo ambiental necesario para la obtención de la licencia ambiental en conjunto para un cantón o una parroquia. Otros actores en este nivel son los productores mismos o el mercado local de productos reciclados como puede ser el biol o compost, o los transportistas y comercializadores. Y el entorno habilitante para superar barreras sectoriales son las asociaciones de ganaderos o corporaciones locales.

# CAPÍTULO 5: ANÁLISIS DE BARRERAS Y ENTORNO HABILITANTE PARA LAS TECNOLOGÍAS EN EL SECTOR GANADERO

## 5.1. MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS Y LÍQUIDOS DEL SECTOR GANADERO

Ecuador es el primer país en reconocer los derechos a la naturaleza en su constitución (Constitución, 2008) y en promover un ambiente sano y sustentable en el marco de la política pública a través del Plan Nacional del Buen Vivir 2009 – 2013 (SENPLADES, 2009). En el diagnóstico de la situación ambiental en Ecuador realizado por SENPLADES en el año 2009 se reconoce la vulnerabilidad, de sus habitantes y de los ecosistemas frente al cambio climático, especialmente por su ubicación geográfica y sus características naturales, sociales y económicas (GEF/PNUD/MAE, 2011), con lo cual se reconoce la importancia de fortalecer el proceso de desarrollo de capacidades, implementar políticas y mecanismos que contribuyan a la adaptación del cambios climáticos y fomentar medidas de mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). En este sentido Ecuador se encuentra participando en la segunda ronda del proyecto “Evaluación de Necesidades Tecnológicas para el Cambio Climático” (ENT) en el marco de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) (UNFCCC, 2005) (UNEP Risoe Centre, 2011).

Los sectores seleccionados por la Comisión Técnica para la elaboración del Proyecto ENT son: agropecuario, recursos hídricos y energía. Los criterios de selección se basan en la distribución de las emisiones de gases de efecto invernadero para los proyectos de mitigación al cambio climático, y en la vulnerabilidad de la zona para los proyectos de adaptación (GEF/PNUD/MAE, 2011). El subsector priorizado para mitigación al cambio climático en el sector agropecuario es el manejo de los desechos sólidos y líquidos, objeto del presente trabajo. La zona específica en la cual se desarrolla el proyecto es la franja central del país en la que se encuentran las Provincias de Manabí, Santo Domingo de los Tsáchilas, Pichincha y Napo. Los tipos de explotaciones que se van a estudiar son las procedentes de: ganado bovino de leche y carne, ganado porcino y explotaciones avícolas. En la Tabla 18 se presentan las zonas seleccionadas para cada tipo de explotación.

**Tabla 18: Zonas y tipos de explotaciones seleccionadas para el Proyecto ENT en el sector agrícola**

Tipo de Explotación	Bovino de leche	Bovino de carne	Porcino	Avícola
Zona 1	Lloa (cantón Quito)	Cantones El Carmen, Chone, Pedernales	Cantón Quijos	Cantón Santo Domingo

Zona 2	Cantón Quijos		Cantón Santo Domingo	
--------	---------------	--	----------------------	--

Los objetivos generales que se plantean en los Términos de Referencia del Proyecto ENT son los siguientes(MAE, 2011):

- a) Identificar y priorizar, a través de un proceso participativo en los países, tecnologías que puedan contribuir a las metas de mitigación y adaptación en los países participantes en línea con las metas nacionales de desarrollo sostenible y prioridades tecnológicas.
- b) Identificar barreras para la adquisición, desplazamiento y difusión de tecnologías prioritarias.
- c) Desarrollar Planes de Acción Tecnológicos (PATs) especificando actividades y facilitando marcos habilitantes para superar las barreras y facilitar la transferencia, adopción y difusión de tecnologías en los países participantes.

Para alcanzar estos objetivos, es necesario definir las tecnologías más eficientes que mejor se aplican para la mitigación al cambio climático en las zonas seleccionadas, el desarrollo de los Planes de Acción Tecnológica (PAT), y los perfiles de proyectos para asegurar una transferencia adecuada de las tecnologías seleccionadas (MAE, 2011).

Las tecnologías seleccionadas para el manejo de los desechos en el sector agrícola fueron presentadas por el equipo consultor y priorizadas a través de dos talleres participativos con los beneficiarios de las zonas seleccionadas. La lista de los beneficiarios identificados se encuentra en el Anexo II. La priorización se realizó utilizando el método de Análisis Multi-Criterio sugerido en el Manual de Evaluación de Necesidades Tecnológicas preparado para la ejecución de los proyectos ENT (Department for Communities and Local Government, 2009). En la Tabla 19 se muestran los resultados del primer taller, donde se presentan la priorización de tres tecnologías para cada zona y tipo de explotación.

**Tabla 19: Tecnologías pre-priorizadas para cada zona seleccionada**

Zona	Lloa / Cantón Quito / provincia Pichincha	Cantón Quijos / Provincia Napo	Cantón Santo Domingo / provincia Santo Domingo	Cantones Chone, Pedernales, El Carmen / provincia Manabí
Bovino de leche	Sistema lagunas Digestión anaerobia Digestión aerobia	Sistema lagunas Digestión anaerobia Digestión aerobia		
Bovino de carne				Lombricultura Digestión anaerobia Compostaje

Porcino		Digestión anaeróbica Lombricultura Compostaje	Digestión anaeróbica Lombricultura Compostaje	
Avícola			Preparación harinas Compostaje Alimentación animal	

En el segundo taller denominado “Análisis de Barreras” que se realizó el 23 de mayo de 2012, se contó con la participación de los pequeños productores de todas las zonas de interés. La lista de participantes se encuentra en el Anexo IV. Como resultado del taller se priorizó una sola tecnología para cada zona, tal como se detalla a continuación.

**Tabla 20: Tecnología priorizada según zona y tipo de explotación**

Explotación y zona	Tecnología priorizada
Ganado Bovino de leche en Lloa	Digestión anaerobia mediana escala
Ganado Bovino de leche en Quijos	Compostaje
Ganado Bovino de carne en Manabí	Compostaje
Ganado porcino en Quijos	Digestión anaerobia pequeña escala
Ganado porcino en Santo Domingo	Digestión anaerobia mediana escala (desechos líquidos) / compostaje (desechos sólidos)
Explotación avícola en Santo Domingo	Compostaje

Para el análisis de barreras se sigue la metodología sugerida para los proyectos ENT y presentada en la Guía “*Overcoming Barriers for Transfer and Diffusion of Climate Technologies*” (UNEP Risoe Centre, 2010). La metodología inicia con una lluvia de ideas de los grupos de trabajo según zonas para la identificación de las barreras existentes. Estas barreras deben ser priorizadas y categorizadas según las categorías: económicas o financieras, políticas, tecnológicas, socio-culturales, entre otras. Para, finalmente, realizar un análisis lógico del problema e identificar los problemas raíces y los efectos que estos tienen. En este informe se presenta el análisis de las barreras existentes para la transferencia de la tecnología seleccionada para cada uno de los seis casos considerados en este estudio y el entorno habilitante respectivo.

En la Tabla 21 se presenta el resumen de las tecnologías seleccionadas en cada zona y tipo de explotación, los productos esperados y la categoría en la cual se ubica a la

tecnología de acuerdo a los productos obtenidos: bienes de capital, bienes de consumo, bienes públicos y tecnologías que no se aplican en el mercado. Con esta información se prosigue a realizar el análisis de barreras y entorno habilitante de cada caso, para continuar con la identificación de vínculos entre las barreras y las medidas propuestas para cada caso. Y finalizar con la identificación del entorno habilitante necesario para superar las barreras y problemas raíces. Cabe recalcar que en este informe se incluyen las medidas recomendadas por los actores presentes en los talleres de cada zona. Estas medidas servirán de base para elaborar las acciones recomendadas para superar las barreras transversales que se desarrollan en el Plan de Acción Tecnológica (PAT), pero en este informe las medidas se limitan a reflejar las recomendaciones sugeridas por los beneficiarios de cada zona independiente en los talleres.

Una vez identificadas, seleccionadas y descompuestos las barreras para cada tecnología en sus elementos básicos, se han elaborado diagramas de causa – efecto para un mejor entendimiento de los problemas raíz y para las tecnologías con bienes de capital se ha elaborado un mapa de mercado para los productos biol y compost el cual se encuentra en el Anexo III.

**Tabla 21: Tecnología seleccionada con sus productos y categorización del bien de acuerdo a la Guía de Proyectos ENT para cada zona y tipo de explotación consideradas en este estudio**

Tipo de explotación	Zona geográfica	Tecnología seleccionada	Productos obtenidos	Categoría del bien obtenido
Ganado bovino de leche	Lloa cantón Quito	digestión anaeróbica a mediana escala	biogás	no aplica en mercado
			biol	bien de capital
	Cantón Quijos	compostaje	compost	bien de capital
Ganado bovino de carne (doble propósito)	Cantones Chone, Pedernales y El Carmen	compostaje	compost	bien de capital
Ganado porcino	Cantón Quijos	digestión anaeróbica a pequeña escala	biogás	no aplica en mercado
			biol	bien de capital
		compostaje	biol	bien de capital
	Cantón Santo Domingo	digestión anaeróbica a med. escala (des. líquidos)	biogás	no aplica en mercado
			compostaje (desechos sólidos)	compost
Avicultura	Cantón Santo Domingo	compostaje	compost	bien de capital

## 5.2. OBJETIVOS PRELIMINARES PARA LA TRANSFERENCIA

La transferencia de tecnología se define como el conjunto de procesos que incluyen el traspaso de *know-how*, experiencias y equipamiento, y es el resultado de muchas decisiones del día a día tomadas por los diferentes beneficiarios involucrados. Este concepto incluye los procesos de aprendizaje de entender, utilizar y replicar la tecnología (UNEP Risoe Centre, 2010)(IPCC, 2008).

Los impactos producidos por los desechos sólidos en el sector agropecuario varían de acuerdo a cada una de las especies animales consideradas para el presente estudio, así también varían las tecnologías que deben aplicarse para mitigar los impactos ambientales que producen. Así mismo, otros de los factores a considerarse son; el tamaño de la explotación, que en muchos de los casos puede o no ser apropiado para su difusión; el grado de tecnificación de las explotaciones también es un determinante de la tecnología a elegir, tanto por las facilidades que puede ofrecer para su implantación, como por la simplificación del proceso de transferencia-adopción. No está por demás señalar, además, que la opción de búsqueda de una solución tecnológica dependerá también de la región geográfica donde se realice la operación, porque no siempre una tecnología que resulta eficaz cuando es aplicada a nivel del mar, funciona apropiadamente a mayores altitudes como las de la región interandina. Consecuentemente, abordar el tema de la transferencia de tecnologías implica el reconocimiento de una problemática diferenciada que exige también tratamiento diferenciado (Qamar, 2000).

La tarea de transferir e implementar nuevas tecnologías a pequeños y medianos productores, sea cual sea su actividad agropecuaria no es tarea fácil, y desde hace varias décadas ha merecido la atención de expertos tratando de entender cuáles son las barreras que impiden o dificultan la adopción de los conocimientos que se pretende transmitir. Por lo general los habitantes del agro, como muchos otros actores de la población objetivo del proyecto, poseen una cantidad limitada de tierra, y poca disponibilidad de mano de obra, lo que produce un costo de oportunidad elevado. Su racionalidad los conduce a buscar la máxima seguridad de los resultados en los procesos productivos, adoptando una actitud cautelosa frente a cualquier innovación tecnológica que modifique su sistema de producción tradicional. Los pequeños y medianos productores son, en consecuencia, conservadores por naturaleza ya que exigen el mínimo de riesgos para optar por un cambio y responden muy poco aun ante condiciones auspiciosas del mercado (Purcel & Anderson, 1997).

En Ecuador y en el resto del continente, los servicios de transferencia de tecnología agrícola no han funcionado exitosamente. Esto se ha debido en parte a que durante el proceso no se han tomado en cuenta las limitaciones propias de la zona y se han intentado difundir equivocadamente tecnologías “mejoradas” con un enfoque eminentemente vertical que presupone la infalibilidad del técnico, sin capacitar ni incorporar en el proceso de transferencia de tecnología al beneficiario. La exclusión del beneficiario en la identificación de los problemas que se intenta resolver y, más aun, de las posibles soluciones, han afectado la adopción de nuevas tecnologías. El momento que los beneficiarios del proceso no participan en la elección de las tecnologías ni en el diseño de las estrategias para su implementación, no se puede esperar su adopción y, menos aún, su difusión. Por lo tanto, el

proyecto ENT muestra un enfoque participativo de los beneficiarios, quienes intervienen de manera activa en la priorización de las tecnologías que respondan a sus necesidades y condiciones, así como de la identificación de barreras y medidas para la implementación (PNUD, 2010)(UNEP Risoe Centre, 2010).

El grupo objetivo en el presente proyecto han sido definidos por la Comisión Técnica del Sector Ganadero del Proyecto ENT, dando prioridad a las pequeñas y medianas producciones. Por obvias razones las explotaciones familiares caseras y las explotaciones industriales de gran escala, si bien no dejan de ser importantes desde el punto de vista socio-económico, no pueden recibir igual trato y atención en materia de políticas de desarrollo y fomento que las producciones de pequeño y mediano tamaño (MAE, 2012).

Un aspecto que no se puede pasar por alto al abordar el tema de la transferencia de tecnología en el sector ganadero es la asimetría que se evidencian en el número de animales por explotación. Las grandes diferencias en tamaño pueden dificultar y retrasar la transferencia y difusión, toda vez que el conjunto de productores objetivo dista mucho de ser una masa relativamente homogénea (CTT-USFQ, 2012).

Todo sistema de producción está sujeto a los efectos de circunstancias internas, como las metas del productor, sus preferencias y sus limitaciones de recursos; y externas, como variaciones climáticas, biológicas, ambientales, políticas, institucionales y de mercado.

Estas circunstancias provocan incertidumbre y afectan en el momento de seleccionar una determinada tecnología, por lo que se procedió a un análisis del entorno específico de cada zona, para identificar las barreras en cada uno de los tres tipos de explotaciones y a la proposición de medidas para dominar los factores adversos que, a criterio de los productores, constituyen obstáculos que restringen o impiden la debida difusión de las tecnologías prioritarias consideradas (UNEP Risoe Centre, 2011).

El objetivo de la transferencia y difusión de las tecnologías seleccionadas para el manejo de los desechos sólidos y líquidos en el sector ganadero en Ecuador es que para el año 2020 los productores de ganado bovino y porcino, y los avicultores posean una serie de herramientas para manejar ambientalmente los desechos en sus producciones. La meta es que hasta el 2020 las tecnologías hayan penetrado en 70% de los productores que requieran cumplir con la normativa ambiental y que, adicionalmente, genere beneficios económicos, productivos y sociales. El marco habilitante para la aplicación de tecnologías ambientales se encuentra en el ámbito institucional, a través de la otorgación de licencias de operación, beneficios arancelarios, y beneficios en los precios de sus productos. Los beneficios en el ámbito social y económico se obtienen a través de la generación de energías renovables, aumento de la productividad de pastizales y cultivos por el uso del biol y compost, y generación de nuevos puestos de trabajo para el manejo de estos sistemas.

### **5.3. ANÁLISIS DE BARRERAS Y ENTORNO HABILITANTE PARA LA TECNOLOGÍA DE DIGESTIÓN ANAERÓBICA A MEDIANA ESCALA**

La tecnología de digestión anaeróbica a mediana escala resultó seleccionada en las zonas de Lloa, cantón Quijos, para el manejo de los desechos de ganados bovinos de leche y en el cantón de Santo Domingo para el manejo de los desechos de ganados porcinos. Durante los talleres de Análisis de Barreras, los productores y demás actores presentes identificaron barreras y medidas individualmente para cada zona. A pesar que estas zonas se encuentran en Provincias diferentes y son tipos de producciones distintas, se pueden identificar barreras comunes para la aplicación de esta tecnología

#### **5.3.1. Descripción de la tecnología de digestión anaeróbica a mediana escala**

La digestión anaeróbica es un proceso biológico en el cual un consorcio de diversos microorganismos interactúa entre sí, en ausencia de oxígeno, para estabilizar la materia orgánica (biol) por conversión en biogás ( $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}_2$ , trazas  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ). Esta tecnología se rige por una economía de escala; esto quiere decir que el proceso es más eficiente, mientras mayor sea la cantidad de desechos que se van a tratar. En el caso de sistemas a gran escala se usan biodigestores continuos y semi-continuos más completos, que poseen sistemas de control de temperatura, pH, sistemas de agitación, etc. La complejidad del biodigestor dependerá del volumen de desechos a digerir, los recursos económicos disponibles y el objetivo del proceso. La operación puede enfocarse en la obtención de metano para generación de energía, o en la producción del fertilizante orgánico rico en nutrientes, tales como nitrógeno, fósforo y potasio. Aumentando el contenido de humus en los suelos y reduciendo el uso de fertilizantes químicos que aportan con la emisión de  $\text{N}_2\text{O}$  por el ciclo de nitrógeno (Metcalf & Eddy Inc., 1995).

Mediante el uso de biodigestores anaerobios se reducen las emisiones de GEI directa e indirectamente. Al implementarlo no solo se captura el  $\text{CH}_4$ , que de lo contrario iría a la estratosfera, sino que también puede ser utilizado como una fuente de energía: De esta forma se reducen indirectamente las emisiones de GEI por la reducción de fuentes de energía primarias (leña, GLP). Para su operación se utilizan los desechos animales, pero también se pueden degradar desechos orgánicos vegetales.

Esta tecnología a mediana escala es priorizada en zonas donde se cuenta con un fuerte proceso organizativo por parte de los productores, ya que el objetivo es implementar una tecnología para uso de toda la zona. En este sentido existen productores en algunas de las zonas seleccionadas que tienen interés en asociarse para tratar los desechos de sus explotaciones en una planta de biodigestión anaerobia. La aplicación de esta tecnología para el tratamiento de los desechos evitará la contaminación ambiental ocasionada por su operación. Pero también contribuye a la economía de la ganadería, ya que da valor agregado a los desechos al generar nuevos productos de valor energético o comercial, como son el biogás y el biol.

La planta de digestión anaerobia debe ser construida en una zona central a todas las explotaciones para que el transporte de los desechos no resulte muy costoso. Todos los desechos que son recolectados diariamente serán llevados al centro de acopio donde personal previamente capacitado y calificado ingresará la materia prima al biodigestor para ser tratada.

Como producto del proceso de biodigestión se obtendrá biol, el cual será vendido a terceros o en su defecto retornará a los asociados que aportan con desechos que pudieran ser utilizados en sus plantaciones. La planta debe contar con un sistema de tuberías de gas hacia las propiedades, de tal manera que cada propietario, por ejemplo, utilice esa fuente de energía para mantener los lechones calientes o para cualquier otro uso térmico o eléctrico.

De las tecnologías seleccionadas en los distintos sectores ganaderos, la tecnología de la digestión anaerobia de los desechos es quizás la que mayor conocimiento y dominio de la técnica exige, y además la que demanda de mayores recursos de inversión y mantenimiento. En la Tabla 22 se puede observar la hoja de datos técnicos de la tecnología de digestión anaerobia a mediana escala, en la cual se resume la información pertinente a la tecnología.

**Tabla 22. Technology Fact Sheet de la tecnología de digestión anaerobia a mediana escala**

<b>Sector</b>	<b>Agrícola</b>
<b>Sub sector</b>	<b>Manejo de estiércol</b>
<b>Nombre de tecnología</b>	<b>Digestión anaerobia de desechos ganaderos a mediana escala</b>
Emisiones de GEI del Subsector (megatoneladas de CO <sub>2</sub> eq)	3,9
Escala	Mediana Escala
Disponibilidad	Corto Plazo
Tecnología a ser incluida en la priorización?*	SI
Racionalidad del proyecto ¿Por qué la opción ha sido considerada inapropiada? (por ejemplo si recursos hídricos no están disponibles)	Requiere manejo de ganado intensivo / semi-intensivo (establo/corral). Tecnología muy utilizada en todo el mundo, especialmente países desarrollados. Obtención de fuente de energía renovable (biogás) y fertilizante orgánico (biol). Importante controlar las condiciones de operación para tener un proceso que funcione eficientemente (temperatura, pH, tiempo de residencia): alta producción de biogás y estabilización de la materia orgánica.
Antecedentes/ Notas Descripción corta de la opción tecnológica desde el ClimateTechWiki, Seminarios, etc.	Proceso biológico en el cual un consorcio de diversos microorganismos interactúa entre sí, en ausencia de oxígeno, para estabilizar la materia orgánica (biol) por conversión a biogás (CH <sub>4</sub> , CO <sub>2</sub> , trazas H <sub>2</sub> S, H <sub>2</sub> O). El proceso microbiano es sumamente complejo y está integrado por múltiples reacciones. Los sistemas a mediana escala incluyen pretratamiento de la materia prima, acondicionamiento de biogás y biol, sistemas de agitación de la mezcla para asegurar una buena degradación. Los sistemas tecnificados requieren de un tiempo de

	permanencia de la materia orgánica entre 15 a 30 días, con lo cual se reduce considerablemente en tamaño específico en comparación con sistemas rurales.
Supuestos de implementación ¿Cómo la tecnología será implementada y difundida en el subsector?	Esta tecnología se rige por una economía de escala. Esto quiere decir que el proceso es más eficiente, mientras mayor la cantidad de desechos a tratar. Por esto se busca ganaderías con alta densidad de ganados o zonas que estén geográficamente cercanas e interesadas en asociarse para instalar un digestor para producir biol y biogás para el consumo interno o la venta a terceros.
Reducción de las Emisiones de GEI en 1 año (en megatoneladas de CO <sub>2</sub> e / ton desecho)**	Directo: 93,8
<b>Impactos</b> <b>Cómo esta opción impacta las prioridades de desarrollo del país</b>	
Prioridades de desarrollo social del país*	Operación de planta de digestión anaerobia requiere de personal operativo calificado, lo cual genera un gran desarrollo social por fuente de trabajo y capacitaciones en la zona de influencia.
Prioridades de desarrollo económico del país*	Gracias a la alta producción de biogás se tiene una fuente de energía renovable que va a mejorar la matriz energética del país aparte de la reducción de GEI que se alcanzan. El segundo producto que se obtiene con esta tecnología (biol) puede ser comercializado entre los mismos ganaderos para la fertilización de cultivos y pastizales, reduciendo la cantidad de fertilizantes químicos que se requieren.
Prioridades de desarrollo ambiental del país*	Mediante el uso de biodigestores anaerobios se reducen las emisiones de GEI directamente, ya que no solo se captura el CH <sub>4</sub> que de lo contrario iría a la estratosfera, sino que también se lo puede utilizar como una fuente de energía y por ende reducir indirectamente la contaminación por la reducción de fuentes de energías primarias. Con el biol se mejora el contenido de humus de los suelos, lo que a su vez mejora la retención de nutrientes y humedad, reduciendo las emisiones de N <sub>2</sub> O y en consecuencia aumenta la productividad y reduce el uso de fertilizantes utilizados.
Otras consideraciones y prioridades como el potencial de mercado	En el Ecuador no se ha implementado sistemas de biodigestores anaerobios de gran escala. Es una tecnología sofisticada con alto nivel de tecnificación, pero garantiza su funcionamiento adecuado.
<b>Costos</b>	
Costos de capital en 5 años*	(++)
Costos de operación y mantenimiento en 5 años*	(++)

\* [++ muy altos, + altos. - bajos, -- muy bajos]

\*\* por tonelada de desecho

## **5.3.2. Identificación de las barreras para la adopción de la tecnología de digestión anaeróbica a mediana escala**

### **5.3.2.1. Barreras para el manejo de desechos de ganado bovino de leche en Lloa**

Los ganaderos de Lloa priorizaron dos tecnologías. Los medianos productores presentes en el primer taller priorizaron la recolección de los desechos en forma líquida y su tratamiento por medio de lagunas, al estilo desarrollado en Nueva Zelanda. Pero los pequeños productores presentes en el segundo taller y representantes de la Organización Campesina Urauco, constituida por 26 familias ganaderas con ocho a diez vacas lecheras, priorizaron la tecnología de digestión anaeróbica a mediana escala, ya que su capacidad de producción no es compatible con los requerimientos de la tecnología de lagunas y al tener una organización están en capacidad de generar proyectos asociativos. En el segundo taller se planteó la opción de implementar una planta de digestión anaeróbica en las instalaciones de la asociación de los pequeños productores de Urauco para ser utilizada y aprovechada por todos los ganaderos de la asociación.

Debido a que este proyecto cumple de mejor forma con los objetivos planteados por la Comisión Técnica de apoyar a los pequeños productores y favorecer la organización y asociatividad de los productores, se decide continuar el estudio de la digestión anaeróbica a mediana escala. Para la implementación de esta tecnología se identificaron barreras de orden económico, socio – cultural, político y tecnológico.

Durante los talleres, los participantes identificaron que las entidades e instituciones que están involucradas en su entorno y, por lo tanto, en una transferencia y difusión exitosa de la tecnología seleccionada son: el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP) y el Ministerio del Ambiente (MAE) relacionados a licencias, permisos y normativa; el Banco Nacional de Fomento (BNF) en el tema de préstamos y financiamiento; y ONG relacionadas a préstamos y capacitaciones.

### **Barreras económicas y financieras**

Las barreras económicas y financieras son las más fácilmente identificables por los ganaderos, ya que se enfrentan diariamente a ciertas limitaciones que dificultan su producción y crecimiento. En los talleres se resumen estas limitaciones en las cuatro siguientes barreras. Cabe recalcar que tres de las cuatro barreras han sido categorizadas como nacionales o transversales, ya que todos los pequeños productores de las diferentes zonas y explotaciones identificaron las mismas barreras.

- Escasos recursos económicos de los productores: En la identificación de esta barrera se consideraron algunos elementos importantes relacionados con la estructura de costos de producción de una operación lechera especializada. En primer lugar se mencionó el bajo precio que los ganaderos reciben por la leche, el mismo que desestimula la inversión y muchas veces no permite contemplar inversiones orientadas al mejoramiento y modernización de las lecherías. En Ecuador el precio de la leche a nivel de productor es fijado por el Estado y muchas veces no responde a las condiciones prevalecientes en el mercado. Además los pequeños productores venden inclusive a precios menores a los intermediarios sin observar los precios mínimos que debe recibir el productor, situación que les ocasiona perjuicios importantes.

Los ganaderos se consideran además en desventaja frente a los industriales que tienen la libertad de modificar los precios del producto procesado de acuerdo a los cambios en la demanda de la leche.

Otros elementos mencionados fueron las fluctuaciones en la demanda del producto y la alta carga tributaria a la que están sujetas las explotaciones pecuarias. Estos factores se suman a los altos costos de producción, especialmente asociados a la compra de insumos (normalmente importados como fertilizantes, semillas, vacunas, y otros productos). Estos costos reducen el margen de beneficio económico de cualquier producción y vuelven poco viable la inversión en tecnología.

- Los costos asociados a la inversión en la tecnología: Una tecnología para el tratamiento de los desechos animales como la construcción de lagunas o digestores, que además requiere de equipos para la agitación y bombeo, demanda una alta inversión. Y los recursos no siempre están al alcance de los ganaderos. Por esta razón se asume que el costo de esta tecnología podría constituirse en un limitante importante para su aplicación generalizada.
- La falta de créditos sustentables: Sin dejar de reconocer el notable crecimiento de los volúmenes de crédito volcados hacia el sector agropecuario en los últimos años, se teme que no existe garantía de que las líneas de crédito actualmente disponibles y de otras que pudieran crearse en el futuro vayan a persistir y mantenerse en el tiempo con las mismas o mejores condiciones que las que rigen en la actualidad.
- Falta de recursos económicos de la asociación: La asociación no tiene capacidad de ejecución de proyecto por la falta de ingresos de la misma. Los miembros de la asociación tienen bajas utilidades y por esta razón no están en capacidad de hacer aportes considerables a la asociación. Y las asociaciones no tienen ingresos propios.

## **Barreras no financieras**

Las barreras no financieras se dividen de acuerdo a los resultados de los talleres en barreras políticas, socio – culturales y tecnológicas. A las barreras socio – culturales se las

considera nacionales, mientras que la barrera tecnológica es local ya que depende de la zona de aplicación.

### **Barreras políticas:**

Las barreras políticas no fueron identificadas durante los talleres por los ganaderos de Lloa, pero al realizar el análisis de barreras se incluyen las barreras políticas identificadas por los porcicultores en Santo Domingo.

### **Barreras socio-culturales:**

- No existe conocimiento de la tecnología: Se reconoce la limitación que impone la falta de conocimiento sobre la aplicación de la tecnología de digestión anaerobia antes descrita. Si bien, algunos ganaderos han observado el funcionamiento de diferentes tecnologías y la disposición final de las excretas recolectadas principalmente en los establos de ordeño, la mayoría, pese a mostrar interés por estas prácticas, desconoce detalles, especificaciones técnicas y demás requisitos imprescindibles para su aplicación.
- Falta de conciencia ambiental: A pesar de la notoria mejora que ha experimentado en años recientes el conocimiento y la preocupación de la ciudadanía en general por los problemas ambientales del mundo contemporáneo, es todavía evidente lo poco que se sabe acerca de los impactos ambientales que pueden provocar las distintas actividades productivas. En el caso de la ganadería lechera, esta actividad ha mostrado tradicionalmente poco interés por mejorar las prácticas de disposición final de los desechos producidos en sus producciones. La ausencia hasta hace pocos años de la variable ambiental en los planes y proyectos de desarrollo agropecuario, a todo nivel, ha contribuido a mantener el bajo nivel de conocimientos de buena parte de los ganaderos sobre este tema y a la despreocupación obvia por la búsqueda de soluciones para un problema que es muchas veces ignorado o subestimado.

### **Barreras tecnológicas:**

- Tamaño de la explotación (número de vacas o superficie de pastizales): A juicio de los ganaderos participantes, el número de animales o tamaño del hato podría constituirse en un factor limitante para adoptar la tecnología en mención, debido a que la insuficiente cantidad de estiércol producido individualmente no justificaría la inversión en la construcción de estos sistemas ni se alcanzaría el debido funcionamiento.

### **5.3.2.2. Barreras para el manejo de desechos de ganado porcino en Santo Domingo**

Habiendo sido seleccionada la tecnología de digestión anaeróbica a mediana escala en forma asociativa por los porcicultores de Santo Domingo, su transferencia y difusión deberán enfocarse a los grupos de productores que, según la clasificación de AGROCALIDAD, caen dentro de la explotación familiar comercial (11 a 30 unidades porcinas adultas) y de las explotaciones comerciales pequeñas (31 a 80 unidades porcinas) y medianas (81 a 100 unidades porcinas). Estos tres grupos en conjunto representan el 70% de las explotaciones porcinas a nivel nacional y aunque no se disponga de datos correspondientes a la Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, es razonable asumir que la distribución por tamaños siga un patrón semejante en esta jurisdicción (Agrocalidad / MAGAP, 2010).

La Asociación de Porcicultores de Santo Domingo ha logrado organizarse y priorizar una tecnología avanzada que debe aplicarse para beneficiar a todos los porcicultores en un área de 50 km alrededor de la ciudad de Santo Domingo de los Colorados. Los desechos del ganado porcino pueden ser recolectados de forma sólida o líquida. Pero deben ser transportados hasta la instalación de la planta de digestión anaerobia con tanquero o camión. No se ha definido todavía si se dará una remuneración por la entrega de desechos o si se compensará con la entrega de biol.

Los porcicultores de Santo Domingo identifican asimismo al Ministerio del Ambiente como el principal organismo que habilita su entorno a través de la emisión de la licencia ambiental. Además se identifica al MAGAP, a la Asociación de Porcicultores del Ecuador (ASPE), a la Asociación de Porcicultores de Santo Domingo, Transportistas de materia prima y subproductos, Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia y Tecnología (SENESCYT), Comercializadores de abono orgánico, GADs, y Ministerio de Electricidad y Energías Renovables (MEER) como entidades habilitantes.

#### **Barreras económicas y financieras**

- Ausencia de inversión privada: Es notoria la falta de interés del sector privado por invertir en obras de beneficio ambiental. La búsqueda de créditos a corto plazo y la poca atención a la solución de problemas ambientales explican la escasa o casi nula participación de los productores porcinos en el tratamiento de los desechos sólidos de sus explotaciones.
- Falta de inversión pública: Esta barrera hace referencia a la poca atención que los organismos estatales conferían en el pasado al tema ambiental y, por ende, a la regulación de las actividades productivas pecuarias a fin de evitar la contaminación ambiental. Se recomienda dirigir la inversión pública en programas de capacitación para eliminar la aplicación de prácticas tradicionales inapropiadas y para exigir la remediación de los impactos ambientales ya producidos.

- Altos costos de inversión y operación: El costo inicial asociado a la planificación e instalación de biodigestores o sistemas de compostaje representa una inversión adicional y un riesgo que no muchos empresarios están dispuestos a correr. Asimismo los costos de operación son altos y representan un gran esfuerzo para los productores.

### **Barreras no financieras:**

Dado a los problemas con el manejo de los desechos de las explotaciones porcinas que se han tenido en los últimos meses en la zona, como demandas de los afectados y denuncias de los pobladores cercanos, los porcicultores de Santo Domingo han creado una conciencia de la necesidad de implementar tecnologías para el manejo de los desechos producidos por su negocio. Esto ha traído consigo que los porcicultores hayan generado una conciencia ambiental sobre el problema del manejo de sus desecho y han logrado asociarse para promover un proyecto en conjunto. Los actores han identificado las siguientes barreras de tipo políticas, socio – culturales y tecnológicas

### **Barreras políticas:**

- Falta de continuidad en proyectos: Constituye una barrera importante la notoria falta de continuidad de los distintos proyectos que se llevan a cabo en la provincia, la falta de seguimiento por parte de los organismos responsables, deficiencia en la sostenibilidad de los proyectos y el divorcio que se evidencia muchas veces entre las instituciones públicas que trabajan por el desarrollo del sector agropecuario.
- Falta de normativa y su aplicación: los productores desconocen directrices claras para la elaboración del plan de manejo ambiental. Además reconocen que no hay controles de las autoridades para garantizar la aplicación de las normas ambientales
- Falta de incentivos: no hay incentivos financieros para la implementación de tecnologías que den una solución al manejo de los desechos porcinos.

### **Barreras socio – culturales:**

- Falta de conocimiento de la tecnología: El desconocimiento de la tecnología, de sus fundamentos y de los procesos involucrados es reconocido por los porcicultores pequeños y medianos de Santo Domingo como el principal factor limitante.

### **Barreras tecnológicas:**

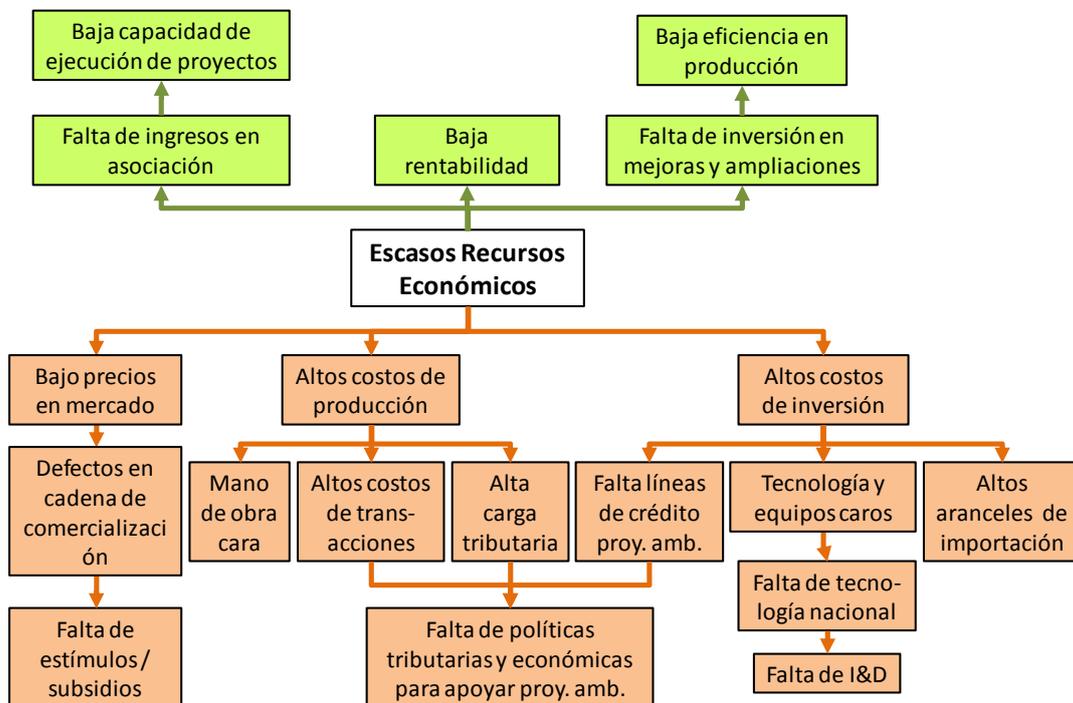
- Ausencia de programas de capacitación: Íntimamente ligada a la barrera anterior, la ausencia de programas de capacitación representa una barrera que no permite

superar la falta de conocimientos sobre el compostaje, razón por la cual, este tema debe recibir atención prioritaria.

### 5.3.2.3. *Análisis de las barreras identificadas para la tecnología de digestión anaeróbica*

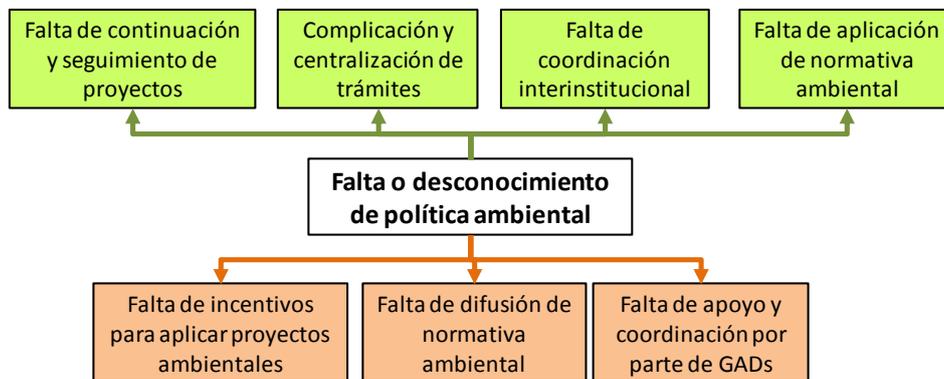
El análisis de las barreras identificadas en las dos zonas para la implementación de la tecnología de digestión anaeróbica se realiza utilizando el análisis condensado de causa – efecto de estas barreras. Es interesante recalcar en que las dos zonas que priorizaron la tecnología de digestión anaeróbica tienen una estructura organizacional fuerte y sus producciones están lo suficientemente cercanas para desarrollar un proyecto en conjunto basado en la recolección y acopio de los desechos animales hacia la planta de digestión anaeróbica.

El problema raíz de las barreras económicas y financieras son los escasos recursos económicos. Como se presenta en la Figura 5 se logran identificar las barreras de entorno habilitante para el caso de la tecnología de digestión anaeróbica, las cuales son: falta de líneas de estímulos y subsidios para las producciones ambientalmente favorables, falta de políticas tributarias y económicas para apoyar proyectos ambientales, y falta de I&D para desarrollar tecnología y equipos nacional acompañado de altos aranceles de importación.



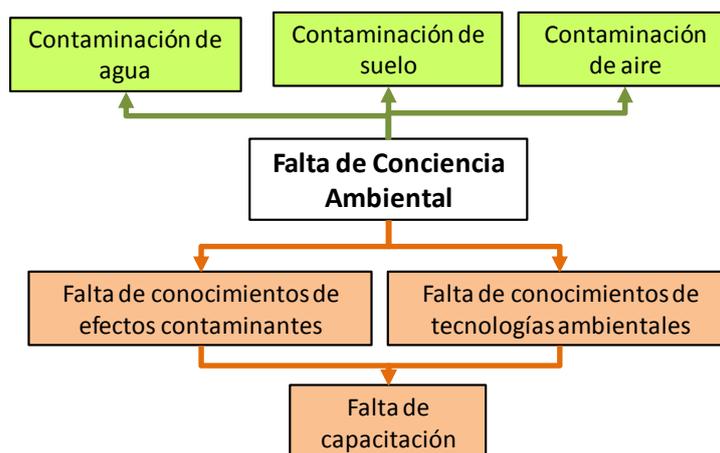
**Figura 5. Diagrama de causa – efecto de las barreras financieras para la tecnología de digestión anaeróbica a mediana escala**

El desconocimiento o la falta de las políticas ambientales es el problema raíz para las barreras políticas. Para este caso se identifican tres barreras de entorno habilitante: falta de incentivos para la aplicación de proyectos ambientales, falta de difusión de normativa ambiental y falta de apoyo y coordinación por parte de los GADs. Este diagrama se presenta en la.Figura 6



**Figura 6. Diagrama de causa – efecto de las barreras políticas para la tecnología de digestión anaeróbica a mediana escala**

El análisis de causa – efecto para las barreras socio – culturales presenta el problema raíz de falta de conciencia ambiental y se presenta en la Figura 7. La falta de capacitación en temas ambientales como riesgos, efectos y tecnologías es la barrera de entorno habilitante.



**Figura 7. Diagrama de causa – efecto de las barreras socio – culturales para la tecnología de digestión anaeróbica a mediana escala**

En la Figura 8 se presenta el diagrama de causa – efecto para las barreras tecnológicas desglosadas a partir de la barrera compatibilidad de tecnología con tamaño de explotación. El problema raíz para las barreras tecnológicas es la falta de implementación de tecnologías ambientales y las barreras de entorno habilitante identificadas son: falta de recursos económicos que está detallada previamente, falta de conocimientos en las tecnologías, que se trató en las barreras socio –culturales, compatibilidad de tecnología, y finalmente, falta de políticas que incentiven estos proyectos. Vemos que las cuatro barreras de entorno habilitante ya han sido identificadas previamente, lo cual muestra la interrelación entre las diferentes barreras.

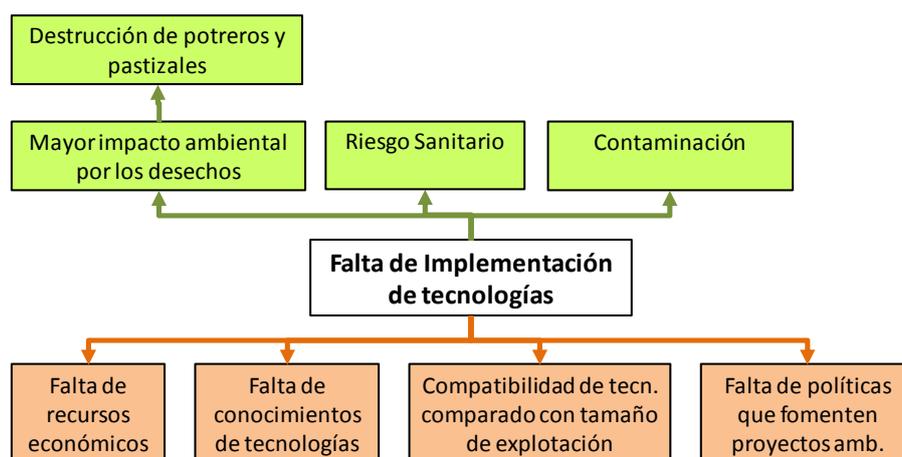


Figura 8. Diagrama de causa – efecto de las barreas tecnológicas para ganado bovino en Lloa

### 5.3.3. Medidas para la habilitación del entorno para la adopción de la tecnología de digestión anaeróbica a mediana escala

#### 5.3.3.1. Medidas para el manejo de desechos de ganado bovino de leche en Lloa

Las medidas propuestas para la habilitación del entorno y la aplicación de la tecnología de digestión anaeróbica en Lloa se basan en los resultados de los talleres y son específicas para cada barrera presentada previamente. Al igual que las barreras, las medidas se dividen en económicas y financieras, y no financieras, como se presentan a continuación.

#### Medidas económicas y financieras:

- Escasos recursos económicos: Para superar la barrera de escasos recursos económicos, la cual se considera el efecto de los altos costos de producción de una explotación lechera, los productores propusieron medidas dirigidas a mejorar la

comercialización de la leche. Esto se puede realizar garantizando seguridad en la compra del producto, o por la revisión de los precios fijados por el Estado a nivel de productor.

Un punto adicional que amerita especial consideración es la propuesta de sugerir a las autoridades oficiales encargadas de regular los precios, la adopción de una política de incentivos que gratifique con mejores precios a la leche producida bajo ciertos criterios o con una reducción de la carga tributaria en ganaderías que hayan adoptado esta tecnología o que apliquen otras prácticas que contribuyen a la solución de los problemas ambientales generados por el mal manejo de sus desechos. Otro posible incentivo contempla la gestión ante los organismos del Estado para conseguir la reducción o exoneración de impuestos a la importación de bienes de capital o insumos requeridos para el funcionamiento de las ganaderías lecheras y el manejo de sus desechos.

Se reconoce como medida complementaria indispensable, la capacitación técnica y difusión de tecnologías que hagan posible la elevación de la productividad.

- Los costos asociados a la inversión en la tecnología: Con respecto al costo de inversión implícito en la adopción de la tecnología de digestión anaerobia de recolección y tratamiento de estiércol, factor que puede constituirse en una barrera importante para su adopción, se considera la posibilidad de conseguir el apoyo oficial para disponer de líneas de crédito que permitan financiar la inversión en condiciones preferenciales o, de ser posible, para subvencionar parte de la inversión. O inclusive buscar fondos no reembolsables para la implementación de proyectos pilotos, ya que se tratan de inversiones de alto riesgo hasta que se haya comprobado su implementación exitosa.
- La falta de créditos sustentables: Como complemento a la medida anterior se concluyó que la barrera identificada como falta de créditos sustentables solo podría obviarse existiendo.
- Falta de recursos económicos de la asociación: Al mejorar la cadena de producción e incentivar la asociatividad por medio de otorgar mejores precios de productores asociados o adquirir subsidios y financiamientos para materias primas y equipos, se mejora automáticamente la situación económica de la asociación ya que aumenta el número de miembros y el capital que tienen a disposición. Sin olvidar que esto depende de un adecuado manejo financiero de la asociación

## **Medidas no financieras**

Medidas socio-culturales:

- No existe conocimiento de la tecnología: La solución para la barrera de falta de conocimiento de las tecnologías es la capacitación a los productores, orientada a la

operación y manejo de sistemas de digestión anaeróbica de manera que los problemas de contaminación y emisión de gases de efecto invernadero producidos por el estiércol se eliminen o se reduzcan a un mínimo. Además se debe fortalecer la transferencia y difusión de esta tecnología al promover proyectos pilotos y proyectos de investigación y desarrollo realizados por empresas consultoras, universidades y demás empresas relacionadas con la construcción y operación de este tipo de sistemas.

- Falta de conciencia ambiental: Para superar la limitación identificada como falta de conciencia ambiental se propone igualmente la capacitación como único medio de crear conciencia de la naturaleza y de los problemas ambientales ocasionados por el inadecuado tratamiento de las excretas animales, y de la importancia y necesidad de contribuir al mejor uso de los recursos naturales y conservación del planeta. Por otra parte, se reconoce que solo a través de la debida capacitación los ganaderos podrán valorar los beneficios económicos que pueden derivarse de la reducción de los costos de fertilización de los pastizales.

Medidas tecnológicas:

- Tamaño de la explotación: Las propuestas orientadas a superar la barrera referida a la compatibilidad del tamaño de producción y aplicabilidad de las tecnologías se traduce en:
- Necesidad de mejoramiento de la eficiencia productiva y reproductiva, con el objeto de elevar la productividad y, por ende, la rentabilidad de la operación, a través de la capacitación y transferencia de tecnologías apropiadas.
- Fortalecer y promover la organización y asociatividad entre productores para beneficiarse de las economías de escala y de la posibilidad de implementar la tecnología de digestión anaeróbica conjuntamente.

### **5.3.3.2. *Medidas para el manejo de desechos de ganado porcino en Santo Domingo***

**Medidas económicas y financieras:**

- Ausencia de inversión privada: Es notoria la falta de interés del sector privado por invertir en obras de beneficio ambiental. La búsqueda de créditos a corto plazo y la poca atención a la solución de problemas ambientales explican la escasa o casi nula participación de los productores porcinos en el tratamiento de los desechos sólidos de sus explotaciones.
- Falta de inversión pública: Esta barrera hace referencia a la poca atención que los organismos estatales conferían en el pasado al tema ambiental y, por ende, a la regulación de las actividades productivas pecuarias a fin de evitar la contaminación ambiental. Se recomienda dirigir la inversión pública en programas de capacitación

para eliminar la aplicación de prácticas tradicionales inapropiadas y para exigir la remediación de los impactos ambientales ya producidos.

- Altos costos de inversión y operación: El costo inicial asociado a la planificación e instalación de biodigestores o sistemas de compostaje representa una inversión adicional y un riesgo que no muchos empresarios están dispuestos a correr. Asimismo los costos de operación son altos y representan un gran esfuerzo para los productores.

## Medidas no financieras

Medidas políticas:

- Falta de continuidad: Asegurar la continuidad y el seguimiento de proyectos que se llevan a cabo en la provincia. El seguimiento lo debe hacer la institución que tenga la rectoría sobre el proyecto y del cumplimiento de las diferentes normativas, pero también se debe empoderar a los GADs para que apoyen desde la zona de influencia a los proyectos. Paralelamente y con el objeto de mantener el contacto con los productores y constatar los avances y resultados de la aplicación de los proyectos, sugirieron la realización de visitas de los agentes de asistencia técnica a las fincas participantes.
- Falta de normativa y su aplicación: La normativa del manejo de los desechos debe ser muy clara y las directrices para la implementación de las tecnologías necesarias deben ser proporcionadas por los GADs. Se debe preparar un manual para la elaboración del plan de manejo ambiental para la obtención de la licencia ambiental y así poder operar tranquilamente. Se pide a las autoridades del Ministerio del Ambiente para que formulen un plan de manejo ambiental definitivo, en el que se conjuguen las aspiraciones de todos los actores, tanto del sector público como del sector privado.
- Otra medida sugerida para atacar todas las barreras antes nombradas es la de sensibilizar a los actores a fin de que al momento de seleccionar a sus dirigentes lo hagan con la debida responsabilidad, buscando en todo momento verdaderos líderes, despojados de ambiciones personales y comprometidos con los grandes intereses de la organización.
- Falta de incentivos: Incentivar a los productores que garanticen un buen manejo ambiental a través de préstamos, mejores precios de insumos, etc.

Medidas socio-culturales:

- Falta de conocimiento de la tecnología: Para suplir las necesidades de información sobre la tecnología seleccionada y elevar el nivel de conocimientos de todos los productores, la solución planteada es la capacitación.

Medidas tecnológicas:

- Ausencia de programas de capacitación: Durante el taller se plantea la instalación de una planta de procesamiento piloto demostrativa de digestión anaeróbica, la misma que constituye una importante herramienta para apoyar y fortalecer los programas de capacitación y elevar el nivel de competencia técnica de los interesados al permitirles afianzar sus conocimientos con la observación directa de una experiencia real.

## **5.4. ANÁLISIS DE BARRERAS Y ENTORNO HABILITANTE PARA LA TECNOLOGÍA DE COMPOSTAJE**

La tecnología de compostaje fue seleccionada en cuatro de las seis zonas: ganado bovino en Quijos y Manabí, ganado porcino en Quijos, y avicultores en Santo Domingo. Esta clara predilección por esta tecnología se debe a la alta difusión y conocimiento de la tecnología entre los productores, y a la dispersión y falta de organización entre los diferentes productores en las zonas. A continuación se presenta una breve descripción de la tecnología, las barreras identificadas con un análisis para cada tipo de barreras y las medidas definidas por cada zona.

### **5.4.1. Descripción de la tecnología de compostaje**

El compostaje es una tecnología de tratamiento de desechos sólidos en la cual, la materia orgánica es estabilizada por acción microbiana y convertida en compost, un abono natural, rico en nutrientes y de fácil aplicación en los cultivos. Al ser un proceso biológico, el compostaje depende directamente del crecimiento y la actividad de los distintos microorganismos (bacterias, actinomicetos y hongos). Su fuente de nutrientes y energía son los mismos desechos, que son sometidos a un proceso biooxidativo de sustancias, que combina la fase mesófila (15-45°C) y la termofílica (45-70°C), para transformar los residuos orgánicos en compost. El proceso de fermentación puede llevarse a cabo bajo condiciones anaerobias o aerobias, siendo esta última la utilizada con mayor frecuencia, pues acelera el proceso de descomposición, elevando la temperatura necesaria para la destrucción de los patógenos presentes en los desechos. El oxígeno requerido se suministra ya sea por aireación pasiva o por aireación forzada. La primera se debe a la difusión molecular y el movimiento natural del aire (viento y convección térmica). La segunda tiene lugar por el uso de ventiladores, o a través de la succión del aire que se mueve a través de los materiales de compostaje (Moreno Casco & Moral Herrero, Compostaje, 2008).

Para la implementación de la tecnología no se requiere una infraestructura muy sofisticada, pero si se debe seguir cuatro etapas importantes para que el proceso se complete de una manera satisfactoria. El primer paso es un pre-tratamiento de los desechos el cual consiste en la recepción, clasificación, reducción de tamaño y humidificación de la cama obtenida.

Posteriormente, se debe realizar la mezcla de todos los desechos que van a ser sometidos al compostaje. Junto con los desechos animales se puede utilizar desechos orgánicos de las plantaciones o industrias agrícolas de la zona. Estos desechos también deben ser pre-tratados antes de ser mezclados con la cama. La tercera etapa consiste en el compostaje en sí, donde se da la transformación de los desechos a compost por medio de degradación aeróbica. Para ello y dado el gran volumen de desecho que se obtiene en las explotaciones de interés, se debe colocar el material en pilas o hileras triangulares o trapezoidales. Estas camas deben ser volteadas periódicamente para permitir la aireación del material en descomposición. En esta etapa se debe tener un control permanente de humedad, temperatura y aireación de los desechos. Por último, la cuarta etapa consiste en la maduración del compost. Este proceso es la fase final de la fermentación, donde la descomposición decrece y la temperatura disminuye hasta alcanzar condiciones ambientales. En este punto el material ha alcanzado su estabilidad y se encuentra listo para ser aplicado en los cultivos o vendido en el mercado como un abono rico en nutrientes.

La inversión necesaria para la implementación de la tecnología de compostaje se encuentra, principalmente, en la preparación del suelo para la ubicación de los desechos. Dada la larga duración del proceso de compostaje de 4 a 8 semanas, el área necesaria resulta muy grande, lo cual representa la mayoría del costo. Por otra parte, los costos de producción son bajos ya que solo se requiere de pala y carretilla o en el mejor de los casos de una pala mecánica para hacer los volteos. Y el proceso no requiere mucho personal, no consume energía y no necesita de otros gastos. La Tabla 23 presenta la hoja de datos técnicos de la tecnología de compostaje, la cual incluye la información más importante de la tecnología.

**Tabla 23: *Technology Fact Sheet* de la tecnología de compostaje**

<b>Sector</b>	<b>Agrícola</b>
<b>Sub sector</b>	<b>Manejo de estiércol</b>
<b>Nombre de tecnología</b>	<b>Compostaje</b>
Emisiones de GEI del Subsector (megatoneladas de CO <sub>2</sub> eq)	3,9
Escala	Pequeña Escala
Disponibilidad	Corto Plazo
Tecnología a ser incluida en la priorización?*	SI
Racionalidad del proyecto ¿Por qué la opción ha sido considerada inapropiada? (por ejemplo si recursos hídricos no están disponibles)	Requiere manejo de ganado intensivo / semi-intensivo (establo/corral). El compostaje de desechos ganaderos es una práctica común para tratar y estabilizar desechos ganaderos sólidos por acción microbiana. Inclusive cuando los desechos permanecen en el campo, se ven sometidos a un proceso de compostaje natural. Se puede aplicar el proceso de compostaje desde nivel casero o traspatio hasta gran escala. Se vas a considerar en este estudio solo el nivel de traspatio y

	pequeña escala.
Antecedentes/ Notas Descripción corta de la opción tecnológica desde el ClimateTechWiki, Seminarios, etc.	El compostaje de los desechos ganaderos se aplica a desechos sólidos de material particulado, por lo cual requiere un pretratamiento. El pretratamiento consiste en recepción, clasificación, reducción de tamaño y humidificación. El material es degradado (fermentado) por acción microbiana a compost, un abono orgánico rico en nutrientes y carbono orgánico. Este proceso es exotérmico, por lo que libera calor. Se considera la fase mesofílica cuando la temperatura se encuentre entre 15 y 45°C y termofílica entre 45 y 70°C. Esta última es la responsable de la sanitización del compost. El oxígeno requerido se suministra por aireación pasiva o forzada. Para obtener un material homogéneo se debe mezclar / voltear el material hasta llegar al último paso de maduración en el que la tasa de degradación decrece y la temperatura disminuye. El tiempo de residencia necesario hasta alcanzar a tener un compost maduro se encuentra entre 6 y 10 semanas. Lo cual requiere de mucho espacio.
Supuestos de implementación ¿Cómo la tecnología será implementada y difundida en el subsector?	Se recomienda hacer la implementación del proceso de compostaje a pequeña escala, ya que la inversión de maquinaria necesaria para voltear las pilas de compost a gran escala es muy alto. el sistema más simple es la compostera que puede ser a nivel casero. Si ya se tiene un cantidad mayor se recomienda el sistema de pilas o hileras volteadas. Para asegurar un proceso exitoso, las partes interesadas tienen que entender el proceso y conocer la importancia de la aireación y humedad, así como guiarse por la temperatura.
Reducción de las Emisiones de GEI en 1 año (en megatoneladas de CO <sub>2</sub> e / ton desecho)**	Directo: 8,66
<b>Impactos</b> <b>Cómo esta opción impacta las prioridades de desarrollo del país</b>	
Prioridades de desarrollo social del país*	A pequeña escala tienen que trabajar las partes interesadas en mantener la calidad del compost adecuada. A mediana escala se necesita contratar uno a dos operarios que volteen, humedezcan y controlen el nivel de madurez del compost diariamente. Compostaje tiene un impacto positivo para las comunidades de interés ya que es una forma muy simple de tratar los desechos ganaderos sólidos.
Prioridades de desarrollo económico del país*	La tecnología del compostaje es tan sencilla que se puede replicar a pequeña escala (casa con animales) en varios lugares. Este compost se puede utilizar para los propios cultivos, pero sin un aseguramiento de calidad (patógenos) no tiene valor comercial.
Prioridades de desarrollo ambiental del país*	El sistema de compostaje aireado reduce la cantidad de CH <sub>4</sub> que producirían estos desechos sin el tratamiento y la aireación adecuada. Además reduce los requerimientos de fertilizantes nitrogenados y por ende las emisiones de N <sub>2</sub> O.
Otras consideraciones y prioridades como el potencial de mercado	Compost a mediana escala y con un adecuado control de calidad tiene un alto valor comercial a nivel agrícola y doméstico. Sin embargo, es fundamental tecnificar de tal forma el proceso que se asegure una sanitización del compost. Esto no se puede hacer a nivel de traspatio u hogares.
<b>Costos</b>	
Costos de capital en 5 años*	(+)

Costos de operación y mantenimiento en 5 años\*

(++)

\* [++ muy altos,+ altos. - bajos, -- muy bajos]

\*\* por tonelada de desecho

## 5.4.2. Identificación de las barreras para la adopción de la tecnología de compostaje

### 5.4.2.1. Barreras para el manejo de desechos de ganado bovino en Quijos

Los ganaderos de Quijos participantes en el segundo taller priorizaron a la tecnología de compostaje por considerarla más viable y ajustada a las condiciones y limitaciones de los productores y por ser apropiada para su implementación en la zona en forma individual en cada propiedad.

Las entidades e instituciones que identificaron los participantes que afectan su entorno y estarían involucradas en la transferencia de tecnología son: el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP) y el Ministerio del Ambiente (MAE), el Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) y el Gobierno Central.

### Barreras económicas y financieras

Las barreras económicas y financieras identificadas por los ganaderos de Quijos se enmarcan dentro la barrera transversal de escasos recursos económicos. Sin embargo, los ganaderos enfatizan en los siguientes puntos:

- Falta de financiamiento: Los ganaderos perciben que existe escasez de recursos crediticios por parte de la banca pública y privada y bajo condiciones desfavorables para los productores. Ellos atribuyen esto a la falta de políticas estatales y a la baja contribución económica de este sector.
- Alto costo de producción y bajo precio de la leche: Se considera que los costos de producción aumentan permanentemente debido al incremento de los precios de los insumos por inflación, impuestos, aranceles, entre otros. Mientras que el precio que recibe el productor de leche es bajo debido a varios defectos que adolece la cadena de comercialización, entre otros, la fijación de precios y la presencia de intermediarios.

## **Barreras no financieras**

Las barreras no financieras se dividen en políticas y socio – culturales. Las barreras políticas son transversales, mientras que las socio – culturales se enmarcan dentro de las barreras locales, ya que son características de la zona de interés, aunque las medidas pueden ser transversales o nacionales.

### **Barreras políticas:**

- Falta de apoyo y coordinación de los GADs: Los productores no perciben un apoyo en sus esfuerzos por parte de los GADs. También desearían que el GAD cumpla el rol de coordinar y liderar las actividades conjuntas de los productores.
- Falta de coordinación interinstitucional: Este problema es atribuido al desconocimiento de las competencias de los gobiernos territoriales (locales), ocasionados por las frecuentes reestructuraciones institucionales en los últimos años. Se reconoce que la falta de definición de competencias ocasiona muchas veces superposición de funciones y evasión de responsabilidades, con las consiguientes consecuencias negativas. La evidente descoordinación entre los distintos organismos del sector público es un fenómeno que persiste y, según los participantes, obedece a la falta de visión y continuidad de las autoridades.

### **Barreras socio - culturales:**

- Falta de confianza en las organizaciones: motivada principalmente por la falta de cultura asociativa y la ausencia de liderazgo de los dirigentes, quienes evidencian una deficiente capacitación en los campos de la administración y gerenciamiento. Además se origina en una falta de cultura de trabajo en equipo de los potenciales socios
- Dispersión de los predios: Las distancias entre las ganaderías de la zona son apreciables y dificultan la integración y, por tanto, la ejecución de proyectos asociativos.
- Falta de organización para crear economías populares y solidarias: Aun cuando esta barrera podría caber mejor dentro la categoría de barreras socio – culturales, la imposibilidad de construir y mantener economías populares y solidarias capaces de ejecutar proyectos de interés público, como el del tratamiento de los desechos de las ganaderías, se debe a la incipiente organización comunitaria por causa de la desconfianza en los líderes.

#### **5.4.2.2. Barreras para el manejo de desechos de ganado bovino en Manabí**

Los ganaderos de la provincia de Manabí solicitaron que se aclare que en la provincia existen pocas ganaderías especializadas exclusivamente en la producción de carne, ya que aun en explotaciones grandes, mayormente orientadas a la producción de crías para la venta de novillos acabados para la producción de carne, es común el ordeño de vacas seleccionadas por su aptitud lechera. Considerando esto, se prosiguió a la identificación de las posibles barreras que a su criterio dificultarían la adopción de la tecnología de compostaje para el tratamiento técnico del estiércol acumulado en los corrales-establos de sus ganaderías. Las barreras identificadas se presentan a continuación.

El entorno habilitante que los ganaderos de Manabí identifican son, principalmente, al Ministerio del Ambiente (MAE) y a los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GADs). Siendo el MAE la principal entidad en facilitar su operación, ya que es quien emite las licencias ambientales. Y este requerimiento todavía es difícil de cumplir. Los GADs son las entidades responsables de la elaboración de proyectos y obtención de financiamientos.

### **Barreras económicas y financieras**

Los ganaderos de Manabí identificaron únicamente dos barreras económicas, presentadas a continuación.

- Alto costo de la mano de obra: Los ganaderos claramente reconocen que la recolección regular de los desechos representa un costo adicional que les reduce su margen de utilidad y por ello no todos están dispuestos a asumirlo. La recolección y disposición final del estiércol en los sitios escogidos para la preparación del compost implica la necesidad de disponer de mano de obra dedicada a esa tarea y a su tratamiento (labor periódica de volteo) durante todo el proceso. Debido a la migración a las ciudades, la mano de obra es muy costosa y es difícil conseguir buenos empleados.
- Bajo precio en el mercado: el precio de los productos agrícolas y ganaderos es muy bajo en el mercado.

### **Barreras no financieras**

#### **Barreras socio-culturales:**

- Falta de organización: Como en la mayoría de sectores productivos del agro, los pequeños y medianos ganaderos de la región Litoral no tienen tradición de organización gremial, ni siquiera cuando se trata de circunscripciones políticas pequeñas, como serían las áreas geográficas a nivel parroquial. Con excepción de los grandes productores empresariales que se agrupan en asociaciones gremiales, se observa un marcado individualismo entre los productores. Este comportamiento se da debido a la falta de conocimiento de las ventajas de la asociatividad, a la falta

de estímulos de los organismos especializados, o simplemente por desconfianza. Esta se ha identificado como una de las barreras que más ha dificultado la tarea de los agentes de asistencia técnica al momento de llevar innovaciones tecnológicas al campo, y la acción de los profesionales ejecutores de proyectos de desarrollo rural.

- Falta de vialidad e infraestructura: La distancia entre propiedades y la falta de infraestructura vial ocasionada, principalmente, por las inundaciones en invierno, hacen muy difícil la organización de los productores y la implementación de centros de acopio tanto para sus productos como para el manejo de los desechos. La mayor parte de los caminos vecinales son transitables únicamente en verano. Sin vías de acceso permanentes resulta imposible pensar en planes de desarrollo rural.
- Falta de conciencia ambiental: Es costumbre en la zona de Manabí que las personas simplemente boten su basura en cualquier parte y esperan a que cuando el río suba se “limpie”. Esta costumbre se extiende a todos los ámbitos, incluido el manejo de los desechos del ganado en los corrales.
- Inexistencia de un mercado para los productos orgánicos: los productores tienen dudas de que la gente esté dispuesta a comprar abono orgánico o biol proveniente de desechos animales. En Ecuador no existe aún el interés por los productos orgánicos, libres de químicos

### **Barreras Tecnológicas:**

- Falta de conocimiento sobre la tecnología: Si bien se asume que la mayoría de agricultores y ganaderos saben lo que es el compost y también poseen algún conocimiento sobre la forma de elaborarlo, es notorio el desconocimiento generalizado de esta tecnología. En especial cuando el material a procesar está constituido por desechos sólidos y húmedos de los animales mantenidos en corrales. Los ganaderos participantes reconocen esta limitación técnica y admiten no estar en capacidad de preparar un abono orgánico de alta calidad que pueda servirles para fertilizar sus propios pastizales o huertas, o para destinarlo a la venta.
- Ausencia de programas de capacitación: Los ganaderos de los cantones seleccionados en la provincia de Manabí, perciben que se han realizado muy pocos proyectos en los que el componente de capacitación técnica haya recibido la atención necesaria y resaltan la falta de continuidad de estos programas. Se considera también que no siempre los conocimientos que se imparten en el agro son los adecuados, como no lo son tampoco los capacitadores ni los métodos y procedimientos que aplican.
- Dificultad de manejo de los desechos en la estación lluviosa: La recolección del estiércol durante el invierno es una tarea laboriosa debido a la consistencia acuosa de los desechos que no permite su acumulación en un lugar determinado del corral para su posterior movilización hacia la compostera. Por esta razón, en lugar de recogerlos y aprovecharlos, prefieren lavar los corrales con agua a presión o con baldes para deshacerse de ellos.

- En los corrales con pisos revestidos de cemento, buena parte de los desechos son lavados de la superficie por la lluvia y conducidos a los canales de drenaje desde donde se vierten normalmente a los cauces de esteros o ríos, o a barrancos y quebradas cercanas. Esta práctica ocasiona pérdidas apreciables del material y causa contaminación en suelos, agua y aire.
- En los corrales de tierra, el problema se agudiza debido a la formación de lodo con el estiércol y el agua de lluvia. Esta situación vuelve aún más difícil la recolección y en general el manejo de los desechos, razón por la cual muchos ganaderos prefieren no hacer nada y esperar hasta que termine el invierno para recoger este material o simplemente dejarlo secar.

#### **5.4.2.3. Barreras para el manejo de desechos de ganado porcino en Quijos**

Los porcicultores de Quijos reconocen la importancia del tratamiento de las excretas producidas por sus animales para no causar impactos ambientales ni problemas sanitarios que afecten la salud pública, así como también la necesidad y valor de obtener fertilizante natural como producto final del tratamiento. Así mismo, están conscientes de su obligación de cumplir las normas y regulaciones ambientales exigidas por el Ministerio del Ambiente para el funcionamiento de las explotaciones porcinas. Por esta razón, los productores exhiben la mejor disposición para facilitar la adopción de las tecnologías que mejor respondan a sus necesidades y limitaciones.

En la zona los productores acostumbran manejar los desechos de dos diferentes formas: de forma sólida o líquida. El manejo líquido consiste en la limpieza de los corrales con agua, mientras que el manejo sólido consiste en la limpieza manual de los corrales con pala. En la priorización de las tecnologías se consideran estas dos costumbres, Por esta razón los porcicultores seleccionaron a la tecnología de digestión anaerobia para el manejo de los desechos líquidos y al compostaje para el manejo de los desechos sólidos. Los participantes identificaron las siguientes barreras para la difusión y adopción de las tecnologías de digestores anaerobios a pequeña escala y compostaje.

Los productores identifican al Ministerio del Ambiente como el principal organismo que habilita su entorno a través de la emisión de la licencia ambiental. Además se identifica al MAGAP, a la Asociación de Porcicultores del Ecuador (ASPE), Transportistas de materia prima y subproductos, Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia y Tecnología (SENESCYT), Comercializadores de abono orgánico, GADs y Ministerio de Electricidad y Energías Renovables (MEER).

#### **Barreras económicas y financieras**

- Ausencia de inversión privada: Es notoria la falta de interés del sector privado por invertir en obras de beneficio ambiental. La búsqueda de créditos a corto plazo y la poca atención a la solución de problemas ambientales explican la escasa o casi

nula participación de los productores porcinos en el tratamiento de los desechos sólidos de sus explotaciones.

- Falta de inversión pública: Esta barrera hace referencia a la poca atención que los organismos estatales conferían en el pasado al tema ambiental y, por ende, a la regulación de las actividades productivas pecuarias a fin de evitar la contaminación ambiental. Se recomienda dirigir la inversión pública en programas de capacitación para eliminar la aplicación de prácticas tradicionales inapropiadas y para exigir la remediación de los impactos ambientales ya producidos.
- Altos costos de inversión y operación: El costo inicial asociado a la planificación e instalación de biodigestores o sistemas de compostaje representa una inversión adicional y un riesgo que no muchos empresarios están dispuestos a correr. Asimismo los costos de operación son altos y representan un gran esfuerzo para los productores.

## **Barreras no financieras**

### **Barreras políticas:**

- Falta de normativa y su aplicación: los productores desconocen directrices claras para la elaboración del plan de manejo ambiental. Además reconocen que no hay controles de las autoridades para garantizar la aplicación de las normas ambientales
- Falta de incentivos: no hay incentivos financieros para la implementación de tecnologías que den una solución al manejo de los desechos porcinos.

### **Barreras socio – culturales:**

- Falta de empoderamiento de los porcicultores para evitar la contaminación: Nunca ha existido una cultura conservacionista entre los porcicultores; hasta hace poco tiempo, la contaminación por las excretas de sus explotaciones era considerada inevitable y cualquier método que se empleara para eliminarlas era igualmente permisible.
- Desprecio por los desechos: Nadie quiere estar en contacto con desechos ni tratarlos en su territorio. Los productores reconocen que en general no hay conocimiento de los beneficios de los usos de los residuos orgánicos como fertilizantes y abonos.
- Falta de capacitaciones: Los productores no tienen interés en capacitarse para conocer sobre el manejo de los desechos de sus explotaciones u otras ramas del conocimiento.

- Falta de organización y espacios comunales: Los productores de la zona no han logrado establecer un espíritu de grupo y no se han asociado. Los porcicultores de esta zona tampoco muestran interés por la organización como medio de conseguir en forma conjunta objetivos comunes, de trabajar en proyectos de interés común o de buscar ventajas para el grupo uniéndose y privilegiando la acción asociativa sobre el individualismo.
- Las pequeñas y medianas producciones no disponen del espacio necesario para la instalación y operación de sistemas de tratamiento de las excretas. Se considera que nada se ha hecho en relación a la identificación y, menos aún, adecuación de sitios apropiados para la instalación y operación centralizada de una o más plantas de acopio y digestión anaeróbica.

### **Barreras tecnológicas:**

- Falta de gestores de residuos. No existe experiencia ni experticia en el tratamiento de los residuos de origen animal por el hecho de que este tipo de actividades no constituía una prioridad dentro de los planes y programas de desarrollo porcino.
- Falta de transferencia de tecnología. La poca inversión en capacitación se ve reflejada en una mínima difusión y adopción de tecnologías para el tratamiento de desechos sólidos y líquidos de las explotaciones porcinas.

#### **5.4.2.4. Barreras para el manejo de desechos de explotaciones avícolas en Santo Domingo**

En lo referente a la avicultura, la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas mantiene una importante industria avícola orientada a la cría y producción de pollos de carne o parrilleros, con muy pocos planteles de pequeña escala dedicados a la cría y producción de gallinas de postura. La producción de pollos abastece el mercado local, tanto de consumo familiar como de restaurantes y hoteles y tal como se constató en la visita de campo y en entrevistas, los avicultores aseguran no tener complicación para hacer frente al problema de la acumulación del estiércol, como ocurre principalmente en las explotaciones avícolas de postura, por cuanto al concluir cada ciclo de crianza (6 a 7 semanas) toda la gallinaza (el estiércol con el material empleado en las camas) es rápidamente evacuada y comercializada en condiciones favorables. Por esta razón es explicable que, al menos en la actualidad, los avicultores muestren poco interés por la adopción de alguna de las tecnologías disponibles para el tratamiento de los desechos producidos por los animales. No obstante, frente a un eventual cambio de las condiciones actuales, la preferencia de los avicultores se inclina hacia la tecnología del compostaje.

Las entidades e instituciones que fueron identificadas en el entorno de las explotaciones avícolas y que, por lo tanto, pueden promover una transferencia y difusión exitosa de la tecnología seleccionada son: el Ministerio del Ambiente (MAE) a través de la obtención de la licencia ambiental, el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca (MAGAP)

con el registro sanitario, Banco Nacional de Fomento (BNF) y bancos privados con la otorgación de créditos y préstamos.

### **Barreras económicas y financieras:**

- Falta de créditos: Como en otros sectores productivos, el sector avícola productor de carne considera insuficientes los recursos crediticios disponibles y además costosos. Por otra parte, los avicultores están en desacuerdo con la política implantada por la banca pública de centralizar el proceso de concesión de préstamos en Quito, restando autonomía a las oficinas provinciales.
- Alto costo de la recolección y manipulación del estiércol: La recolección del estiércol y su manipulación a lo largo del proceso son labores que exigen la participación de mano obra, lo cual representa un incremento de los costos de producción de la empresa avícola. Por otra parte, debido al desconocimiento y falta de experiencia en el manejo de la tecnología, existe temor de que el producto a obtener no permita cubrir los costos de la recolección y tratamiento de la gallinaza.
- Altos costos de producción: Los costos de producción o crianza de los pollos es muy costoso. El consumo energético que tienen las explotaciones avícolas es muy alto por la necesidad de calentar los galpones de crianza en las primeras etapas. De igual forma, el costo de los concentrados o balanceados ha experimentado importantes incrementos en los últimos años, como consecuencia de la subida de precios del maíz, ingrediente que debe importarse en su mayor parte dada la insuficiente producción nacional. El aumento en los costos de producción no se refleja en un aumento en los precios de mercado de los pollos. Finalmente, se tiene un elevado costo de personal o mano de obra. Se considera que las últimas reformas de la seguridad social han aumentado los costos de personal, en especial aquellos costos relacionados con la afiliación de los empleados y el salario mínimo.

### **Barreras no financieras**

#### **Barreras políticas:**

- Centralización y complicación de los distintos trámites del sector público: Los avicultores encuentran dificultades para realizar sus trámites en las dependencias del sector público. En muchas instituciones, en lugar de simplificar los trámites, los han complicado y centralizado, lo cual constituye no solo una molestia sino un perjuicio para los ciudadanos. Entre las reformas introducidas en varios ministerios y dependencias públicas se ha optado por volver a la centralización de casi todos los trámites en Quito, lo cual le resta agilidad a todo proceso y constituye una traba para la gestión de los actores privados que requieren servicios de dichos organismos.

- Falta de coordinación: La descoordinación entre instituciones del sector público pone en evidencia la mala comunicación existente, la cual repercute en la calidad del servicio que estas entidades ofrecen y crea desconfianza entre los distintos actores del sector productivo.

### **Barreras socio-culturales:**

- Falta de tradición cultural: El compostaje de la gallinaza no ha sido una práctica arraigada entre los avicultores del país, en general, y de los de la provincia de Santo Domingo, en particular. Dentro de sus hábitos y costumbres no se tiene registro de la aplicación rutinaria de esta tecnología para el tratamiento del estiércol.

### **Barreras tecnológicas:**

- Falta de conocimiento sobre la tecnología: Dadas las características del estiércol producido por las aves, esto es, la excreción conjunta de orina y heces, se tiene un menor contenido de agua que otros estiércoles animales. Además la adición de materiales vegetales ricos en carbono, como el aserrín, paja, cáscara de arroz y otros desechos para la absorción de la orina, y su mayor contenido de nitrógeno, fósforo y potasio, hacen que el compostaje sea un tratamiento necesario para su utilización como abono orgánico. Sin embargo, la mayoría de avicultores desconoce que el uso directo de la gallinaza fresca como abono puede causar severos daños a las raíces de las plantas y aun su muerte. Y a pesar de que se conoce que el compostaje constituye un medio eficaz para la estabilización de los desechos y mejoran su posterior utilización, se desconocen los pormenores del proceso, especialmente cuando se lo aplica a nivel comercial. En este punto vale la pena señalar que aun cuando la Guía sobre Buenas Prácticas de Producción Avícola, en cuya preparación intervino CONAVE, establece las normas para el manejo y empleo de la gallinaza, que incluyen los procedimientos que deberían seguirse para el acopio del estiércol si el compost fuera a producirse dentro de la granja avícola, o las guías para su traslado si la gallinaza fuera a procesarse fuera de la granja, la mayoría de avicultores asociados ignora estos detalles.
- Ausencia de programas de capacitación: Los avicultores perciben que la actividad de asistencia técnica en temas relacionados con la contaminación ambiental y, más aun, con la prevención y control de los agentes causales por los organismos especializados del Estado, ha sido mínima en las últimas dos décadas. Por esta razón, es entendible que los avicultores consideren que la falta de programas de capacitación constituya una barrera que puede dificultar la adopción de la tecnología en cuestión.
- Falta de infraestructura: La tecnología seleccionada requiere de su ejecución individual. Cada finca debería disponer de la instalación necesaria para la elaboración del compostaje, la cual requiere de por lo menos un galpón cubierto para su protección contra lluvias.

### 5.4.2.5. Análisis de las barreras identificadas para la tecnología de compostaje

Al realizar el análisis de causa – efecto de las barreras financieras identificadas para la tecnología de compostaje, se encuentra al problema de escasos recursos económicos como el problema raíz y se identifican a las siguientes barreras financieras de entorno habilitante: falta de políticas financieras favorables para proyectos ambientales, lo cual repercute sobre los costos transaccionales, interés, créditos en el sector público y privado, entre otros. Además los bajos precios en el mercado de los productos ganaderos y agrícolas son ocasionados por defectos en la cadena de comercialización y la falta de estímulos o subsidios para los estableciendo el marco legal y político adecuados. Esta información se encuentra en la Figura 9.

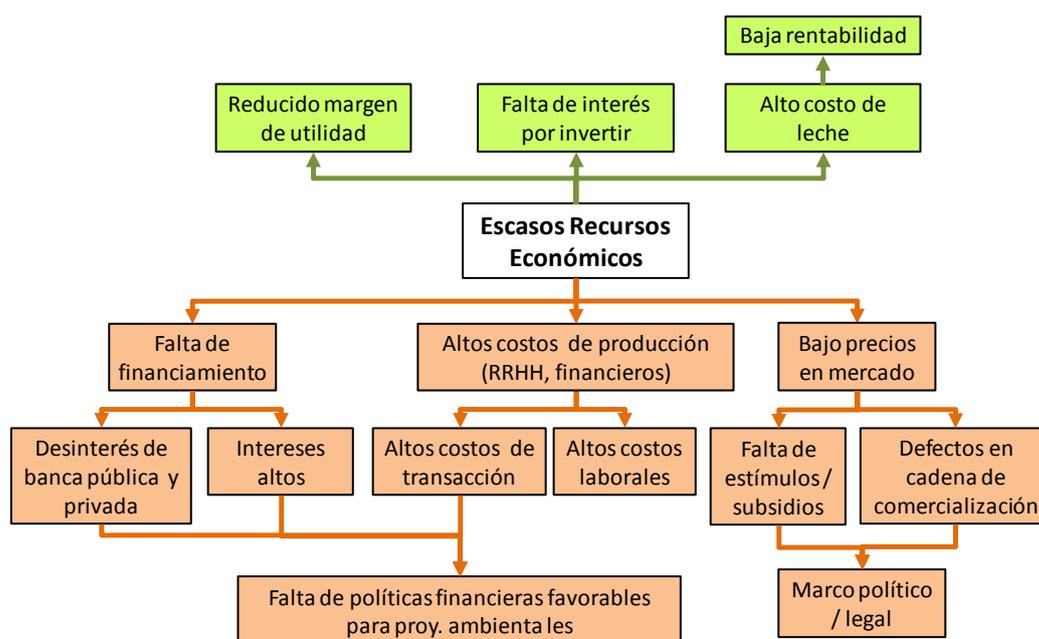
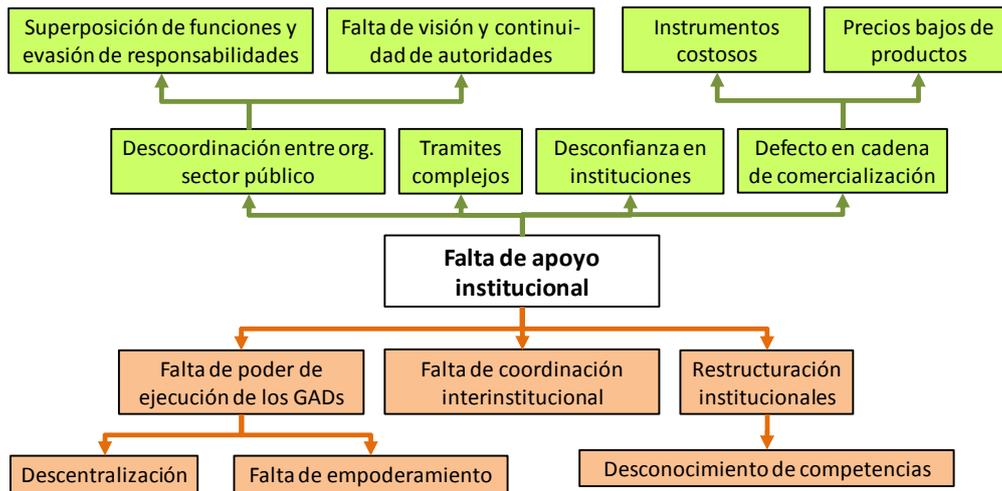


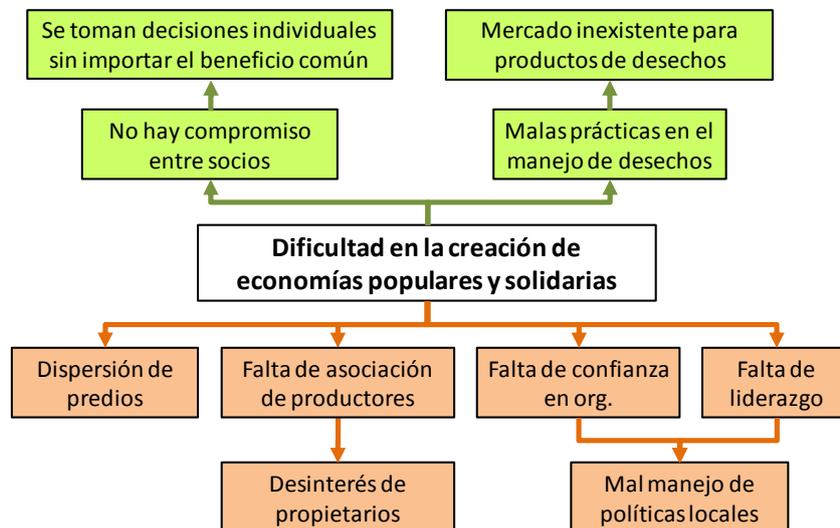
Figura 9. Diagrama de causa – efecto de las barreras financieras para la tecnología de compostaje

En el análisis de causa – efecto de las barreras políticas se encuentra a la falta de apoyo institucional como el problema raíz. En este contexto se desarrollan las siguientes barreras de entorno habilitante: necesidad de descentralización, falta de empoderamiento de los GADs, falta de coordinación institucional y desconocimiento de las competencias de cada institución ocasionado por las recientes reestructuraciones.



**Figura 10. Diagrama de causa – efecto de las barreras políticas para la tecnología de compostaje**

Con respecto a las barreras socio – culturales, se define a la dificultad en la creación de economías populares y solidarias como el problema base y se identifican tres barreras de entorno habilitante: dispersión de predios, desinterés de propietarios y mal manejo de políticas locales. Los efectos son la individualidad en la toma de decisiones de los productores y la inexistencia de mercado para estos productos ocasionada por la aplicación de malas prácticas en el manejo de desechos. Esta información se presenta en la Figura 11.



**Figura 11. Diagrama de causa – efecto de barreras socio – culturales para la tecnología de compostaje**

Las barreras tecnológicas están muy relacionadas con las barreras políticas, ya que en este caso se trata más de una tecnología suave de capacitación y aprendizaje, la cual no

requiere de altas inversiones o costos muy intensivos. En la Figura 12 se presentan las barreras de entorno habilitante para el problema de la elaboración de un plan de manejo ambiental: falta de directrices y normativas, falta de aplicación y falta de capacitación

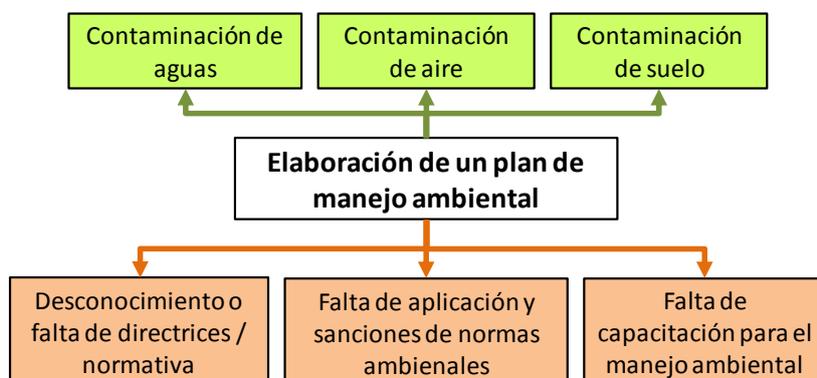


Figura 12: Diagrama de causa – efecto de barreas tecnológicas para la tecnología de compostaje

### 5.4.3. Medidas para la habilitación del entorno para la adopción de tecnología de compostaje

Las medidas propuestas para la habilitación del entorno y la aplicación de la tecnología de compostaje en Quijos, Manabí, y Santo Domingo se basan en los resultados de los talleres y son específicas para cada barrera presentada previamente. Al igual que las barreras, las medidas se dividen en económicas y financieras, y no financieras, como se presentan a continuación.

#### 5.4.3.1. Medidas para el manejo de desechos de ganado bovino en Quijos

##### Medidas económicas y financieras:

- Falta de financiamiento: Mayor apertura de las instituciones financieras y disponibilidad de líneas de crédito en condiciones blandas: aumento en periodos de gracia, mayores plazos, bajas tasas de interés y la posibilidad de contemplar la entrega de fondos no reembolsables por parte del Estado para financiar ciertos proyectos piloto de alto riesgo.
- Alto costo de producción y bajo precio de la leche: Los productores sugieren las siguientes medidas para combatir los altos costos de producción y bajos precios de su producto:
  - Regulación y control de los precios de los insumos por las autoridades del Gobierno.
  - Estímulos fiscales: exención de impuestos, subsidios al costo de los insumos.

- Reconocimiento de mejores precios de la leche a los productores que aplican tecnologías amigables con el ambiente.

### **Medidas no financieras:**

#### Medidas políticas:

- Falta de apoyo y coordinación de los GADs: Se sugiere que los GADs deben brindar mayor apoyo a los productores locales. Además recomiendan el empoderamiento de las autoridades locales para la elaboración de proyectos.
- Falta de coordinación interinstitucional: Promover mayor participación ciudadana en coordinación con las diferentes instituciones relacionadas en la elaboración de soluciones a los problemas ambientales, sociales y económicos a través de proyectos.

#### Medidas socio - culturales:

- Falta de confianza en las organizaciones: se sugieren las siguientes medidas para aumentar la confianza de los productores en las organizaciones:
- Capacitación y seguimiento para evaluar continuamente los progresos logrados.
- Mejor selección de líderes y representantes a las diferentes dignidades.
- Dispersión de los predios: Esta es una barrera de borde la cual no puede ser superada, ya que la dispersión geográfica no se puede cambiar. Sin embargo, si se habilitan las vías de acceso y se utilizan las tecnologías de telecomunicación se mejora la comunicación entre productores
- Falta de organización para crear economías populares y solidarias: Esta barrera está muy ligada a las barreras políticas y puede ser superada con las medidas políticas de coordinación y apoyo institucional que se sugirieron previamente.

### **5.4.3.2. Medidas para el manejo de desechos de ganado bovino en Manabí**

#### **Medidas económicas y financieras**

- Alto costo de la mano de obra: Los ganaderos consideran que el gobierno debe generar incentivos para que los jóvenes no migren a las ciudades y se queden en la zona rural. Esto sólo se logra generando oportunidades de trabajo bien remuneradas y garantizando todos los beneficios de ley en el campo.

- Bajo precio en el mercado: Los bajos precios del mercado pueden ser compensados con aumento en la productividad o con regulación de precios. Se plantea fijar los precios de los productos, establecer como política pública apoyar a la producción con incentivos y donación de insumos para trabajos de ganadería y manejo de desechos.

## Medidas no financieras

### Medidas socio – culturales:

- Falta de organización: Para obviar el desinterés de los pequeños ganaderos por la organización gremial y brindarles información sobre los beneficios que pueden obtener si forman núcleos o asociaciones debidamente organizadas, se plantea la necesidad de emprender programas de capacitación especializada, a cargo de instructores dotados de las competencias profesionales indispensables para la ejecución exitosa de organizaciones. Al mismo tiempo, con el propósito de crear el ambiente favorable y la motivación necesaria para inducirlos a optar por este tipo de organización, se deben otorgar créditos blandos y accesibles por comunas y asociaciones.
- Falta de vialidad e infraestructura: Para solucionar el problema vial el gobierno debe generar nuevas vías de acceso y financiamiento para proyectos de desarrollo de la zona como diques, canales o reservorios. Estos proyectos son fundamentales para que las vías perduren en el tiempo y no se derrumben con la época de lluvia.
- Falta de conciencia ambiental: Los productores reconocen la importancia de generar un cambio de actitud y conciencia ambiental a través de educación y campañas de concientización en los mismos agricultores y el ciudadano común. Este es un eslabón clave para la implementación de tecnologías que mitiguen el cambio climático.
- Inexistencia de un mercado para los productos orgánicos: Los ganaderos aconsejan generar un mercado de abonos orgánicos a precio fijo hasta su conocimiento y difusión de sus ventajas. Por ejemplo, vender al gobierno, a los GADs, o demás entidades que puedan adquirir los abonos para su distribución.

### Medidas tecnológicas:

- Falta de conocimiento sobre la tecnología: Para superar la falta de conocimientos sobre la tecnología del compostaje se propone la capacitación como el único medio para difundir los pormenores de la mencionada tecnología, poniendo de manifiesto las ventajas derivadas del uso de este abono orgánico y, sobre todo, enfatizando en el análisis de los beneficios y costos asociados. Una vez más, se destaca la

importancia de la participación activa de los beneficiarios en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

- Ausencia de programas capacitación: Habiéndose identificado la ausencia de programas de capacitación y la falta de conocimiento como la principal limitación de orden técnico para la debida transferencia de la tecnología del compostaje, se concluye que la creación de cursos de capacitación a nivel inicial, participativo y demostrativos, así como la ejecución de proyectos a escala piloto con su debido seguimiento, son fundamentales para la superación de esta barrera.
- Dificultad de manejo de los desechos en la estación lluviosa: Se plantea planificar el desarrollo en infraestructura de la zona, considerando las inundaciones en la época de lluvia y la sequía en verano. Por lo que se debe planificar diques y reservorios de agua. Además se propone conseguir financiamiento para el transporte de estiércol hacia centros de acopio. Para lo cual debe existir viabilidad adecuada. Esto impulsaría el desarrollo de la zona y genera empleos.

#### **5.4.3.3. Medidas para el manejo de desechos de ganado porcino en Quijos**

##### **Medidas económicas y financieras:**

- Ausencia de inversión privada: Para incentivar la inversión privada se requiere de estímulos y compensaciones que el Estado podría conceder a los productores. Además la estabilidad financiera en el país y la confianza en el sistema promueven la inversión privada
- Falta de inversión pública: El Estado está llamado a destinar mayores recursos en capacitación y transferencia de tecnología lo mismo que en asistencia técnica regular a los productores a fin optimizar los procesos una vez que se adopte la tecnología.
- Altos costos de inversión y operación: Los costos que demandaría la inversión inicial para la construcción de los biodigestores podrían ser asumidos parcialmente por el Estado, ya que son proyectos piloto de alto riesgo con poca o nada de experiencia por parte de los organismos de apoyo como las ERAs. Por otra parte, se considera necesaria una mayor accesibilidad al crédito de los organismos de desarrollo y condiciones más favorables en términos de tasas de interés y plazos.

##### **Medidas no financieras:**

Medidas políticas

- Falta de normativa y su aplicación: La normativa del manejo de los desechos debe ser muy clara y las directrices para la implementación de las tecnologías necesarias deben ser proporcionadas por los GADs. Se debe preparar un manual para la elaboración del plan de manejo ambiental para la obtención de la licencia ambiental y así poder operar tranquilamente. Se pide a las autoridades del Ministerio del Ambiente para que formulen un plan de manejo ambiental definitivo, en el que se conjuguen las aspiraciones de todos los actores, tanto del sector público como del sector privado. Otra medida sugerida para atacar todas las barreras antes nombradas es la de sensibilizar a los actores a fin de que al momento de seleccionar a sus dirigentes lo hagan con la debida responsabilidad, buscando en todo momento verdaderos líderes, despojados de ambiciones personales y comprometidos con los grandes intereses de la organización.
- Falta de incentivos: Incentivar a los productores que garanticen un buen manejo ambiental a través de préstamos, mejores precios de insumos, etc.

#### Medidas socio – culturales:

- Falta de empoderamiento de los porcicultores para evitar la contaminación: Capacitar a los porcicultores para generar conciencia ambiental y brindar las facilidades para disponer de los desechos y valorar los subproductos obtenidos de estas prácticas. Para que los productores participen en estas certificaciones, debe asegurarse que la capacitación de utilidad para los productores.
- Desprecio por los desechos: Los productores reconocen que en general no hay conocimiento de los beneficios de los usos de los residuos orgánicos como fertilizantes y abonos. se deben realizar programas de difusión de los beneficios del uso de subproductos de residuos orgánicos. Esta medida va de la mano con las capacitaciones y empoderamiento de los porcicultores.
- Falta de capacitaciones: Es necesaria la capacitación para manejo ambiental y revalorización de desechos. Es imprescindible aumentar la presencia del Estado a través de la Academia, por ejemplo, en la conducción de las actividades de capacitación orientadas a la preparación de los porcicultores para dotarles de herramientas que les permita hacer frente al problema de la contaminación ambiental por los desechos generados en sus procesos productivos y obtener el mismo tiempo un beneficio económico. Un apropiado plan de capacitación no solo haría posible elevar el grado de conciencia y responsabilidad ambiental, sino también despertar el interés por los productos obtenidos de proyectos capaces de mejorar la rentabilidad de sus negocios.
- Falta de organización y espacios comunales: Incentivar la creación de asociaciones de pequeños productores a través de políticas de facilitación de créditos, venta de insumos, mejorar el precio de sus productos.

#### Medidas tecnológicas:

- Calificar a operarios para la gestión de residuos con cursos gratuitos y certificación.
- Fortalecer activamente la transferencia de tecnologías a través de la construcción de plantas pilotos con fondos no reembolsables y toda la asistencia técnica necesaria.

#### **5.4.3.4. *Medidas para el manejo de desechos de explotaciones avícolas en Santo Domingo***

##### **Medidas económicas y financieras**

- Falta de créditos: El Estado debe crear mayor disponibilidad de fondos para crédito y facilidad de acceso a los préstamos, incluyendo mayor agilidad y condiciones blandas.
- Alto costo de la recolección y manipulación del estiércol: Una forma de obviar la barrera que representa el costo asociado a la recolección y manipulación del estiércol puede ser la búsqueda de oportunidades en el mercado para la colocación del producto (compost), acompañada de una labor de concienciación sobre las ventajas que traería para los avicultores el tratamiento del estiércol y su venta a mejor precio luego del procesamiento, en lugar de venderlo en fresco, tanto desde el punto de vista económico, como ambiental. Al igual que en otros sectores, se ha sugerido también la posibilidad de recibir algún estímulo (directo o tributario) como reconocimiento a la labor de evitar la contaminación ambiental provocada por la acumulación del estiércol fresco.
- Altos costos de producción: La medida sugerida es el control de precios de los insumos y productos. Los productores son partidarios de un mayor control de precios por parte de las autoridades del gobierno, tanto de los de los alimentos balanceados como de los demás insumos, para evitar la especulación y la subida de los precios; comparten también la idea de fijar precios mínimos de los productos, en este caso, de los pollos.

##### **Medidas no financieras**

Medidas políticas:

- Centralización y complicación de los distintos trámites del sector público: Los avicultores identifican como medida a esta barrera la simplificación de los trámites del sector público y la descentralización en la obtención de documentos de la ciudad de Quito ya que las explotaciones se encuentran en zonas rurales. Se debe procurar facilitar la obtención de permisos y agilizar la realización de cualquier trámite en las oficinas del sector público.

- Falta de coordinación: Se debe coordinar las actividades entre las diferentes instituciones del sector público, mediante la clara designación de obligaciones y responsabilidades. Si una institución posee la rectoría sobre un tema o proyecto, las demás instituciones deben promover su ejecución.

#### Medidas socio-culturales:

- Falta de tradición cultural: Los avicultores consideran que la única forma de cambiar la poca atención e interés dispensado a la tecnología del compostaje es la capacitación orientada a la divulgación de sus ventajas. Del mismo modo, estiman que el conocimiento y experticia sobre la técnica en cuestión solo podría lograrse con un trabajo de capacitación en el que las demostraciones prácticas y la participación activa de los avicultores sean los componentes más importantes del proceso. Existe al momento curiosidad por conocer más en detalle la técnica de compostaje rápido, conocida con el nombre de Bokashi, la misma que, a juicio de los pequeños avicultores, sería la que mejor responde a sus necesidades, razón por la cual se requeriría una capacitación más orientada a esta técnica.

#### Medidas tecnológicas:

- Falta de conocimiento sobre la tecnología: Para que la tecnología seleccionada se difunda entre los productores se debe realizar proyectos piloto y demostrativos en diferentes zonas del país y se debe brindar capacitaciones a los productores por parte de las entidades correspondientes. De esta forma los avicultores pueden apropiarse de esta tecnología.
- Ausencia de programas de capacitación: la escasez de programas de capacitación se enfrenta con la creación de nuevos programas para la preparación de los productores a los retos actuales como son el manejo de desechos, la optimización de recursos, entre otros. Estas capacitaciones deben ser organizadas por los GADs o asociaciones de productores.
- Falta de infraestructura: La inversión necesaria para la elaboración del sistema de compostaje es inferior a la necesaria en otras tecnologías, pero se requiere de por lo menos un galpón techado para la acumulación y tratado de las pilas de desecho, o como mínimo un área que puede ser protegida de la lluvia sin eliminar la aireación de la pila. Es imprescindible tomar en cuenta que dada la larga duración del proceso de compostaje (mínimo seis semanas), el tamaño del galpón o el área puesta a disposición para el tratamiento de los desechos debe ser lo suficientemente grandes para almacenar de seis a diez semanas de desechos.

## **5.5. ANÁLISIS DE BARRERAS Y ENTORNO HABILITANTE PARA LA TECNOLOGÍA DE DIGESTIÓN ANAERÓBICA A PEQUEÑA ESCALA**

### **5.5.1. Descripción de la tecnología de digestión anaeróbica a pequeña escala**

Los productores de ganado porcino en el cantón de Quijos participaron activamente en los dos talleres realizados. Durante su participación se seleccionó la tecnología de digestión anaerobia a pequeña escala para tratar los desechos líquidos producidos en cada explotación individualmente. La digestión anaerobia es un proceso biológico en el cual un consorcio de diversos microorganismos interactúa entre sí, en ausencia de oxígeno, para estabilizar la materia orgánica (biol) por conversión a biogás ( $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}_2$ , trazas  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ). A pequeña escala se trabaja con reactores discontinuos que se cargan una vez y se descargan una vez terminado el proceso, cuando no se produce más biogás. Cada lote tiene una duración entre 60 y 90 días dependiendo de la cantidad de materia a tratar. Mediante el uso de biodigestores anaerobios se reducen las emisiones de GEI directamente, ya que no solo se captura el  $\text{CH}_4$  que de lo contrario iría a la estratosfera, sino que también se lo puede utilizar como una fuente de energía y por ende reducir indirectamente la contaminación por la reducción de fuentes de energía primarias (leña, GLP). Se da un manejo a los desechos animales, pero también se pueden degradar desechos orgánicos vegetales. Se aumenta el contenido de humus en los suelos y se reduce el uso de fertilizantes químicos que aportan con la emisión de  $\text{N}_2\text{O}$  por el ciclo de nitrógeno (Metcalf & Eddy Inc., 1995).

Esta tecnología fue priorizada para el sector de Quijos para el manejo de desechos líquidos de ganado porcino. Existen varias explotaciones de pequeña y mediana escala que no dan ningún tratamiento a los desechos de los animales y lo único que se realiza es la recolección de los desechos para luego ser puestos en las plantaciones de los mismos propietarios. Dado que por las distancias físicas entre propiedades no se puede construir un biodigestor grande que absorba los desechos de todas las propiedades, se priorizó la construcción de pequeños biodigestores en cada porqueriza. Por lo general la construcción se lleva a cabo con biodigestores artesanales contruidos con materiales locales, como obra civil (ladrillo o bloque), plásticos (geomembrana), tanques de polietileno y tubos de PVC. No requieren de un monitoreo sofisticado ni de inversión en equipos sofisticados, pero si se debe mantener un cuidado específico a los parámetros estándares de pH y temperatura para asegurar la vida de los microorganismos y la producción de biogás. La temperatura es uno de los parámetros que mayor influencia ejerce en la digestión anaerobia pues es la variable que controla la actividad de los microorganismos. De manera general, un aumento en la temperatura conlleva un incremento en las reacciones bioquímicas y enzimáticas de las células, acelerando su crecimiento y aumentando la producción de biogás.

Los biodigestores deben ser contruidos cerca de las porquerizas con tuberías que estén conectadas a un sistema de canales desde las porquerizas de tal manera, que todos los

desechos que son lavados con agua vayan directamente al biodigestor. Los desechos del ganado porcino pueden ser utilizados como sustratos, siempre y cuando se mezclen con otros residuos agrícolas para alcanzar un balance adecuado de las fuentes de carbono y nitrógeno requeridas por los diferentes microorganismos. El biol, un fertilizante orgánico es el principal producto de la digestión anaerobia, puede ser utilizado en los potreros o plantaciones para el mejoramiento o renovación del suelo y para obtener productos agrícolas de mejor calidad. Por otro lado, el biogás recuperado de los biodigestores puede ser utilizado como energía térmica para el calentamiento de los lechones.

La inversión necesaria para la implementación de la tecnología de digestión anaerobia a pequeña escala es baja, ya que se construye a partir de materiales reciclados o de bajo costo. La operación la debe realizar el mismo ganadero o avicultor, pero se requiere de capacitaciones para tener un proceso que funcione adecuadamente. La Tabla 24 presenta la hoja de datos técnicos de la tecnología de digestión anaerobia a pequeña escala, la cual incluye la información más importante de la tecnología.

**Tabla 24: TechnologyFactSheet de la tecnología de digestión anaerobia a pequeña escala**

Sector	Agrícola
Sub sector	Manejo de estiércol
Nombre de tecnología	Digestión anaerobia de desechos ganaderos a pequeña escala
Emisiones de GEI del Subsector en 1 año (megatoneladas de CO <sub>2</sub> eq)	3,9
Escala	Gran Escala / Pequeña Escala
Disponibilidad	Corto Plazo
Tecnología a ser incluida en la priorización?*	SI
Racionalidad del proyecto ¿Por qué la opción ha sido considerada inapropiada? (por ejemplo si recursos hídricos no están disponibles)	Requiere manejo de ganado intensivo / semi-intensivo (establo/corral). Tecnología muy utilizada en todo el mundo, especialmente en Asia. Obtención de fuente de energía renovable (biogás) y fertilizante orgánico (biol). Aunque la producción de biogás a pequeña escala no es significativa. Como no se controlan las condiciones de operación para tener un proceso que funcione óptimamente (temperatura, pH, tiempo de residencia) esta tecnología es adecuada en climas tropicales o continentales.
Antecedentes/ Notas Descripción corta de la opción tecnológica desde el ClimateTechWiki, Seminarios, etc.	Proceso biológico en el cual un consorcio de diversos microorganismos interactúa entre sí, en ausencia de oxígeno, para estabilizar la materia orgánica (biol) por conversión a biogás A pequeña escala se trabaja con reactores discontinuos que se cargan una vez y se descargan una vez terminado el proceso, cuando no se produce más biogás. Cada lote tiene una duración entre 60 y 90 días dependiendo de la cantidad de materia a tratar.

Supuestos de implementación ¿Cómo la tecnología será implementada y difundida en el subsector?	El proceso a pequeña escala se lleva a cabo en biodigestores artesanales, contruidos con materiales locales, como plásticos (geomembrana), tanques de polietileno y tubos de PVC. No requieren de un monitoreo sofisticado ni de inversión en equipos sofisticados.
Reducción de las Emisiones de GEI en 1 año (en megatoneladas de CO <sub>2</sub> e / ton desecho)**	Directo: 43,48
<b>Impactos</b> <b>Cómo esta opción impacta las prioridades de desarrollo del país</b>	
Prioridades de desarrollo social del país*	Operación del digestor no requiere capacitación. El mismo ganadero puede cargar y descargar el biodigestor. Se puede replicar la tecnología para todos los ganaderos con ganado a pequeña escala o traspatio.
Prioridades de desarrollo económico del país*	La producción de biogás es baja, pero se puede utilizarse localmente como fuente de energía térmica en cocina o calefacción, sustituyendo al GLP o leña. El efluente es un fertilizante orgánico estabilizado con alto contenido de nutrientes y sustituye el uso de fertilizante químicos, aumentando la productividad de cultivos.
Prioridades de desarrollo ambiental del país*	Mediante el uso de biodigestores anaerobios se reducen las emisiones de GEI directamente, ya que no solo se captura el CH <sub>4</sub> que de lo contrario iría a la estratosfera, sino que también se lo puede utilizar como una fuente de energía y por ende reducir indirectamente la contaminación por la reducción de fuentes de energía primarias (leña, GLP). Se da un manejo a los desechos animales, pero también se pueden degradar desechos orgánicos vegetales. Se aumenta el contenido de humus en los suelos y se reduce el uso de fertilizantes químicos que aportan con la emisión de N <sub>2</sub> O por el ciclo de nitrógeno.
Otras consideraciones y prioridades como el potencial de mercado	En el Ecuador ha habido unas pocas experiencias con biodigestores anaerobios, pero no han tenido mucho éxito ya que no hubo una selección adecuada de la tecnología aplicada ni una transferencia a las necesidades y realizadadaes del país.
<b>Costos</b>	
Costos de capital en 5 años*	(-)
Costos de operación y mantenimiento en 5 años*	(++)

\* [++ muy altos,+ altos. - bajos, -- muy bajos]

\*\* por tonelada de desecho

### 5.5.2. Identificación de las barreras para la adopción de la tecnología de digestión anaeróbica a pequeña escala

Los porcicultores de Quijos seleccionaron dos tecnologías para el manejo de los desechos de sus producciones: compostaje para la recolección de los desechos en forma sólida y digestión anaeróbica para la recolección en forma líquida. Las barreras y las medidas identificadas para las explotaciones avícolas se presentaron previamente en las secciones

1.3.2.4 y 1.3.3.4. Asimismo los diagramas de causa efecto de las barreras de las explotaciones porcícolas en Quijos se presentaron previamente en la sección 1.3.2.5.

## 5.6. VÍNCULOS ENTRE LAS BARRERAS IDENTIFICADAS

Uno de los sectores priorizados para mitigación al cambio climático en el proyecto ENT en Ecuador es el sector ganadero. Dentro de este sector se seleccionan cuatro tipos de explotaciones pecuarias: ganado bovino de leche y carne, ganado porcino y explotaciones avícolas; distribuidas en cuatro diferentes zonas geográficas. Las explotaciones seleccionadas en cada zona se presentan en la Tabla 20. Como se presenta previamente, cada zona elaboró sus barreras en el marco de dos talleres realizados con beneficiarios, representantes de los gobiernos locales y del gobierno central, académicos y consultores. En este informe se han presentado las barreras identificadas en estos talleres después de ser seleccionadas, analizadas y descompuestas al problema raíz. También se han identificado las causas y los efectos de los diferentes problemas raíz para llegar al planteamiento de las medidas necesarias para superar las barreras existentes. Las barreras identificadas se pueden categorizar de acuerdo a barreras nacionales, sectoriales o locales. Las barreras nacionales afectan a todos los productores sin importar el tipo de explotación y en las diferentes zonas geográficas por igual. Las barreras sectoriales son propias de cada tipo de explotación. Finalmente, las barreras locales son únicas para las zonas geográficas seleccionadas. A continuación se van a organizar a las barreras o problemas raíz planteados en los diagramas de causa – efecto de acuerdo a estas tres categorías y se definirá el alcance que deben tener las medidas respectivas.

Durante este ejercicio ha resultado muy interesante identificar barreras nacionales, que han sido recurrentes para los diferentes tipos de explotaciones y en las diferentes zonas geográficas. Los vínculos entre las diferentes zonas y tipos de explotaciones en el caso de las barreras nacionales son evidentes y es necesario tomar medidas a nivel nacional y, principalmente, políticos. Estas barreras son principalmente las económicas y financieras, cuyo problema raíz ha sido identificado como escasez de los recursos económicos disponibles, ya sea de las asociaciones o de los productores individuales para implementar sistemas de manejo de desechos.

Dentro de las medidas económicas y financieras, una barrera que resulta común a dos o más tecnologías prioritarias es aquella que ha sido expresada de varias formas y que tiene relación con la falta de recursos financieros para la inversión en la tecnología seleccionada (falta o escasez de recursos, falta de financiamiento o falta de créditos). La falta de financiamiento, es quizás la barrera más común, puesto que ha sido referida por los ganaderos de Lloa (digestión anaeróbica a mediana escala) y Quijos (compostaje), ganaderos de carne de Manabí (compostaje) y avicultores de Santo Domingo (compostaje). Frente a esta barrera, las medidas que se proponen apuntan a conseguir del Estado mayores fuentes de recursos para créditos blandos, sin descartar la posibilidad de obtener fondos no reembolsables, por lo menos para la implementación de proyectos pilotos.

La otra barrera común es la referente al costo que implica la inversión en la tecnología seleccionada, la misma que hace que muchos actores no estén dispuestos a asumirlo. Esta barrera económica ha sido identificada por todos los sectores productivos considerados en este proyecto; por esta razón, los productores claman por mayores controles en la comercialización de su producto, mejores precios y medidas adicionales de incentivo por parte del gobierno, como por ejemplo, reducción de impuestos o exoneración de gravámenes a las importaciones de bienes de capital e insumos, y otros estímulos económicos.

Las causas identificadas de este problema por los diferentes grupos de trabajo han sido muy similares y en resumen se originan en: política financiera (intereses, transacciones), política tributaria (impuestos) y política salarial (mano de obra). Las tres causas se pueden influenciar con medidas económicas y financieras que incentiven la inversión y la producción, por ejemplo mediante incentivos tributarios, subsidios y garantía en la venta de los productos. Estas medidas pueden estar incorporadas en leyes nacionales como el “Código de la Producción”.

Las barreras nacionales de índole socio – cultural y tecnológico identificadas son: 1) falta de acceso a tecnología y conocimiento, 2) falta de capacitación y 3) falta de organización.

La falta de acceso a tecnologías se ve reflejada en la falta de implementación o aplicación de tecnologías a nivel nacional. Esta barrera está estrechamente relacionada con las barreras económicas de política de desarrollo tecnológico nacional. Las medidas adecuadas son la promoción de tecnologías nacionales a largo plazo, y la importación, transferencia y difusión de tecnologías a nivel nacional a corto plazo. La escasez de tecnología es un problema de desarrollo y escasa transferencia de tecnología, que debe estar contemplado en el “Plan Nacional de Desarrollo” para impulsar la industria nacional y la capacitación técnica. Sin embargo, esta es una medida a largo plazo que requiere de un proceso muy intensivo. Como medida a corto plazo se podría reducir aranceles para la importación de equipos y tecnologías hasta que sean adaptadas y producidas en el país.

La ausencia o insuficiencia de programas de capacitación y la falta de continuidad de los mismos son percibidas por los productores de todos los sectores involucrados como el principal factor limitante para cualquier esfuerzo de transferencia de tecnología y, frente a esta barrera, se aspira a contar con mayor apoyo oficial a fin de que la tarea de capacitar, a todo nivel, en los distintos ámbitos, sea asumida por los organismos públicos especializados y de esta manera se suplan la falta de conocimientos técnicos de los productores, se mejoren sus destrezas y capacidades, se incentive la conciencia ambiental, se motive a la gente y se contribuya a mejorar la organización gremial/comunitaria.

Respecto a la falta de organización, un problema que se evidencia en todos los sectores productivos de las distintas provincias, la única forma de revertir esta situación negativa es a base de un trabajo permanente de capacitación especializada, complementado por estímulos que propicien la unión y el compromiso de los participantes.

Además se ha identificado una barrera nacional de índole ambiental y es la falta de conciencia ambiental de los productores en todo el país. Esta barrera se la puede extender

a todos los sectores productivos y sociales en el país. La raíz de este problema es la falta de educación de la población en general y la única medida que puede combatir esta barrera es la educación de los productores, de los usuarios y de las futuras generaciones. Solo mediante la educación se puede lograr un cambio de comportamiento y de prácticas. Esta es una medida a largo plazo y mientras tanto, se puede incentivar el cuidado del medio ambiente mediante la obtención de licencias ambientales y multas por contaminación ocasionada. Sin embargo, estas medidas a corto plazo solo se deben implementar si se capacita y empodera a los productores, ya que de lo contrario se genera el efecto contrario de desincentivar la producción nacional y generar resistencia frente a las medidas de cuidado ambiental.

Las barreras sectoriales son propias del tipo de explotación sin importar la zona de aplicación. Estas barreras son importantes de considerar ya que permanecen constantes cuando se planifica replicar las tecnologías aplicadas en una zona a todo el país. La principal barrera específica identificada para cada tipo de explotación es:

- Ganaderos bovinos, tanto de leche como de carne o doble propósito: falta de organización / asociatividad
- Porcicultores: elaboración del plan de manejo ambiental para la obtención de la licencia ambiental
- Avicultores: desconocimiento de tecnologías para el manejo de los desechos

Las medidas que se pueden aplicar para superar estas barreras son comunes para todas las producciones de ese tipo. Es así que se debe promover la asociación de los ganaderos en todo el país, por ejemplo a través de incentivos por obtención de suministros al por mayor a menor precio. O empoderar a los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GADs) en los cantones con producciones porcícolas o avícolas para elaborar planes de manejo ambiental comunes para la zona o brindar capacitaciones gratuitas sobre tecnologías para el manejo adecuado de los desechos animales.

Las barreras locales son únicas para la zona geográfica seleccionada. Es así que estas barreras únicamente tienen vínculos cuando se ha seleccionado a más de un tipo de ganado en una zona, como es el caso del cantón Quijos con ganado bovino de leche y porcino, y del cantón Santo Domingo con ganado porcino y explotaciones avícolas. Sin embargo, como estas explotaciones son muy diferentes entre sí, no se han identificados vínculos en las barreras locales.

## **5.7. ENTORNO HABILITANTE PARA SUPERAR LAS BARRERAS EN EL MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS Y LÍQUIDOS DEL SECTOR GANADERO**

Al identificar los vínculos entre las barreras priorizadas, se pudo diferenciar tres niveles de barreras: nacionales, específicas y locales. En consecuencia el entorno habilitante para superar estas barreras se encuentra a nivel nacional, local o sectorial.

El entorno habilitante para superar barreras sectoriales tiene mayor alcance, como son las asociaciones de ganaderos o corporaciones. Las asociaciones que se han identificado que tienen mayor influencia y poder de ejecución a nivel nacional o regional son:

- Asociación de Porcicultores del Ecuador (ASPE)
- Corporación Nacional de Avicultores (CONAVE)
- Asociación de Ganaderos de la Sierra y Oriente
- Asociación de Porcicultores de Santo Domingo

Así por ejemplo, en el “Taller de Priorización de Tecnologías y Análisis de Barreras” se dio a conocer que la ASPE está desarrollando en conjunto con AGROCALIDAD una Guía de Buenas Prácticas Porcícolas que incluye el manejo de los desechos, la cual está siendo implementada por el Ministerio del Ambiente como parámetros para el manejo ambiental en la porcicultura . Por otro lado, la CONAVE en colaboración con AGROCALIDAD, IICA, FAO y Proyecto SALTO han elaborado dos Manuales de Buenas Prácticas Avícolas en Producción (vacunación, medicamentos, bioseguridad, compostaje y control de plagas) y Buenas Prácticas Avícolas en Faenamiento Artesanal. Estos manuales ya son medidas para capacitar a los productores en el manejo de sus producciones y en generar un plan de manejo ambiental.

El entorno habilitante para superar barreras locales son los GADs al brindar capacitaciones o planes de desarrollo local como el plan de manejo ambiental necesario para la obtención de la licencia ambiental en conjunto para un cantón o una parroquia. Otros actores en este nivel son los productores mismos o el mercado local de productos reciclados como puede ser el biol o compost, o los transportistas y comercializadores, quienes fijan los precios de los productos. Las medidas a este nivel son de alcance local y solo beneficia a los productores de la zona.

Por otro lado, el entorno habilitante para superar barreras nacionales se encuentra, principalmente, en los Ministerios o Secretarías de Estado, ya que a este nivel se pueden generar políticas de estado, las normativas o reglamentos necesarios para crear incentivos a la producción o a la asociación, subsidios para los productores, reducción de impuestos, aranceles u otros egresos, entre otros. Los Ministerios más importantes para una exitosa ejecución de las tecnologías priorizadas en este proyecto son:

**Tabla 25: Entidades relacionadas con el entorno habilitante para la implementación de medidas nacionales**

Entidad	Medidas
Ministerio del Ambiente (MAE)	Normativa ambiental (licencias, permisos)
Ministerio de Agricultura, Ganadería,	Incentivos y apoyo a la producción ganadera y

Acuicultura y Piscicultura (MAGAP)	explotaciones avícolas, generar mercado para productos agrícolas orgánicos (sello verde)
Ministerio Coordinador de la Producción, Empleo y Competitividad (MCPEC)	Facilidad en la importación de maquinarias y equipos para la implementación de tecnologías, apoyo en la transferencia y difusión de tecnologías
Ministerio de la Producción (MIPRO)	Ejecución y financiamiento de proyectos seleccionados, apoyar replica de proyectos y transferencia de tecnología
Ministerio de Finanzas	Reducción de aranceles, subsidios focalizados, créditos blandos

Para la implementación exitosa de las tres tecnologías seleccionadas (compostaje, digestión anaerobia a pequeña escala y digestión anaerobia a gran escala) en los seis diferentes zonas es necesario que simultáneamente se tomen las medidas necesarias para garantizar una operación sostenible de las tecnologías, que se impulse y promueva la réplica de estas tecnologías y que se cree un mercado para los productos obtenidos biol y compost como se presenta en la Tabla 25. Para promover el ingreso en el mercado de estos productos se ha elaborado un mapa de mercado que se encuentra en el Anexo 1f).

## **PARTE 3: PLAN DE ACCIÓN TECNOLÓGICO**

## RESUMEN EJECUTIVO

---

En el diagnóstico de la situación ambiental en Ecuador realizado por SENPLADES en el año 2009 se reconoce la vulnerabilidad, de sus habitantes y de los ecosistemas frente al cambio climático, especialmente por su ubicación geográfica y sus características naturales, sociales y económicas (GEF/PNUD/MAE, 2011). Con lo cual se reconoce la importancia de fortalecer el proceso de desarrollo de capacidades, implementar políticas y mecanismos que contribuyan a la adaptación a los cambios climáticos y fomentar medidas de mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). En este sentido Ecuador se encuentra participando en la segunda ronda del proyecto “Evaluación de Necesidades Tecnológicas para el Cambio Climático” (ENT) en el marco de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) (UNFCCC, 2005) (UNEP Risoe, 2011).

Ecuador ha identificado en el “Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero” presentado en la Segunda Comunicación Nacional del año 2011 a la agricultura como uno de los cinco sectores de mayor generación de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) (GEF/PNUD/MAE, 2011). Los demás sectores son: uso del suelo cambio en el uso del suelo y silvicultura (USCUSS), procesos industriales, energía (transporte) y desechos. La Comisión Técnica del proyecto ENT ha seleccionado al sector agrícola y al sector manejo de desechos como los sectores priorizados para mitigación al cambio climático. Se prevé que con la aplicación de tecnologías que reduzcan las emisiones de GEI en estos sectores, se alcance una reducción en la emisión de gases de efecto invernadero en el país, modificando el inventario nacional de GEI.

El siguiente paso consistió en identificar las zonas geográficas en las que se debe desarrollar el proyecto. En este sentido se consideraron a cuatro tipos de producciones de mayor importancia en el Ecuador tanto por volumen como por demanda: bovino de leche y carne, porcino y aviar. Los criterios utilizados para la identificación y priorización de las zonas geográficas seleccionadas para el proyecto, responden a (MAE, 2012):

- Vulnerabilidad: el estudio está dirigido a poblaciones, donde se han establecido malas prácticas en el tratamiento y disposición final de desechos sólidos y líquidos, ya sea por causa de desconocimiento y/o falta de recursos.
- Distancia: las producciones en una misma zona no deben estar muy dispersas entre sí.
- Representatividad: el estudio debe responder a los diferentes pisos climáticos sierra, costa y amazonía.
- Presupuesto: se dispone de recursos limitados para la realización del proyecto ENT.
- Replicabilidad del proyecto en otras zonas que cuenten con condiciones similares.
- Público Objetivo: medianos y pequeños productores.

Las zonas de estudio y el tipo de ganado seleccionados para la realización de proyecto ENT son: ganado bovino de leche en Lloa, ganado bovino de leche ganado porcino en Quijos, ganado bovino de carne en Manabí, ganado porcino y explotaciones avícolas en Santo Domingo.

Para alcanzar los objetivos planteados por la Comisión Técnica es necesario definir las tecnologías limpias que mejor se aplican para la mitigación al cambio climático en las zonas seleccionadas, realizar un análisis de barreras y entorno habilitante para la aplicación y transferencia de estas tecnologías, y desarrollar los Planes de Acción Tecnológica (PAT) y perfiles de proyecto para asegurar una transferencia adecuada de las tecnologías seleccionadas (MAE, 2011). La priorización de las tecnologías seleccionadas en las diferentes zonas se realizó en talleres con la participación de productores y representantes de los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GADs) de cada zona, además de representantes de las diferentes asociaciones y de los Ministerios y Secretarías de Estado relacionadas. En el taller se utilizaron una serie de criterios de priorización para evaluar cada tecnología mediante la metodología de análisis multi-criterio. Los resultados de la priorización de tecnologías para las diferentes zonas y cada tipo de ganado dieron como resultados una tecnología priorizada para cada caso (CTT-USFQ, 2012). Las tecnologías seleccionadas por cada zona y tipo de explotación se presentan en la Tabla 28.

En este informe se presentan los planes de acción tecnológicos para la implementación de las tecnologías priorizadas realizando un análisis exhaustivo de los problemas raíz a ser enfrentados y las medidas que se deben tomar de acuerdo a su plazo de ejecución prioridad y factor de riesgo.

### **Plan de acción para la tecnología de digestión anaerobia a mediana escala**

La digestión anaerobia es un proceso biológico en el cual, en ausencia de oxígeno, una variedad de microorganismos interactúan entre sí, para estabilizar la materia orgánica obteniendo como productos biol, que es un fertilizante orgánico, y biogás, el cual es una mezcla de metano ( $\text{CH}_4$ ) y dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) con trazas de ácido sulfhídrico ( $\text{H}_2\text{S}$ ) y agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ), que puede ser utilizado como fuente de energía renovable. Mediante el uso de biodigestores anaerobios se reducen las emisiones de GEI directa e indirectamente. No solo se captura directamente el metano ( $\text{CH}_4$ ) producido por la degradación de los desechos mal manejados y que de lo contrario iría a la estratosfera, sino que también se lo puede utilizar como una fuente de energía y, por ende, reducir indirectamente la contaminación por la reducción de fuentes de energías primarias. Las reducciones de emisiones de GEI en 1 año son de  $93,8\text{E}+06$  ton de  $\text{CO}_{2\text{-eq}}$  / ton desecho tratada. La cantidad total que se reduzca de emisiones va a depender de la cantidad de proyectos ejecutados y de cuánto desecho se trate.

El objetivo de la transferencia y difusión de la tecnología de digestión anaerobia a mediana escala se alinea con la visión de la Estrategia Nacional de Cambio Climático de Ecuador, en la cual se plantean los objetivos al 2013, 2017 y 2025 con las actividades y acciones para el cumplimiento de las Líneas Estratégicas y la visión al 2025 de la ENCC (Ministerio del

Ambiente, 2012). El objetivo general es “crear condiciones favorables para la adopción de medidas que reduzcan emisiones de GEI y aumentar los sumideros de carbono en los sectores estratégicos”. Para alcanzar este objetivo general se plantean cinco objetivos específicos y se establecen tres momentos de ejecución: 2014, 2017 y 2025. Por esta razón se van a definir los mismos momentos para la superación de los hitos en el sector manejo de desechos sólidos y líquidos en el sector ganadero.

Las barreras se categorizan entre financieras, y no financieras, dentro de las cuales se encuentran las barreras políticas, socio-culturales y tecnológicas. Para el análisis de las barreras en cada categoría se utiliza el método de causa – efecto mediante el árbol de problema. El análisis detallado se encuentra en el informe de análisis de barreras presentado previamente en el marco de este proyecto (CTT-USFQ-II, 2012). Para las barreras financieras se encuentra que el problema raíz son los escasos *recursos económicos* y que las barreras habilitantes o causas son: la falta de estímulos o subsidios para la ejecución de proyectos ambientales, la falta de políticas tributarias, económicas y arancelarias para apoyar proyectos ambientales, así como la falta de investigación y desarrollo de tecnologías nacionales. Es importante recalcar que las acciones o medidas planteadas a continuación para superar el problema de escasos recursos económicos deben ser sobre las barreras habilitantes o causas.

La falta o desconocimiento de políticas ambientales es el problema raíz de las barreras políticas. Y las barreras habilitantes identificadas son: falta de incentivos para aplicación de proyectos ambientales, falta de difusión de normativa ambiental, y falta de apoyo y coordinación a los productores por parte de los GADs.

Las barreras socio – culturales se centran en la falta de conciencia ambiental, la cual se origina en la falta de conocimiento de los problemas y efectos ambientales y en la falta de conocimiento en tecnologías ambientales. Y la barrera habilitante se resume como la ausencia de programas de capacitación.

Finalmente, el problema raíz de las barreras tecnológicas es la falta de implementación de tecnologías ambientales y las barreras habilitantes o causas son: la falta de recursos económicos, que está detallada y desglosada previamente con sus propias causas; el desconocimiento de tecnologías ambientales, que paralelamente es una de las barreras socio –culturales identificadas; la compatibilidad entre tecnología y tamaño de explotaciones; y, finalmente, la falta de políticas que incentiven estos proyectos.

Junto con las barreras identificadas durante los talleres realizados con las partes interesadas, se sugirieron medidas para cada una de las barreras identificadas. En la sección 1.2.4 se presentan las barreras identificadas y se detalla un análisis de las medidas sugeridas que permitirán superar los problemas raíces en cada categoría. Así mismo, se identifican la prioridad, riesgo, costo financiamiento y entidades responsables de tomar las acciones correspondientes para superar las barreras identificadas.

El compostaje es una tecnología de tratamiento de desechos a través en de la cual, la materia orgánica es estabilizada por acción microbiana y convertida en compost, un abono natural, rico en nutrientes y de fácil aplicación en los cultivos. Al ser un proceso biológico, el

compostaje depende directamente del crecimiento y la actividad de los distintos microorganismos (bacterias, actinomicetos y hongos). Su fuente de nutrientes y energía son los mismos desechos, que son sometidos a un proceso bio-oxidativo de sustancias, que combinan la fase mesofílica (15-45°C) y la termofílica (45-70°C), para transformar los residuos orgánicos (Moreno Casco & Moral Herrero, Compostaje, 2008).

El objetivo de la transferencia y difusión de la tecnología de compostaje es que hasta el año 2015 se hayan implementado las primeras composteras en por lo menos dos de las zonas de estudio. Se espera que hasta el 2017 los GADs puedan proveer a los productores con un manual de operación y procedimiento para aplicar esta tecnología de forma fácil y planificada, y así cumplir con los requerimientos de la licencia ambiental otorgada por el Ministerio del Ambiente y requisito para poder tener producciones avícolas, porcinas o bovinas. Y, finalmente, que para el año 2025 todos los pequeños productores hayan obtenido sus licencias ambientales gracias a la aplicación de esta u otras tecnologías ambientales.

Las zonas que priorizaron la tecnología de compostaje son los productores de ganado bovino en Quijos y Manabí, los porcicultores en Quijos y los avicultores en Santo Domingo. Las cuatro zonas tienen en común que sus explotaciones están dispersas y alejadas de otras producciones, que las asociaciones se encuentran debilitadas y sin poder de ejecución de proyectos, y que el manejo de los desechos generados en sus producciones es irregular. Esto se origina por dificultades en el manejo de los desechos en la estación de lluvia, por los ciclos de producción o, simplemente, porque la recolección se hace de forma irregular. Por estas razones la aplicación de la tecnología de compostaje tiene un gran potencial en estas zonas, ya que las pilas se manejan de forma individual, y no necesitan de un control muy estricto.

El problema raíz de las barreras económicas y financieras es, al igual que para la tecnología de digestión anaerobia a mediana escala, los escasos recursos económicos. Este problema genera baja rentabilidad de las producciones y en consecuencia desinterés por nuevas inversiones. Y las causas para este problema se dividen en: causas relacionadas con los costos de producción y causas relacionadas con los precios de venta.

El problema raíz de las barreras políticas es la falta de apoyo institucional, con las barreras habilitantes: Centralización, falta de empoderamiento de los GADS y desconocimiento de las competencias de cada institución ocasionada por las frecuentes reestructuraciones de los últimos años.

En las barreras socio – culturales se tiene a la dificultad en crear economías populares y solidarias como el problema raíz. Las barreras habilitantes que se identifican son: el desinterés de los propietarios y el mal manejo de políticas locales. Y finalmente el problema raíz de la barrera tecnológica es la falta de la elaboración de un plan de manejo ambiental, el cual está sujeto al desconocimiento o la falta de directrices y normativas claras, la falta de aplicación de normas ambientales y las respectivas sanciones, y, finalmente, la falta de capacitación en temas ambientales.

## **Plan de acción para la tecnología de compostaje**

Para poder realizar el plan de acción de la tecnología de compostaje es necesario definir las medidas necesarias para superar las barreras de origen. Primeramente se presentan las barreras identificadas durante los talleres realizados con las partes interesadas, ya que se sugirieron medidas para cada una de las barreras identificadas. En la sección 1.3.4 se presentan las medidas necesarias para superar los problemas raíces en cada categoría. Estas medidas son utilizadas posteriormente para elaborar el plan de acción tecnológico.

## **Plan de Acción para la Tecnología de Digestión Anaerobia a Pequeña Escala**

La tecnología de digestión anaerobia puede aplicarse a pequeñas producciones de ganados, que cuentan con un número de cabezas de ganados limitado a 40 vacas o 20 cerdas madres, las cuales generan de media a una tonelada de desechos por día (MAE, 2012). El proceso a pequeña escala se lleva a cabo en biodigestores artesanales, contruidos con materiales locales, como bolsas de plásticos y tubos de PVC para el transporte de biogás. Esta tecnología funciona, con adaptación adecuada para cada zona, en los climas tropicales, continentales y fríos. Estos reactores pueden ser discontinuos, es decir se cargan una vez y se descargan una vez terminado el proceso, o continuos con alimentación diaria. No requieren de un monitoreo sofisticado ni de inversión en equipos de mezcla ni calefacción. Al operarse rudimentariamente no se requiere capacitación ya que el ganadero puede cargar y descargar el biodigestor. Debido a su operación discontinua y a los bajos costos de inversión, se puede replicar esta tecnología para todas las producciones con ganado a pequeña escala o de traspatio.

El objetivo establecido en este estudio para la transferencia y difusión de la tecnología de digestión anaerobia a pequeña escala es que en el 2014 se realice mínimo una consultoría para definir el diseño del sistema de digestión anaerobia a pequeña escala, y que el GAD de la zona de Quijos inicie con la preparación del manual para la obtención de la licencia ambiental. Se espera que hasta el año 2017 se hayan desarrollado modelos demostrativos que permitan comprobar la validez de la tecnología, y familiarizar a los productores con la misma. Los GADs pueden brindar soporte proporcionando la tecnología a los productores para la elaboración de los planes de manejo ambiental necesarios para la obtención de licencias y permisos ambientales. Una vez disponible la tecnología se espera que hasta el 2020 se hayan implementado exitosamente biodigestores a pequeña escala en al menos el 30% de los pequeños productores de las zonas de interés. Además se espera que hasta el 2025 el procedimiento y la implementación se hayan incorporado en los planes de manejo ambiental que deben preparar los productores.

La tecnología de digestión anaerobia se priorizó únicamente en una zona. Los porcicultores en Quijos identificaron que pueden almacenar sus desechos en forma líquida o sólida, y plantearon la aplicación de las dos tecnologías dependiente de la humedad de la materia prima. En esta zona las producciones porcinas están muy desarrolladas, pero hasta el momento no se han implementado sistemas de manejo de los desechos y a más tardar en el 2014 ya necesitan tramitar las licencias ambientales.

Una vez identificadas las barreras, se prosigue a analizar las barreras por el método de causa –efecto, el cual se utilizó en el II Informe de Análisis de Barreras (CTT-USFQ-II, 2012). Los problemas raíces que se presentan en la sección 1.4.3 y corresponden a: escasos recursos económicos, falta de control institucional, falta de empoderamiento de los productores y falta del plan de manejo ambiental. De igual forma se presenta un análisis de las medidas sugeridas para la habilitación del entorno habilitante para la implementación de la tecnología de digestión anaerobia a pequeña escala en las zonas de estudio seleccionadas.

El plan de acción se elabora tomando en cuenta las barreras y medidas necesarias definidas para implementar, difundir y transferir la tecnología de digestión anaerobia a pequeña escala, el plan de acción incluye toda la información necesaria que se ha detallado previamente. En la sección 1.4.4 se detalla una matriz con la información condensada del plan de acción.

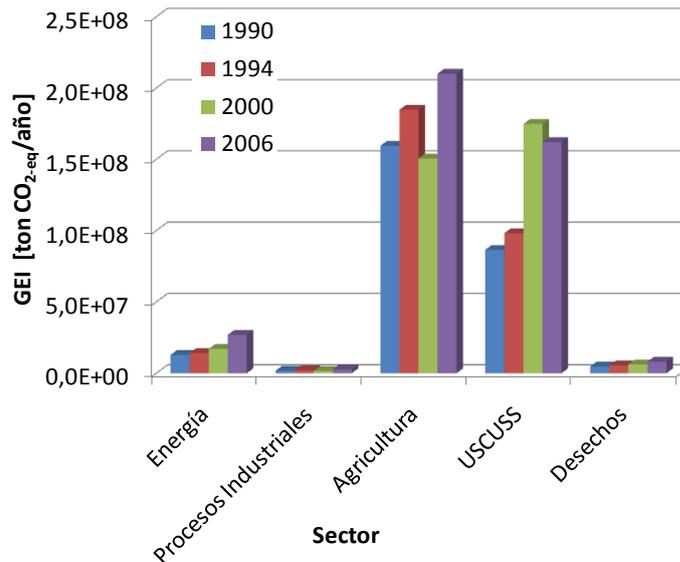
El plan de acción tecnológico a nivel sectorial se realiza unificando las medidas de cada tecnología de acuerdo a las categorías clasificadas previamente. Este plan de acción es muy exhaustivo y completo, ya que incluye tanto las acciones que se deben tomar a nivel político y legislativo para la implementación de las directrices necesarias para la ejecución del plan de acción, como la elaboración de consultorías, capacitaciones y proyectos específicos de investigación, desarrollo e implementación. Estas acciones requieren de aportes financieros, los cuales pueden provenir del presupuesto general del estado, de fondos propios de las diferentes entidades responsables e involucradas, o de fondos internacionales.

## CAPÍTULO 6: PLAN DE ACCIÓN TECNOLÓGICO

---

### 6.1. ACCIONES A NIVEL SECTORIAL PARA EL “MANEJO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS Y LÍQUIDOS DE LA PRODUCCIÓN GANADERA”

Ecuador ha identificado en el “Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero” presentado en la Segunda Comunicación Nacional del año 2011 a la agricultura como uno de los cinco sectores de mayor generación de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) (GEF/PNUD/MAE, 2011). Los demás sectores son: uso del suelo cambio en el uso del suelo y silvicultura (USCUSS), procesos industriales, energía (transporte) y desechos. Como se observa en la Figura 13 el sector agrícola junto con el sector USCUSS son los sectores que generan la mayor cantidad de emisiones de GEI. Estos dos sectores guardan una estrecha relación, ya que el principal uso del suelo en Ecuador es para actividades agrícolas. El cambio en el uso de suelo es generalmente para aumentar área de pastizales para ganado o incremento de área de cultivos (INEC, 2009). La tendencia de la producción de estos dos sectores es creciente, lo cual indica que las emisiones seguirán aumentando si no se pone especial énfasis en controlar e inclusive reducir las emisiones de GEI con el fin de mitigar el cambio climático. Este sector además se encuentra entre los sectores priorizados en el Plan de Desarrollo Nacional ya que está enfocado a tomar acciones preventivas y proactivas para atenuar los efectos del cambio climático (SENPLADES, 2007) (República del Ecuador, 2007). Por estas razones la Comisión Técnica del proyecto ENT ha seleccionado al sector agrícola y al sector manejo de desechos como los sectores priorizados para mitigación al cambio climático. Se prevé que con la aplicación de tecnologías que reduzcan las emisiones de GEI en estos sectores, se alcance una reducción en la emisión de gases de efecto invernadero en el país, modificando el inventario nacional de GEI.



**Figura 13: Emisiones de GEI según sector en [ton CO<sub>2-eq</sub>/año]**

**Fuente: (GEF/PNUD/MAE, 2011)**

Para definir el subsector priorizado dentro del sector agrícola, la Comisión Técnica identificó el impacto de cada subsector sobre las emisiones de GEI y la capacidad de aplicar tecnologías que logren mitigar el cambio climático. Los subsectores del sector agrícola son (GEF/PNUD/MAE, 2011):

- Fermentación entérica
- Manejo de estiércol
- Cultivo de arroz
- Suelos agrícolas
- Quema de sabanas
- Quema de residuos agrícolas

De acuerdo a los resultados del “Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero” del 2011 las emisiones del subsector suelos agrícolas son las más elevadas con una producción promedio de  $1,6 \cdot 10^8$  [ton CO<sub>2-eq</sub> /año] (GEF/PNUD/MAE, 2011). Las altas emisiones en el subsector suelos agrícolas se originan principalmente de N<sub>2</sub>O, de la fertilización de los suelos con fuentes de nitrógeno y al urea en la orina de los animales. Los subsectores que le siguen son el subsector fermentación entérica con  $5,8 \cdot 10^6$  [ton CO<sub>2-eq</sub> /año] y el manejo de estiércol con  $3,7 \cdot 10^6$  [ton CO<sub>2-eq</sub>], ambos con dos órdenes de magnitud más bajos. De estos tres subsectores, el manejo de estiércol es el que posee el mayor potencial de aplicación de tecnologías que reduzcan las emisiones de GEI. Además que al solucionar este problema, indirectamente también se están reduciendo las emisiones en el subsector suelo agrícolas. Por esta razón, la Comisión Técnica del proyecto ENT selecciona al subsector “Manejo de los desechos sólidos y líquidos de la producción ganadera” dentro

del sector agrícola como uno de los sectores prioritarios para mitigación al cambio climático en el marco del proyecto ENT.

El siguiente paso consistió en identificar las zonas geográficas en las que se debe desarrollar el proyecto. En este sentido se consideraron a cuatro tipos de producciones de mayor importancia en el Ecuador tanto por volumen como por demanda: bovino de leche y carne, porcino y aviar. Los criterios utilizados para la identificación y priorización de las zonas geográficas seleccionadas para el proyecto, responden a (MAE, 2012):

- Vulnerabilidad: el estudio está dirigido a poblaciones, donde se han establecido malas prácticas en el tratamiento y disposición final de desechos sólidos y líquidos, ya sea por causa de desconocimiento y/o falta de recursos.
- Distancia: las producciones en una misma zona no deben estar muy dispersas entre sí.
- Representatividad: el estudio debe responder a los diferentes pisos climáticos sierra, costa y amazonía.
- Presupuesto: se dispone de recursos limitados para la realización del proyecto ENT.
- Replicabilidad del proyecto en otras zonas que cuenten con condiciones similares.
- Público Objetivo: medianos y pequeños productores.

Utilizando estos criterios, se seleccionó para el estudio la franja a lo largo de la línea ecuatorial entre costa, sierra y amazonia que ocupan las provincias de Manabí, Santo Domingo, Pichincha, Napo y Orellana. Las principales razones son la cercanía entre sí, la representatividad ante otras zonas, la alta densidad de explotaciones ganaderas y avícolas, el tamaño de producciones, así como la capacidad de extrapolar las tecnologías seleccionadas a otras zonas productivas. Para definir las zonas representativas de cada tipo de ganado o explotación, se debe conocer el número de cabezas con las que se cuenta en cada provincia. De la distribución de la producción ganadera y de explotaciones avícolas obtenidas en la proyección realizada por la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua del Instituto Nacional de Estadísticas y Censo (ESPAC – INEC) en el 2010 (ESPAC-INEC, 2010) se puede identificar que de las provincias de interés el ganado bovino se encuentra mejor representado en Pichincha y Manabí, mientras que el ganado porcino se encuentra en Santo Domingo. La explotación avícola está muy representada en Manabí, pero al ser grandes productores no cumplen con los requisitos de vulnerabilidad ni público objetivo, por lo que se ha seleccionado para el proyecto ENT a Santo Domingo de los Tsáchilas como Provincia designada para el estudio del manejo del desecho de la explotación avícola. La producción ganadera en la amazonía ha experimentado un desarrollo muy importante en los últimos años y dado el requisito de representatividad de la zona oriental en el estudio, se selecciona a la provincia de Napo para el estudio de ganados bovinos de leche y porcinos.

A continuación se presentan los cantones específicos de estudio dentro de cada provincia. Para el estudio del desecho de ganado bovino de leche se seleccionó al cantón Quito y específicamente a la parroquia de Lloa para la realización del estudio del manejo de los desechos sólidos y líquidos. Para la región amazónica la mayor producción de ganado

bovino de leche se encuentra en el cantón El Chaco, seguido por el cantón Quijos, razón por la cual se seleccionó al cantón Quijos para el estudio. La provincia de Manabí fue seleccionada para ganado bovino de carne, en función de los tres cantones más grandes en cuanto a población ganadera: El Carmen, Chone y Pedernales. La explotación avícola se estudia en el cantón de Santo Domingo al tener una densidad muy alta (ESPAC-INEC, 2010).

En la Tabla 26 se presentan las zonas geográficas asignadas para cada uno de los cuatro tipos de ganado seleccionados. Como se puede observar dos de las cuatro zonas incluyen a dos tipos de ganados (Quijos y Santo Domingo de los Tsáchilas), mientras que en Pichincha y Manabí solo se considera a las ganaderías bovinas de leche y carne, respectivamente.

**Tabla 26: Zonas geográficas asignadas a cada tipo de ganado**

	Tipo de Producción Explotación			
	Bovino de leche	Bovino de carne	Porcino	Avícola
<b>Zona 1</b>	Lloa (cantón Quito) Provincia Pichincha	Cantones El Carmen, Chone, Pedernales Provincia Manabí	Cantón Quijos Provincia Napo	Cantón Santo Domingo Provincia Santo Domingo de los Tsáchilas
<b>Zona 2</b>	Cantón Quijos Provincia Napo		Cantón Santo Domingo Provincia Santo Domingo de los Tsáchilas	

Una vez seleccionadas las zonas geográficas para la ejecución del proyecto e identificado el punto de partida en el manejo de los desechos sólidos y líquidos de cada zona a través de las visitas técnicas realizadas, se prosigue con la selección de las tecnologías. La lista larga de tecnologías seleccionadas se categorizan de acuerdo a su proceso principal en: procesos bioquímicos, procesos físicos, procesos mecánicos y procesos alimenticios. Las tecnologías seleccionadas a través de los procesos participativos con los involucrados se presentan en la Tabla 27.

**Tabla 27: Categorización de las tecnologías consideradas para el manejo de desechos ganaderos**

Categoría	Procesos bioquímicos	Procesos físicos	Procesos mecánicos	Procesos Alimenticios
Tecnologías	Compostaje	Almacenamiento en seco	Centrifugación	Alimentación animal
	Digestión anaerobia			
	Digestión aerobia		Decantación	Cultivo de hongos
	Lombricultura	Almacenamiento de lodos	Filtración	Preparación de harinas
	Sistema de lagunas			

La priorización de las tecnologías seleccionadas en las diferentes zonas se realizó en talleres con la participación de productores y representantes de los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GADs) de cada zona, además de representantes de las diferentes asociaciones y de los Ministerios y Secretarías de Estado relacionadas. En el taller se utilizaron una serie de criterios de priorización para evaluar cada tecnología mediante la metodología de análisis multi-criterio. Los resultados de la priorización de tecnologías para las diferentes zonas y cada tipo de ganado dieron como resultados una tecnología priorizada para cada caso (CTT-USFQ, 2012). Los resultados se presentan en la Tabla 28.

**Tabla 28: Tecnologías priorizadas por zonas**

Zona	Lloa / cantón Quito / provincia Pichincha	Cantón Quijos / provincia Napo	Cantón Santo Domingo / provincia Santo Domingo	Cantones: Chone, Pedernales, El Carmen / provincia Manabi
<b>Ganado</b>				
<b>Bovino de leche</b>	Digestión anaerobia mediana escala	Compostaje		
<b>Bovino de carne</b>				Compostaje
<b>Porcino</b>		Digestión anaerobia pequeña escala (desechos líquidos) / Compostaje (des. sólidos)	Digestión anaerobia mediana escala	
<b>Avícola</b>			Compostaje	

Una vez priorizadas las tecnologías, se prosigue a realizar el análisis de barreras y entorno habilitante para cada zona y tipo de explotación. Este análisis presenta las barreras identificadas y las posibles medidas planteadas por los actores en cada zona. Esta información está desglosada para cada zona y tipo de producción en el Informe de Análisis de Barreras (CTT-USFQ-II, 2012). Durante el análisis se pudo observar que existen barreras que son generales para todas las zonas y todos los tipos de producción, sin importar las condiciones específicas de cada caso. Las barreras generales y válidas a nivel nacional son, principalmente, políticas, socio - culturales y económicas, como la escasez de recursos económicos, la falta de conciencia ambiental y la falta de políticas de estado para promover proyectos ambientales. En forma general se puede decir que las medidas propuestas son la creación de incentivos y estímulos para producciones ambientalmente responsables y con sistemas de manejo de desechos, además de capacitaciones a todo nivel; y la construcción de sistemas demostrativos y pilotos para apoyar la transferencia y difusión de tecnología. En los siguientes capítulos se presentan las barreras raíces y las medidas y acciones recomendadas para implementar y difundir cada una de las tecnologías seleccionadas.

## **6.2. PLAN DE ACCIÓN PARA LA TECNOLOGÍA DE DIGESTIÓN ANAEROBIA A MEDIANA ESCALA**

### **6.2.1. Descripción de la tecnología de digestión anaeróbica a mediana escala**

La digestión anaerobia es un proceso biológico en el cual, en ausencia de oxígeno, una variedad de microorganismos interactúan entre sí, para estabilizar la materia orgánica obteniendo como productos biol, que es un fertilizante orgánico, y biogás, el cual es una mezcla de metano ( $\text{CH}_4$ ) y dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) con trazas de ácido sulfhídrico ( $\text{H}_2\text{S}$ ) y agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ), que puede ser utilizado como fuente de energía renovable.

El proceso microbiano es sumamente complejo y está integrado por múltiples reacciones paralelas y en serie interdependientes. Como todo proceso biológico, la digestión anaerobia se lleva a cabo cuando las condiciones ambientales favorecen las distintas interacciones bióticas. Por esta razón, el control de la temperatura, el pH, y otros parámetros como la agitación, requerimientos nutricionales y la carga orgánica alimentada, permiten el funcionamiento óptimo del sistema que se observa en una alta producción de biogás y estabilización de la materia orgánica (Droste, 1997). Los sistemas tecnificados requieren de un tiempo de permanencia de la materia orgánica entre 15 a 30 días, con lo cual se reduce considerablemente el tamaño específico del biodigestor en comparación con sistemas rurales.

Esta tecnología al ser considerada a mediana escala implica que el proceso es más eficiente, debido a que se trata en un mismo lugar una gran cantidad de desechos. Por esto se busca ganaderías con alta densidad de ganados o zonas que estén geográficamente cercanas e interesadas en asociarse para producir biol y biogás sea para el consumo interno o para la venta a terceros. En el caso de sistemas a mediana escala se usan biodigestores continuos, lo que significa que el desecho se alimenta diariamente. El material de construcción tiene que ser durable, por lo que se utiliza tanque de acero o concreto. Además el proceso incluye sistemas de pre-tratamiento de la materia prima, acondicionamiento de biogás y biol. El biodigestor posee sistemas de control de temperatura, pH, sistemas de agitación, etc. La complejidad del biodigestor dependerá del volumen de desechos a digerir, los recursos económicos, la disponibilidad de mano de obra, y el fin por el que se utiliza el proceso, ya sea la obtención de metano para generación de energía o el fertilizante orgánico rico en nutrientes.

La operación de la planta de digestión anaerobia requiere de personal operativo calificado capaz de mantener las condiciones óptimas de operación, lo cual genera un gran desarrollo social por la creación de fuentes de trabajo y capacitaciones en la zona de influencia. Debido a la alta producción de biogás se podría disponer de una fuente de energía renovable que va a mejorar la sostenibilidad del proyecto, y además influirá positivamente sobre la matriz energética del país y sobre el objetivo de la aplicación de la tecnología de alcanzar una reducción considerable de GEI.

Mediante el uso de biodigestores anaerobios se reducen las emisiones de GEI directa e indirectamente. No solo se captura directamente el metano ( $\text{CH}_4$ ) producido por la degradación de los desechos mal manejados y que de lo contrario iría a la estratosfera, sino que también se lo puede utilizar como una fuente de energía y, por ende, reducir indirectamente la contaminación por la reducción de fuentes de energías primarias. Las reducciones de emisiones de GEI en 1 año son de  $93,8\text{E}+06$  ton de  $\text{CO}_{2\text{-eq}}$  / ton desecho tratada. La cantidad total que se reduzca de emisiones va a depender de la cantidad de proyectos ejecutados y de cuánto desecho se trate. Los objetivos que se desean alcanzar

en cuanto a reducción de emisiones de GEI y producción de energía renovable, se encuentra en el siguiente capítulo. Cabe mencionar que para poder implementar proyectos con el sistema de digestión anaerobia a mediana escala se debe contar por lo menos con una tonelada de desechos por día. El desecho puede estar disponible en forma sólida o líquida, y se debe tratar de implementar sistemas de co-digestión con otros desechos orgánicos vegetales de la zona.

El segundo producto que se obtiene con esta tecnología es un fertilizante orgánico conocido como biol, que puede ser comercializado entre los mismos ganaderos para la fertilización de cultivos y pastizales, reduciendo la cantidad de fertilizantes químicos que se requieren y en consecuencia aumentando la productividad. O puede ser envasado y transportado para su venta. Con el biol se mejora el contenido de humus de los suelos, lo que a su vez mejora la retención de nutrientes y humedad, reduciendo las emisiones de N<sub>2</sub>O y reduciendo su vulnerabilidad frente a sequías o aumentos de temperatura.

En Ecuador no se han implementado sistemas de biodigestores anaerobios tecnificados a mediana escala. En lugar se han implementado únicamente sistemas rurales y rudimentarios que no han generado los beneficios deseados. Sin embargo, al aplicar un proceso con alto nivel de tecnificación como se utiliza en países desarrollados, se garantiza su funcionamiento adecuado (Ecuador Ciencia, 2008).

### **6.2.2. Objetivos de la transferencia y difusión de la tecnología de digestión anaeróbica a mediana escala**

La tecnología de digestión anaerobia a mediana y gran escala ha sido aplicada exitosamente en diferentes países. Sin embargo, también existen ejemplos en los cuales los resultados de esta tecnología no han sido los esperados. Esto ha ocurrido, principalmente, en países en vías de desarrollo, en donde se han implementado sistemas muy rudimentarios y con tecnologías obsoletas, sin realizar un diseño adecuado de acuerdo a las necesidades y características en cada caso. Dando como resultados producciones de biogás muy bajas, malos olores, problemas de taponamientos y altas concentraciones de patógenos en el biol. Los materiales utilizados en estos casos son en su mayoría inestables y no perduran en el tiempo, por lo que la vida media de los proyectos se encuentra por debajo del punto de equilibrio. Los costos de operación se incrementan por encima de los planificados por los problemas que se presentaron anteriormente y los proyectos dejan de ser sostenibles.

Hasta el momento los productores ecuatorianos no han visto los beneficios de implementar sistemas tecnificados para tratar los desechos orgánicos. Al implementar un sistema de digestión anaeróbico tecnificado, en el cual la producción de biogás esté optimizada y se asegure la completa degradación y estabilización de la materia orgánica para su posterior uso como fertilizante, los productores podrán percibir los beneficios energéticos, ambientales y económicos de convertir al manejo de los desechos en una oportunidad de negocio auto-sostenible.

El objetivo general de la transferencia y difusión de la tecnología de digestión anaerobia a mediana escala se alinea con la visión de la Estrategia Nacional de Cambio Climático de Ecuador, en la cual se plantean los objetivos al 2013, 2017 y 2025 con las actividades y acciones para el cumplimiento de las Líneas Estratégicas y la visión al 2025 de la ENCC (Ministerio del Ambiente, 2012). El objetivo general es “crear condiciones favorables para la adopción de medidas que reduzcan emisiones de GEI y aumentar los sumideros de carbono en los sectores estratégicos”. Para alcanzar este objetivo general se plantean cinco objetivos específicos y se establecen tres momentos de ejecución: 2014, 2017 y 2025. Por esta razón se van a definir los mismos momentos para la superación de los hitos en el sector manejo de desechos sólidos y líquidos en el sector ganadero.

Los objetivos específicos que se establecen para el cumplimiento de la transferencia y difusión de la tecnología de digestión anaerobia son los siguientes:

- Para el 2014 se espera que se haya contratado por lo menos una consultoría, conseguido fondos o convenio con universidades para el diseño de un proceso de digestión anaerobia a mediana escala, en alguna de las zonas de interés.
- Para el 2014 deben crearse campañas de difusión del plan de manejo ambiental. Las competencias para estas campañas las tienen los GADs, de acuerdo al Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (Comisión GADs, 2009), dado que el sector ambiente es competencia adicional de los GADs, cuya transferencia deberá ser regulada por el Consejo Nacional de Competencias.
- Para el 2017 se establece que los productores y las asociaciones del sector ganadero dispongan de una herramienta ampliamente conocida y difundida entre los productores, para manejar ambientalmente los desechos en sus producciones y zonas de influencia. Los sistemas a mediana escala pueden ser implementados en producciones medianas a grandes, y en producciones pequeñas que tengan una organización fuerte y capaz de ejecutar proyectos. El objetivo de la transferencia de tecnología es que se desarrollen proyectos a través de organizaciones de pequeños productores en todo el país que incluyan capacitaciones y proyectos demostrativos. Esta tecnología genera beneficios económicos, productivos y sociales por la obtención de energía renovable, aumento de la productividad y reducción de costos por el uso del biol y biogás. Además se generan nuevos puestos de trabajo para la operación de estos sistemas.
- Para el año 2025 se espera que se hayan implementado exitosamente proyectos en las zonas de estudio y que se haya replicado en otras zonas. Estos proyectos sirven para demostrar la tecnología e incentivar a demás asociaciones de productores ganaderos y avicultores en todo el Ecuador.

Para alcanzar este objetivo es fundamental que en el país se hayan implementado hasta el año 2017 sistemas de digestión anaeróbica a mediana escala que generen beneficios ambientales, energéticos y económicos en las explotaciones. Estos sistemas implementados en las zonas de influencia seleccionadas por la Comisión Técnica del sector ganadero servirán como proyectos pilotos y demostrativos para difundir esta y otras tecnologías para el manejo de los desechos ganaderos. Para garantizar su adecuado

funcionamiento, es imprescindible que se realicen los diseños exhaustivos de cada sistema, considerando fenómenos de mecánica de fluido y diseño de reactores, entre otros.

Los beneficios ambientales y energéticos que representan estos proyectos se pueden cuantificar en términos de las reducciones alcanzadas en las emisiones de GEI. Así, por ejemplo, al implementar el proyecto de digestión anaerobia en el cantón de Lloa, para la comunidad de Urauco en la cual se cuenta con 22 familias ganaderas con 8 – 10 vacas cada una y suponiendo que se recogen apenas 10kg de desecho por vaca al día, se reducirían aproximadamente  $67,8E+09$  ton  $CO_{2-eq}$  / año. La producción de biogás, se estima en  $57,8E+03$   $Nm^3/año$ , si no se añaden otras fuentes de materia orgánica al proceso. Esto equivale, aproximadamente, a una producción de 56 kW o  $2,89E+05$  kWh/año, de la cual apenas el 40% puede ser utilizada en forma de energía eléctrica. En el marco del PAT se espera implementar dos sistemas demostrativos y después ampliar a 10, con lo cual se alcanza una producción energética sobre 0,5 MW y una reducción de GEI de  $0,68E+12$  ton  $CO_{2-eq}$  / año. Sin embargo, cabe recalcar que el cálculo exacto de la reducción de emisiones de GEI y la producción de energía renovable va a depender de las especificaciones de los proyectos que se deseen implementar.

### **6.2.3. Identificación de las barreras y el entorno habilitante para la adopción de la tecnología de digestión anaeróbica a mediana escala**

La tecnología de digestión anaerobia fue priorizada por los productores durante los talleres para el manejo de los desechos de ganado bovino de leche en Lloa, cantón Quito, y para los desechos de ganado porcino en Santo Domingo. Los participantes identificaron que las entidades e instituciones que están involucradas en su entorno y, por lo tanto, en una transferencia y difusión exitosa de la tecnología seleccionada son: el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP) y el Ministerio del Ambiente (MAE) relacionados a licencias, permisos y normativa; el Banco Nacional de Fomento (BNF) en el tema de préstamos y financiamiento; y Organizaciones No Gubernamentales (ONG) relacionadas a préstamos y capacitaciones.

En los talleres se identificaron las barreras individualmente para cada zona. El detalle de estas barreras se puede encontrar en el informe de Análisis de Barreras (CTT-USFQ-II, 2012). Al revisar las barreras identificadas por cada zona, llama la atención que, a pesar de haber elaborado las barreras individualmente con grupos de productores de cada zona y representantes de los Gobiernos Autónomos Descentralizados de las zonas, las barreras son muy similares o transversales para las dos zonas de estudio. Por esta razón se agrupan y sintetizan las barreras identificadas en las dos zonas.

Las barreras identificadas originalmente en los talleres se categorizan de acuerdo a financieras y no financieras. Dentro de las barreras no financieras se encuentran las barreras políticas, socio-culturales y tecnológicas. Para el análisis de las barreras raíces en cada categoría se utiliza el método de causa – efecto mediante el árbol de problema. El análisis se encuentra detallado en el informe de análisis de barreras presentado previamente en el marco de este proyecto (CTT-USFQ-II, 2012). Para las barreras

financieras se encuentra que el problema raíz son los escasos *recursos económicos* y que las barreras habilitantes o causas son: la falta de estímulos o subsidios para la ejecución de proyectos ambientales, la falta de políticas tributarias, económicas y arancelarias para apoyar proyectos ambientales, así como la falta de investigación y desarrollo de tecnologías nacionales. Es importante recalcar que las acciones o medidas planteadas a continuación para superar el problema de escasos recursos económicos deben ser sobre las barreras habilitantes o causas.

*La falta o desconocimiento de políticas ambientales* es el problema raíz de las barreras políticas. Y las barreras habilitantes identificadas son: falta de incentivos para aplicación de proyectos ambientales, falta de difusión de normativa ambiental, y falta de apoyo y coordinación a los productores por parte de los GADs.

Las barreras socio – culturales se centran en la *falta de conciencia ambiental*, la cual se origina en la falta de conocimiento de los problemas y efectos ambientales y en la falta de conocimiento en tecnologías ambientales. Y la barrera habilitante se resume como la ausencia de programas de capacitación.

Finalmente, el problema raíz de las barreras tecnológicas es la *falta de implementación de tecnologías ambientales* y las barreras habilitantes o causas son: la falta de recursos económicos, que está detallada y desglosada previamente con sus propias causas; el desconocimiento de tecnologías ambientales, que paralelamente es una de las barreras socio –culturales identificadas; la compatibilidad entre tecnología y tamaño de explotaciones; y, finalmente, la falta de políticas que incentiven estos proyectos. Vemos que tres de las cuatro barreras habilitantes o de origen ya han sido identificadas previamente en las otras categorías y una es un problema raíz, lo cual muestra la interrelación entre las diferentes barreras.

En la Tabla 29 se presentan las barreras de entorno habilitante clasificadas de acuerdo a las categorías más comunes: económicas y financieras, política – legal y regulatoria, fallas de mercado, de capacidad institucional y organizativa, técnicas, y de calificación humana. Se puede observar que tres de las once barreras son de índole económica y financiera, seguida por las categorías capacidad institucional y organizativa, técnicas y de calificación humana, con dos barreras cada una.

**Tabla 29: Identificación de la categoría de las barreras de entorno habilitante para la tecnología de digestión anaerobia a mediana escala**

Barreras económicas y financieras	
1	Falta de recursos económicos
2	Falta de incentivos para aplicación de proyectos ambientales

3	Falta de políticas tributarias, económicas y arancelarias para apoyar proyectos ambientales
<b>Barreras políticas – legales - regulatorias</b>	
4	Falta de estímulos y subsidios para la ejecución de proyectos ambientales
<b>Barreras de falla de mercado</b>	
5	Falta de políticas que incentiven proyectos ambientales
<b>Barreras de capacidad institucional y organizativa</b>	
6	Falta de apoyo y coordinación por parte de los GADs
7	Falta de difusión de normativa ambiental
<b>Barreras técnicas</b>	
8	Falta de investigación y desarrollo de tecnologías nacionales
9	Incompatibilidad entre tecnología y tamaño de explotación
<b>Barreras de calificación humana</b>	
10	Ausencia de programas de capacitación
11	Falta de conciencia ambiental
12	Desconocimiento de tecnologías ambientales

#### 6.2.4. Plan de acción propuesto para la adopción de la tecnología de digestión anaeróbica a mediana escala

Junto con las barreras identificadas durante los talleres realizados con las partes interesadas, se sugirieron medidas para cada una de las barreras identificadas. En el informe de Análisis de Barreras se presentan las medidas sugeridas para las barreras originales (CTT-USFQ-II, 2012). Sin embargo, para poder identificar las acciones necesarias para superar los problemas raíces en cada categoría, se deben encontrar las medidas correspondientes a las barreras habilitante o de origen a estos problemas. En la Tabla 30 se presentan las medidas necesarias para superar las barreras habilitantes y así poder superar los problemas raíces. En la tabla también se presenta el rol de cada medida en el proceso

de difusión y transferencia de tecnología, la cual puede variar entre medidas para acelerar: la investigación, desarrollo e implementación; el despliegue, y la difusión de la tecnología.

Las entidades e instituciones identificadas durante los talleres y el análisis como de entorno habilitante y que estarían involucradas en la transferencia de tecnología son las siguientes. Como entidades ejecutores se encuentran:

- Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP)
- Ministerio del Ambiente (MAE)
- Gobiernos Autónomos Descentralizados (GADs) de cada zona: Quijos, Santo Domingo y Manabí.
- Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia y Tecnología (SENESCYT)
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (ENPLADES)
- Escuelas de Revolución Agraria (ERAS)
- Servicio Ecuatoriano de Capacitación Profesional (SECAP)
- Secretaría Técnica de Capacitación y Formación Profesional (SETEC)

Y como entidad reguladora y que define la dirección del desarrollo a través de las políticas adecuadas:

- El Gobierno Central, Función Ejecutiva
- Ministerio de Finanzas (MF)
- Ministerio Coordinador de la Política (MCP)
- Ministerio Coordinador de la Producción, Empleo y Competitividad (MCPEC)
- Ministerio de Electricidad y Energías Renovables (MEER).
- Servicio de Rentas Internas (SRI)

**Tabla 30: Medidas identificadas para la superación de las barreras de entorno habilitante para la tecnología de digestión anaerobia a mediana escala**

Tipo de aceleración		I&D+i	Des- pliegue	Difu- sión
Medida				
<b>Medidas económicas y financieras</b>				
1-3	Reducción de la carga tributaria como política de incentivos en producciones que hayan adoptado tecnologías ambientales para el manejo de sus desechos		✓	✓
<b>Medidas políticas – legales – regulatorias</b>				

4	Generar políticas para impulsar proyectos nacionales			✓
<b>Medidas de falla de mercado</b>				
5	Subvencionar parte de la inversión con fondos no reembolsables para la implementación de proyectos pilotos		✓	
<b>Medidas de capacidad institucional y organizativa</b>				
6	Empoderamiento a los GADs para implementar proyectos desde la zona de influencia	✓	✓	
7	Realizar campañas de difusión del plan de manejo ambiental para el manejo de los desecho sólidos y líquidos, y de las normativas y directrices que deben ser implementadas, controladas y sancionadas por los GADs		✓	✓
<b>Medidas técnicas</b>				
8	Fortalecer la transferencia y difusión de tecnología al promover proyectos pilotos y proyectos de investigación y desarrollo realizados por empresas consultoras, universidades y demás empresas relacionadas con la construcción y operación de este tipo de sistemas.		✓	✓
9	Fortalecer y promover la organización y asociatividad que garantice la cantidad de desecho requerido para que los biodigestores sean eficientes.	✓		
<b>Medidas de calificación humana</b>				
10	Instalación de plantas pilotos de digestión anaeróbica como herramienta para apoyar y fortalecer los programas de capacitación y elevar el nivel de competencia técnica de los interesados al permitirles afianzar sus conocimientos con la observación directa de una experiencia real	✓	✓	
11	Programas de capacitación para generar conciencia ambiental			
12	Capacitación a los productores, orientada a la operación y manejo de sistemas de digestión anaeróbica		✓	

Una vez definidas las medidas necesarias para implementar, difundir y transferir la tecnología de digestión anaerobia a mediana escala, se elabora el plan de acción en el cual se incluye la siguiente información (UNDP, 2010):

- **Medida:** aquí se presentan las medidas identificadas para las barreras de origen.
- **Prioridad:** prioridad de la medida. Rango: de borde o *killer* (1), muy importante (2), o recomendada (3).
- **Objetivo:** se plantea por qué es importante la medida.

- **Responsable:** Entidades implementadoras, quienes debe realizar la acción.
- **Acción:** se presenta cómo y qué acción se debe implementar para superar la medida.
- **Plazo:** plazo en el que se debe ejecutar la acción. Calendario.
- **Indicadores:** supervisión, informes y verificación para la medida.
- **Costo estimado:** el costo estimado de implementación de la medida.
- **Financiamiento:** cómo puede ser financiada la medida.
- **Riesgo:** indicador del riesgo de la acción. Rango: alto (1), medio (2) o bajo (3).

Para definir los valores de los diferentes parámetros para cada medida se revisó la importancia de cada medida para la ejecución del plan de acción. El análisis consiste en la elaboración de las respuestas a las preguntas específicas: ¿por qué la medida es importante?, ¿cómo se debe ejecutar la medida?, ¿quién debe hacerlo?, ¿hasta cuándo debe hacerse?, ¿cómo se comprueba que se ha tomado la acción?, y ¿cómo puede financiarse la medida?

Adicionalmente, hay parámetros cuantitativos como la prioridad y el riesgo. La definición de estos parámetros es más subjetiva y requiere de la comparación entre las diferentes medidas. Es así como se define como prioridades de borde a aquellas que son esenciales para implementar la tecnología. Las medidas de prioridad 2 y 3 son aquellas que se consideran muy importantes y recomendadas para la implementación de la tecnología. El riesgo se establece considerando la probabilidad que la acción no sea exitosa o no se logre superar la medida (riesgo 1). Una medida de bajo riesgo es aquella que no ocasionará repercusiones negativas si su ejecución no es exitosa o no se realiza. Mientras que una medida de alto riesgo tiene un efecto directo en el éxito de la medida.

Los parámetros de estimación de costos y financiamiento hacen referencia al capital necesario y el origen de los mismos, para la implementación de la medida. En el caso que la medida pueda ser superada por políticas estatales o locales, e involucra la colaboración de servidores públicos, no se requiere de un aporte monetario directo, sino la asignación de personal interno para su implementación. Por otro lado, para la ejecución de proyectos, contratación de consultorías y capacitaciones se necesita contar con un aporte monetario el cual ha sido estimado de acuerdo a la experiencia del equipo consultor. La financiación de estos aportes puede ser de origen público nacional o a partir de fondos internacionales. Se considera que los fondos para los estudios, consultorías, programas de capacitación y para la ejecución de los proyectos piloto y demostrativos deben ser públicos o de fuentes internacionales. Una vez que las tecnologías se hayan probado en las zonas de interés y los beneficiarios estén en capacidad de implementar sus propios sistemas, se puede empezar en buscar fondos privados.

Esta información se encuentra condensada en la matriz de la Tabla 31. Cabe recalcar que las medidas se encuentran organizadas de acuerdo a la clasificación de la barrera habilitante, como se encontraban en las Tabla 29 y Tabla 30. Se debe observar que las medidas que tienen una evaluación al riesgo de 1 son aquellas que son indispensables

para la implementación, despliegue y difusión de la tecnología de digestión anaerobia a pequeña escala. Estas acciones son: generar políticas adecuadas para la ejecución de estos proyectos, contratar I&D+i de digestores con universidades, consultorías y demás instituciones que puedan generar conocimiento, generación de fondos para implementar mínimo dos proyectos, capacitar a productores en esas plantas.

**Tabla 31: Matriz del plan de acción para la implementación de la tecnología de digestión anaerobia a mediana escala**

Medida	Prioridad	Objetivo (¿Por qué?)	Responsable (¿Quién?)	Acción (¿Cómo?)	Plazo	Supervisión, informes y verificación	Costo estimado	Financiamiento	Riesgo	
<b>Económica y financiera</b>										
1-3	2	Reducción de la carga tributaria como política de incentivos en producciones que hayan adoptado tecnologías ambientales para el manejo de sus desechos	Compensar las fallas en el mercado, impulsando a medianos y pequeños productores que manejen sus propios desechos	Ejecutivo / SRI / MAGAP / MAE	Crear decreto ejecutivo o resolución ministerial para impulsar a medianos y pequeños productores que manejen sus propios desechos	2014	Decreto ejecutivo y resolución ministerial que evidencie incentivos ambientales	Aporte no monetario	Costo interno Ejecutivo/ MAGAP / MAE	3
<b>Política – legal – regulatoria</b>										
4	1	Generar políticas para impulsar proyectos ambientales a nivel nacional	Establecer políticas claras para favorecer proyectos ambientales y difundirlas entre productores, empresarios e investigadores	Ejecutivo / SENPLADES / MAE / MAGAP	Difundir políticas existentes para impulsar proyectos ambientales y publicación de políticas adicionales en caso necesario	2014	Verificación de políticas ambientales (ENCC y PNMCC en proceso) y su divulgación entre interesados	Aporte no monetario	Costo interno Ejecutivo / SENPLADES / MAE / MAGAP	1
<b>Fallas del mercado</b>										

Medida	Prioridad	Objetivo (¿Por qué?)	Responsable (¿Quién?)	Acción (¿Cómo?)	Plazo	Supervisión, informes y verificación	Costo estimado	Financiamiento	Riesgo		
5		Subvencionar parte de la inversión con fondos no reembolsables para la implementación de proyectos pilotos	1	Crear estímulos para ejecutar proyectos ambientales con altos costos de inversión. Apoyo en preparación de propuestas a proyectos de entidades internacionales con fondos para mitigación al CC	MCPEC / GADS / MAGAP / MAE	Generación de fondos no reembolsables para co-financiar proyectos ambientales y capacitación a beneficiarios	2017	Generación de programas y líneas de crédito para proyectos ambientales	\$ 1'200.000	Fondos públicos concursables nacionales o internacionales	1
<b>Capacidad institucional y organizativa</b>											
6		Empoderamiento a los GADs para implementar proyectos desde la zona de influencia	1	GADs tienen rectoría sobre proyectos locales y capacidad de ejecución de proyectos	MCPEC / GADS / MAE /MAGAP	Implementar mínimo dos proyectos de DAME en zonas priorizadas (Lloa y Santo Domingo) en marco de ENCC	2017	Supervisión e informes en ejecución de proyectos	\$ 800.000	Fondos públicos concursables nacionales o internacionales	1

Medida		Prioridad	Objetivo (¿Por qué?)	Responsable (¿Quién?)	Acción (¿Cómo?)	Plazo	Supervisión, informes y verificación	Costo estimado	Financiamiento	Riesgo
7	Realizar campañas de difusión del plan de manejo ambiental para la gestión de los desecho sólidos y líquidos, y de las normativas y directrices que deben ser implementadas por los GADs	1	Divulgar la normativa ambiental y los impactos ambientales que genera el mal manejo de los desechos	SENESCYT / MAE / GADs / Ejecutivo (Secretaría de Comunicación)	Campañas de difusión de normativa y contaminación ambiental	2014	Evaluación de encuestas y estudios poblacionales	\$ 72.000	Presupuesto General del Estado / Fondos MAE, SENESCYT	2
<b>Técnica</b>										
8	Fortalecer la transferencia y difusión de tecnología al promover proyectos pilotos y proyectos de investigación y desarrollo realizados por empresas consultoras, universidades y demás empresas relacionadas con la construcción y operación de este tipo	1	Promover la investigación y desarrollo nacional para proyectos ambientales y de manejo de desechos	SENESCYT / MAE	Creación de fondos para proyectos de I+D+i	2017	Informes de proyectos, plantas pilotos, seminarios	\$ 2'500.000	Presupuesto General del Estado / Fondos SENESCYT, MAE	1

Medida		Prioridad	Objetivo (¿Por qué?)	Responsable (¿Quién?)	Acción (¿Cómo?)	Plazo	Supervisión, informes y verificación	Costo estimado	Financiamiento	Riesgo
	de sistemas.									
9	Fortalecer y promover la organización y asociatividad para garantizar la cantidad de desecho requerido en biodigestores	1	Beneficios relacionados con asociación y economía a escala para pequeños productores	MCP / GADs	Crear beneficios /incentivos en insumos, equipo y precio de venta de productos para asociaciones	2017	Informe con estadísticas de números de miembros en asociaciones	Aporte no monetario	Costo interno ejecutivo	3
<b>Calificación humana</b>										
10	Instalación de planta piloto de digestión anaeróbica como herramienta de apoyo y fortalecimiento en programas de capacitación y elevar el nivel de competencia técnica de interesados	1	Proveer a productores y demás interesados de un planta demostrativa para capacitación y conocer tecnología	MAE / MAGAP / GADs / MCPEC	Construcción de planta demostrativa de digestión anaerobia	2017	Informe sobre operación de planta demostrativa de digestión anaerobia	Ver 6	Fondos públicos concursables nacionales o internacionales	1
11	Programas de capacitación para generar conciencia ambiental	1	Generar conciencia ambiental en la población en general por medio de programas de difusión	MAE / MAGAP (ERAS) SECAP / SETEC	Programas de capacitación masiva en radio, televisión, capacitaciones a	2015	Evidencias de programas de capacitación	\$ 300.000	Presupuesto General del Estado / Fondos	1

Medida		Prioridad	Objetivo (¿Por qué?)	Responsable (¿Quién?)	Acción (¿Cómo?)	Plazo	Supervisión, informes y verificación	Costo estimado	Financiamiento	Riesgo
					través de ERAS, SECAP y demás medios				instituc.	
12	Capacitación a los productores, orientada a la operación y manejo de sistemas de digestión anaeróbica	1	Productores desconocen las tecnologías ambientales y necesitan capacitarse	SENECYT / MAE / MAGAP / GADs	Programas de capacitación	2017	Talleres, seminarios y cursos (1 mensual)	\$ 120.000	Presupuesto General del Estado	2

Los costos estimados para la implementación de la tecnología de digestión anaeróbica en el país y su difusión son de \$ 3'792.000,00, los cuales se desglosan en Tabla 32. Estos costos incluyen los fondos necesarios para construir dos plantas demostrativas a través de proyectos de los GADs en las dos zonas que priorizaron la tecnología (Lloa ganado bovino y Santo Domingo porcicultores). Estas plantas se utilizarán como plantas demostrativas para capacitaciones a productores. Además se crean fondos para co-financiar proyectos de digestión anaerobia a través de fondos concursables, así como programas de investigación, desarrollo e implementación y campañas de concientización a la población en general. En la Tabla 32 se encuentran detallados los costos necesarios para ejecutar el plan de acción para la tecnología de digestión anaerobia a mediana escala.

**Tabla 32: Estimación de los costos del plan de acción para la tecnología de digestión anaerobia a mediana escala**

No.	Acciones	Responsable	Plazo	Financiamiento	Costo unitario USD	Cantidad / año	Costo estimado USD
5	Generación de fondos no reembolsables para co-financiar proyectos ambientales y capacitación a beneficiarios	MCPEC / GADS / MAE /MAGAP	2017	Fondos Concursables / Presupuesto General del Estado	100.000	10	1'000.000
6	Implementar mínimo dos proyectos de DAME en zonas priorizadas (Lloa y Santo Domingo) en marco de ENCC	MCPEC / GADS / MAE /MAGAP	2017	Fondos Concursables / Presupuesto General del Estado	400.000	2	800.000
7	Campañas de difusión: Encuestas y estudios poblacionales	SENESCYT / MAE / GADs /Secr. Comunicación	2014	Presupuesto General del Estado / Fondos MAE, SENESCYT	12.000	6	72.000
8	I+D+i: Informes de proyectos, plantas pilotos, seminarios	SENESCYT / MAE / GADs	2017	Presupuesto General del Estado / Fondos SENESCYT	300.000	5	1'500.000

10	Construcción de una planta demostrativa de digestión anaerobia	MAE / MAGAP / GADs / MCPEC	2017	Fondos Conkursables nacionales e internacionales/ Presupuesto General del Estado	400.000	0	0
11	Programas de capacitación sobre conciencia ambiental	MAE / MAGAP / ERAS / CECAP / SETEC	2015	Programas de capacitación masiva en radio, televisión, capacitaciones a través de ERAS, CECAP y demás medios	50.000	6	300.000
12	Capacitaciones: Talleres, seminarios y cursos (1 mensual)	SENESCYT / MAE / MAGAP / GADs	2017	Presupuesto General del Estado / Fondos MAE, SENESCYT	10.000	12	120.000
<b>TOTAL</b>					<b>3'792.000</b>		

## 6.3. PLAN DE ACCIÓN PARA LA TECNOLOGÍA DE COMPOSTAJE

### 6.3.1. Descripción de la tecnología de compostaje

El compostaje es una tecnología de tratamiento de desechos a través en de la cual, la materia orgánica es estabilizada por acción microbiana y convertida en compost, un abono natural, rico en nutrientes y de fácil aplicación en los cultivos. Al ser un proceso biológico, el compostaje depende directamente del crecimiento y la actividad de los distintos microorganismos (bacterias, actinomicetos y hongos). Su fuente de nutrientes y energía son los mismos desechos, que son sometidos a un proceso bio-oxidativo de sustancias, que combinan la fase mesofílica (15-45°C) y la termofílica (45-70°C), para transformar los residuos orgánicos (Moreno Casco & Moral Herrero, Compostaje, 2008). Los sustratos más comunes son desechos orgánicos, subproductos de actividades agrícolas y/o ganaderas.

El pre-tratamiento de los desechos consiste en recepción, clasificación, reducción de tamaño y humidificación. El material es degradado (fermentado) por acción microbiana a compost. El proceso de fermentación puede llevarse a cabo bajo condiciones anaerobias o

aerobias, siendo esta última la utilizada con mayor frecuencia, pues acelera el proceso de descomposición, elevando la temperatura necesaria para la destrucción de los patógenos presentes en los desechos (Metcalf & Eddy, 2003). El oxígeno requerido se suministra ya sea por aireación pasiva o por aireación forzada. La primera se debe a la difusión molecular y el movimiento natural del aire (viento y convección térmica). La segunda tiene lugar por el uso de ventiladores, o a través de la succión del aire que se mueve a través de los materiales de compostaje.

Para obtener un material homogéneo se debe mezclar / voltear el material hasta llegar al último paso de maduración en el que la tasa de degradación decrece y la temperatura disminuye. El tiempo de residencia necesario hasta alcanzar a tener un compost maduro se encuentra entre 6 y 10 semanas. Lo cual requiere de mucho espacio.

Se recomienda hacer la implementación del proceso de compostaje a pequeña escala, ya que la inversión de maquinaria necesaria para voltear las pilas de compost a gran escala es muy alto. El sistema más simple es la compostera que puede ser a nivel casero. Este sistema permite la elaboración de compost en cantidades moderadas. Generalmente, se trata de recipientes sencillos de bajo costo y fácil manejo. La mezcla de los desechos se realiza de forma manual utilizando herramientas simples como una pala. El tiempo de compostaje es variable dependiendo de las condiciones de aireación, temperatura, humedad y mezclado que se proporcionen al sistema.

Si se dispone de una cantidad mayor de desechos, se recomienda el sistema de pilas o hileras volteadas, las cuales deben ser volteadas periódicamente para permitir la aireación del material en descomposición. En esta etapa se debe tener un control permanente de la humedad, temperatura y aireación de los desechos para asegurar un proceso exitoso. Por último, la descomposición decrece y la temperatura disminuye hasta alcanzar condiciones ambientales. En este punto la materia orgánica ha alcanzado su estabilidad y se encuentra listo para ser aplicado en los cultivos o vendido en el mercado como un abono rico en macro- y micro-nutrientes. Para asegurar un proceso exitoso, las partes interesadas tienen que entender el proceso y conocer la importancia de la aireación y humedad, así como guiarse por la temperatura.

A pequeña escala, las partes interesadas tienen que trabajar en mantener la calidad del compost adecuada. A mediana escala se necesita contratar uno a dos operarios que volteen, humedezcan y controlen el nivel de madurez del compost regularmente. El compostaje tiene un impacto positivo para las comunidades de interés ya que es una forma muy simple de tratar los desechos ganaderos sólidos.

Compost a mediana escala y con un adecuado control de calidad tiene un alto valor comercial a nivel agrícola y doméstico. Sin embargo, es fundamental tecnificar de tal forma el proceso que se asegure una sanitización del compost. Esto no se puede hacer a nivel de traspatio u hogares.

El sistema de compostaje aireado reduce la cantidad de  $CH_4$ . La reducción directa de las emisiones de GEI es de  $8,66E+06$  toneladas de  $CO_{2-eq}$  / ton desecho. Esta es la cantidad de GEI que estos desechos producirían sin el tratamiento y la aireación adecuada (CTT-USFQ,

2012). La reducción de emisiones de GEI esperada con la aplicación de esta tecnología se presenta en el siguiente capítulo. Además con el uso de compost se reducen los requerimientos de fertilizantes nitrogenados y por ende las emisiones de N<sub>2</sub>O. La descripción detallada de la tecnología de compostaje se presenta en el Informe I de Evaluación de las Necesidades Tecnológicas Anexo 1 de este proyecto (CTT-USFQ, 2012). Una ventaja de esta tecnología es que prácticamente no tiene limitaciones con respecto a la cantidad de desechos disponible. Se puede implementar en sistemas caseros y tan pequeños como una sola vaca o porcino, hasta sistemas con una gran densidad de ganado de 100 cabezas o más, o producciones avícolas con hasta 5000 pollos. Lo único que se debe considerar es el espacio necesario para almacenar los desechos por lo menos 8 semanas hasta que el compost haya madurado. Lo cual puede llegar a ser una limitación importante. Se recomienda aplicar la tecnología de compostaje para desechos en fase sólida, con lo cual no se generan lixiviados. Si se desean tratar desechos líquidos se van a tener muchas dificultades con el manejo de los lixiviados, lo cual puede requerir un tratamiento de aguas residuales o la implementación de sistemas de digestión anaerobia o aerobia hasta estabilizar los lodos. Una vez estabilizados biológicamente los lodos y asegurándose que no contengan contaminación patógena o tóxica, pueden ser utilizados como purines para la fertilización de suelos.

### **6.3.2. Objetivos de la transferencia y difusión de la tecnología de compostaje**

El compostaje es una tecnología muy conocida para el manejo de desechos orgánicos y ha sido ampliamente utilizada en todo el mundo. Su implementación no requiere de alta tecnología ni de inversiones excesivamente altas. Sin embargo, dado el largo tiempo de maduración necesario para asegurar una estabilización completa de la materia orgánica, se requiere de una gran área para ubicar las pilas o hileras. Además el material en proceso de compostaje debe estar bien aireado para asegurar una degradación completa, lo cual requiere de mano de obra o de maquinaria de trabajo para voltear las pilas de forma manual o automática. Otra alternativa es ubicar mangueras dentro de las hileras para generar flujo forzado en el interior de las mismas, lo cual aumenta los costos de inversión.

Las zonas en donde se prioriza esta tecnología están conformadas por producciones dispersas con baja capacidad de organizarse o desarrollar proyectos en conjunto. Por esta razón, se planea que cada producción ganadera o explotación avícola instale su propia compostera para tratar los desechos que se generan en su explotación. Dada estas circunstancias, la inversión que debe realizar cada productor es considerable, ya que no solo tiene que disponer del espacio necesario para almacenar entre 6 a 10 semanas de desechos, sino que debe preparar un piso aislado que no permita lixiviación de purines en las aguas subterráneas y suelos. Preferiblemente debe construir un techo o por lo menos adquirir una membrana lo suficientemente grande para cubrir las pilas. Aunque esta práctica no es muy apreciada porque impide la aireación adecuada. Además necesita de mano de obra y maquinaria para voltear las pilas semanalmente. Los purines o lixiviados de las composteras pueden ser utilizados para humedecer el material y mantenerlo en las condiciones adecuadas para la degradación.

El objetivo general de la transferencia y difusión de la tecnología de compostaje se alinea asimismo con la visión de la Estrategia Nacional de Cambio Climático de Ecuador de “crear condiciones favorables para la adopción de medidas que reduzcan emisiones de GEI y aumentar los sumideros de carbono en los sectores estratégicos” (Ministerio del Ambiente, 2012). Para alcanzar este objetivo general se establecen tres momentos de ejecución: 2014, 2017 y 2025.

Los objetivos específicos se ajustan a los mismos momentos para la implementación de la tecnología de compostaje:

- Para el 2014 crear el marco legal y normativo para promover e incentivar proyectos de compostaje. Además se deben crear cursos de capacitación para productores y funcionarios de los GADs y demás involucrados en tecnologías ambientales. Con la finalidad de crear conciencia ambiental en la población, se deben impulsar campañas de difusión en general de la normativa ambiental.
- Para el año 2015 haber implementado las primeras composteras en las zonas de estudio.
- Se espera que hasta el 2017 los GADs puedan proveer a los productores con un manual de operación y procedimiento para aplicar esta tecnología de forma fácil y planificada, y así cumplir con los requerimientos de la licencia ambiental otorgada por el Ministerio del Ambiente y requisito para poder tener producciones avícolas, porcinas o bovinas.
- Finalmente, el objetivo es que para el año 2025 todos los pequeños productores hayan obtenido sus licencias ambientales gracias a la aplicación de esta u otras tecnologías ambientales.

La mitigación al cambio climático expresada en términos de la reducción de emisiones de GEI que se puede alcanzar aplicando esta tecnología puede ser estimada de la siguiente forma. Por ejemplo, al aplicar la tecnología de compostaje en el cantón de Santo Domingo para 100 producciones avícolas con 2 000 pollitos en promedio, las cuales deben limpiar las camas de los pollos cada 6 semanas, las reducciones totales de GEI son al año 1,69E+12 toneladas de CO<sub>2-eq</sub>. Esta tecnología no da como resultados una fuente de energía renovable, por lo cual no se pueden calcular ni las emisiones con exactitud ni se cuantificar la producción energética.

### **6.3.3. Identificación de las barreras y entorno habilitante para la adopción de la tecnología de compostaje**

Las zonas que priorizaron la tecnología de compostaje son los productores de ganado bovino en Quijos y Manabí, los porcicultores en Quijos y los avicultores en Santo Domingo. Las cuatro zonas tienen en común que sus explotaciones están dispersas y alejadas de otras producciones, que las asociaciones se encuentran debilitadas y sin poder de ejecución de proyectos, y que el manejo de los desechos generados en sus producciones es irregular. Esto se origina por dificultades en el manejo de los desechos en la estación de lluvia, por

los ciclos de producción o, simplemente, porque la recolección se hace de forma irregular. Por estas razones la aplicación de la tecnología de compostaje tiene un gran potencial en estas zonas, ya que las pilas se manejan de forma individual, y no necesitan de un control muy estricto.

Las entidades e instituciones identificadas por los participantes de las cuatro zonas como de entorno habilitante y que estarían involucradas en la transferencia de tecnología son las siguientes. Como entidades ejecutores se encuentran:

- Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP)
- Ministerio del Ambiente (MAE)
- Gobiernos Autónomos Descentralizados (GADs) de cada zona: Quijos, Santo Domingo y Manabí.
- Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia y Tecnología (SENESCYT)
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (ENPLADES)
- Escuelas de Revolución Agraria (ERAS)
- Servicio Ecuatoriano de Capacitación Profesional (SECAP)

Y como entidad reguladora y que define la dirección del desarrollo a través de las políticas adecuadas:

- el Gobierno Central, Función Ejecutiva
- Ministerio de Finanzas (MF)
- Ministerio Coordinador de la Política (MCP)
- Servicio de Rentas Internas (SRI)

Las barreras identificadas por cada zona fueron sintetizadas y agrupadas de acuerdo a las cuatro categorías: económicas y financieras, políticas, socio – culturales y tecnológicas. El detalle de las barreras en cada zona se puede encontrar en el Informe II de Análisis de Barreras y Entorno Habilitante de este proyecto (CTT-USFQ-II, 2012). El siguiente paso en el análisis de barreras y entorno habilitante consiste en el análisis de causa – efecto de las barreras identificadas en las cuatro categorías. Para esto se utiliza el método de árbol de problema, el cual se encuentra detallado para cada categoría en el Informe II de Análisis de Barreras y Entorno Habilitante (CTT-USFQ-II, 2012).

El problema raíz de las barreras económicas y financieras es, al igual que para la tecnología de digestión anaerobia a mediana escala, los *escasos recursos económicos*. Este problema genera baja rentabilidad de las producciones y en consecuencia desinterés por nuevas inversiones. Y las causas para este problema se dividen en: causas relacionadas con los costos de producción y causas relacionadas con los precios de venta. La barrera habilitante relacionadas con costos es la falta de políticas financieras favorables para proyectos ambientales, entre las cuales se encuentran altos intereses, falta de líneas de créditos, altos costos de transacciones, entre otros. Y la barrera habilitante relacionada a los precios es la

elaboración del marco político y legal adecuado para superar los defectos en la cadena de comercialización y falta de estímulos e incentivos para sobrellevar los bajos precios.

El problema raíz de las barreras políticas es la *falta de apoyo institucional*, con las barreras habilitantes: Centralización, falta de empoderamiento de los GADS y desconocimiento de las competencias de cada institución ocasionada por las frecuentes reestructuraciones de los últimos años.

En las barreras socio – culturales se tiene a la *dificultad en crear economías populares y solidarias* como el problema raíz. Las barreras habilitantes que se identifican son: el desinterés de los propietarios y el mal manejo de políticas locales. Y finalmente el problema raíz de la barrera tecnológica es la *falta de la elaboración de un plan de manejo ambiental*, el cual está sujeto al desconocimiento o la falta de directrices y normativas claras, la falta de aplicación de normas ambientales y las respectivas sanciones, y, finalmente, la falta de capacitación en temas ambientales.

Con estos problemas raíces y barreras habilitantes, se prosigue a evaluar la categoría o tipo de las barreras habilitantes para poder planificar de mejor manera las acciones y medidas necesarias para superar estas barreras. En la Tabla 33 se presentan las barreras habilitantes a los cuatro problemas raíces y la clasificación a la cual pertenecen estas barreras. En este caso llama la atención que se encuentran dos barreras relacionadas a las categorías política – legal – regulatoria, fallas del mercado, de capacidad institucional y organizativa, técnica y calificación humana. Mientras que las categorías económica y financiera, fallas en la red cuentan con una barrera cada una.

**Tabla 33: Identificación de la categoría de las barreras habilitantes para la tecnología de compostaje**

<b>Barreras económicas y financieras</b>	
1	Falta de políticas financieras favorables para proyectos ambientales
<b>Barreras políticas – legales - regulatorias</b>	
2	Centralización para elaboración de tramites
3	Mal manejo de políticas locales
<b>Barreras de falla de mercado</b>	
4	Superar defectos en cadena de comercialización
5	Falta de estímulos e incentivos

<b>Barreras de capacidad institucional y organizativa</b>	
6	Falta de empoderamiento de GADs
7	Desconocimiento de competencias institucionales
<b>Barreras técnicas</b>	
8	Falta de aplicación de normas ambientales y sanciones
9	Falta de capacitación para manejo ambiental
<b>Barreras de calificación humana</b>	
10	Desconocimiento de directrices y normativa ambiental
11	Desconocimiento de tecnología de compostaje
<b>Barreras de fallas en la red</b>	
12	Desinterés de propietarios por adecuado manejo ambiental

#### **6.3.4. Plan de acción propuesto para la adopción de la tecnología de compostaje**

Para poder realizar el plan de acción de la tecnología de compostaje es necesario definir las medidas necesarias para superar las barreras habilitantes. Durante los talleres realizados con las partes interesadas, se sugirieron medidas para cada una de las barreras identificadas. Sin embargo, estas medidas necesitan ser sintetizadas y agrupadas, para posteriormente ser consideradas en la elaboración del análisis de causa - efecto. En la Tabla 34 se presentan las medidas necesarias para superar las barreras habilitantes y así poder superar los problemas raíces. Estas medidas son utilizadas posteriormente para elaborar el plan de acción tecnológico. Cabe recalcar que algunas medidas se repiten para superar barreras diferentes. Además se presenta el tipo de aceleración que se espera alcanzar con las diferentes medidas. Se puede observar que la mayoría de las medidas son de tipo de aceleración de despliegue. Esto se debe a que la tecnología es madura y no se necesita realizar mucha investigación o desarrollo, sino poner énfasis en su despliegue para continuar con la difusión por medio de incentivos de diferente índole.

**Tabla 34: Medidas identificadas para la superación de las barreras habilitantes para la tecnología de compostaje**

Medidas		Tipo de aceleración	I&D+i	Despliegue	Difusión
<b>Medidas económicas y financieras</b>					
1	Disponibilidad de líneas de crédito en condiciones blandas: aumento en periodos de gracia, mayores plazos, bajas tasas de interés; o la entrega de fondos no reembolsables para financiar proyectos piloto de alto riesgo			✓	
<b>Medidas políticas – legales - regulatorias</b>					
2	Simplificación de los trámites del sector público y la descentralización en la obtención de documentos			✓	
3	Capacitación de funcionarios y control ciudadano para evaluar continuamente los progresos logrados			✓	✓
<b>Medidas de falla de mercado</b>					
4 5	Establecer como política pública apoyar a la producción ambientalmente responsables a través de incentivos, estímulos fiscales, como exención de impuestos, o subsidios al costo de los insumos, o con mejores precios por estos productos			✓	✓
<b>Medidas de capacidad institucional y organizativa</b>					
6	Empoderamiento y capacitación de autoridades locales (GADs) para la elaboración de proyectos y brindar mayor apoyo a los productores locales		✓	✓	
7	Coordinar las actividades entre las diferentes instituciones del sector público, mediante la clara designación de obligaciones y responsabilidades			✓	
<b>Medidas técnicas</b>					
8	Realizar campañas de difusión del plan de manejo ambiental para el manejo de los desecho sólidos y líquidos, y de las normativas y directrices que deben ser implementadas, controladas y sancionadas por los GADs				✓
9	Capacitación destacando la importancia de la participación activa de los beneficiarios en el proceso de enseñanza-aprendizaje con cursos gratuitos y certificación para la gestión de residuos			✓	
<b>Medidas de calificación humana</b>					
10	Promover mayor participación ciudadana en coordinación con las		✓	✓	

– 11	diferentes instituciones relacionadas en la elaboración de soluciones a los problemas ambientales, sociales y económicos a través de proyectos, capacitaciones y participación			
<b>Medidas de fallas en la red</b>				
12	Incentivar la creación de asociaciones de pequeños productores a través de políticas de facilitación de créditos, venta de insumos, mejorar el precio de sus productos		✓	✓

Una vez definidas las medidas necesarias para implementar, difundir y transferir la tecnología de compostaje, se elabora el plan de acción basado en las diez medidas a las barreras de origen. Las columnas de la matriz están ordenadas de la misma manera que la matriz para la tecnología de digestión anaerobia y la explicación de cada campo se encuentra en el capítulo 1.2.4. En la matriz de la Tabla 35 se encuentran las medidas organizadas de acuerdo a la clasificación de la barrera habilitante y se condensa la información del plan de acción. Cabe recalcar que para poder mantener el vínculo entre las barreras y las medidas más fácilmente, se ha mantenido la numeración original.

Las acciones con un riesgo de uno son aquellas que son imprescindibles para la ejecución del proyecto. Es así que se encuentran acciones de riesgo uno, como generación de programas y líneas de crédito, generación de programas de capacitación para productores con sistemas de compostaje reales y operativos y construcción de sistemas de compostaje en las cuatro zonas que seleccionaron esta tecnología.

**Tabla 35: Matriz del plan de acción para la implementación de la tecnología de compostaje**

Medida	Prioridad	Objetivo (¿Por qué?)	Responsable (¿Quién?)	Acción (¿Cómo?)	Plazo	Supervisión, informes y verificación	Costo estimado	Financiamiento	Riesgo	
<b>Económica y financiera</b>										
1	Disponibilidad de líneas de crédito en condiciones blandas: aumento en periodos de gracia, mayores plazos, bajas tasas de interés; o la entrega de fondos no reembolsables para financiar proyectos de manejo de desechos	1	Estimular la ejecución de proyecto ambientales con incentivos para la inversión	Ejecutivo / MF/ MAE	Generación de programas y líneas de crédito para proyectos ambientales	2014	Decreto ejecutivo y resolución ministerial que evidencie la incorporación de líneas de crédito	\$ 1'000.000	Presupuesto general del estado / MF / Fondos concursables	1
<b>Política – legal – regulatoria</b>										
2	Simplificación de los trámites del sector público y la descentralización en la obtención de documentos	2	Excesiva burocracia en trámites del sector público y gestiones centralizadas	GADS / SENPLADES / MCDS	Empoderar y delegar a Municipios / GADs	2014	Planes de trabajo para reducir burocracia	Aporte no monetario	Costo interno GADS / MCDS	3
3	Capacitación de funcionarios y control ciudadano para evaluar continuamente los progresos logrados en la	1	Preparar a funcionarios para ejecución de proyectos y evitar mal manejo de políticas	SENPLADES / GADs / MAGAP	Cursos de capacitación para funcionarios en tecnologías	2014	Control ciudadano	\$ 320.000	Presupuesto general del estado / MF /	2

Medida		Prioridad	Objetivo (¿Por qué?)	Responsable (¿Quién?)	Acción (¿Cómo?)	Plazo	Supervisión, informes y verificación	Costo estimado	Financiamiento	Riesgo
	creación de economías populares y solidarias		locales o definir competencia de políticas		ambientales, administración pública, etc.				SENPLADES	
<b>Fallas del mercado</b>										
4-5	Establecer como política pública apoyar a la producción ambientalmente responsables a través de incentivos, estímulos fiscales, o exoneración de impuestos, o subsidios al costo de los insumos, o con mejores precios por estos productos	2	Propiciar proyectos ambientales e incentivar a producciones que manejen sus desechos	Ejecutivo / MF/ MAE	Generación de programas y líneas de crédito para proyectos ambientales	2014	Decreto ejecutivo y resolución ministerial que evidencie la incorporación políticas de apoyo a proyectos ambientales	Ver 1	Presupuesto general del estado / MF	1
<b>Capacidad institucional y organizativa</b>										
6	Empoderamiento y capacitación de autoridades locales (GADs) para la elaboración de proyectos y apoyar a los productores locales	1	Preparar a funcionarios para ejecución de proyectos y apoyo a productores	SENPLADES / GADs / MAGAP	Cursos de capacitación en administración pública para funcionarios con implementación de tecnologías	2014	Informes de monitoreo de cursos de capacitación	Ver 3	Presupuesto General del Estado / MF/ SENPLADES	3

Medida		Prioridad	Objetivo (¿Por qué?)	Responsable (¿Quién?)	Acción (¿Cómo?)	Plazo	Supervisión, informes y verificación	Costo estimado	Financiamiento	Riesgo
					ambientales					
7	Coordinar las actividades entre las diferentes instituciones del sector público, mediante la clara definición de obligaciones y asumiendo responsabilidades	1	Falta coordinación interinstitucional ocasionada por reestructuraciones	Ejecutivo / Ministerios Coordinadores (MCP, MCPEC)	Mediante asignación de rectorías, actividades y responsabilidades de cada Ministerio evitando cruce de funciones	2014	Control ciudadano e informe de monitoreo	Aporte no monetario	Presupuesto General del Estado	3
<b>Técnica</b>										
8	Realizar campañas de difusión del plan de manejo ambiental para la gestión de los desechos sólidos y líquidos, y de las normativas y directrices que deben ser implementadas por los GADs	1	Difundir el conocimiento de normativa e impactos ambientales y requerimiento para plan de manejo ambiental entre productores	SENECYT / MAE / MAGAP / GADs /	Campañas de difusión de normativa y contaminación ambiental	2014	Informe de evaluación	\$ 72.000	Presupuesto General del Estado / Fondos MAE, SENECYT, MAGAP	1

Medida		Prioridad	Objetivo (¿Por qué?)	Responsable (¿Quién?)	Acción (¿Cómo?)	Plazo	Supervisión, informes y verificación	Costo estimado	Financiamiento	Riesgo
9	Capacitación en tecnología de compostaje, destacando la importancia de la participación activa de los beneficiarios con cursos gratuitos y certificación para la gestión de residuos	2	Productores desconocen aplicación de tecnología de compostaje y no tienen ejemplos donde aprender	MAGAP / MAE / ERAS / AGROCALIDAD	Generación de programas de capacitación para productores con sistemas de compostaje reales y operativos	2015	Informe de evaluación	\$ 120.000	Presupuesto General del Estado / Fondos concursables	1
<b>Calificación humana</b>										
10 – 11	Promover mayor participación ciudadana en coordinación con las diferentes instituciones relacionadas en la elaboración de soluciones a los problemas ambientales, sociales y económicos a través de proyectos, capacitaciones y talleres (p.ej. elaboración de PNMCC)	2	Desconocimiento de la población de las normativas que deben cumplir y de sus obligaciones en el ámbito ambiental	SENPLADES / SENESCYT / MAE / GADs	Creación de cursos, talleres y mesas de diálogo, etc.	2014	Evidencia de talleres, seminarios, etc.	\$ 30.000	Presupuesto General del Estado / Fondos MCDS SENESCYT	2
<b>Fallas en la red</b>										

Medida		Prioridad	Objetivo (¿Por qué?)	Responsable (¿Quién?)	Acción (¿Cómo?)	Plazo	Supervisión, informes y verificación	Costo estimado	Financiamiento	Riesgo
12	Incentivar la creación de asociaciones de pequeños productores a través de políticas de facilitación de créditos, venta de insumos, mejorar el precio de sus productos	1	Promover beneficios relacionados con asociación y economía a escala para pequeños productores	MCP/ GADs	Crear beneficios /incentivos en insumos, equipo y precio de venta de productos para asociaciones	2017	Informes de estado de asociatividad	Aporte no monetario	Costo indirecto en presupuesto general del estado	3

Los costos estimados para la implementación y la difusión de la tecnología de compostaje en el país son de \$ 1'542 000,00. Esto incluye la disponibilidad de líneas de crédito para la implementación de sistemas de compostaje en un plazo de 4 años: la construcción de un sistema de compostaje en cada una de las cuatro zonas que priorizaron estos sistemas: Quijos ganado bovino y porcino, Manabí para ganado bovino, y Santo Domingo en explotación avícola incorporado con la capacitación simultánea de los productores de las zonas; y capacitación de servidores público en elaboración de proyectos ambientales. En la Tabla 36 se encuentran detallados los costos necesarios para el plan de acción.

**Tabla 36: Estimación de los costos del plan de acción para la tecnología de compostaje**

No.	Medida	Responsable	Plazo	Financiamiento	costo unitario USD	cantidad	Costo estimado USD
1	Disponibilidad de líneas de crédito en condiciones blandas: aumento en periodos de gracia, mayores plazos, bajas tasas de interés; o la entrega de fondos no reembolsables para financiar proyectos de manejo de desechos	Ejecutivo / MF / MAE	2017	Presupuesto general del estado / MF / Fondos concursables	10.000	100	1'000.000,00
3	Capacitación de funcionarios y control ciudadano para evaluar continuamente los progresos logrados en la creación de economías populares y solidarias	SENPLADES / GADs / MAGAP	2014	Presupuesto general del estado / MF / SENPLADES	20.000	6	120.000,00
4 - 5	Establecer como política pública apoyar a la producción ambientalmente responsables a través de incentivos, estímulos fiscales, o exoneración de impuestos, o subsidios al costo de los insumos, o con mejores precios por estos productos	Ejecutivo / MF / MAE	2014	Presupuesto general del estado / MF	ver 1		-
6	Empoderamiento y capacitación de autoridades locales (GADs) para la elaboración de proyectos y apoyar a los productores locales	SENPLADES / GADs / MAGAP	2014	Presupuesto General del Estado / MF / SENPLADES	Ver 3		-

8	Realizar campañas de difusión del plan de manejo ambiental para la gestión de los desechos sólidos y líquidos, y de las normativas y directrices que deben ser implementadas por los GADs	SENESCYT / MAE / MAGAP / GADs /	2014	Presupuesto General del Estado / Fondos MAE, SENESCYT, MAGAP	12.000	6	72.000,00
9	Capacitación en tecnología de compostaje, destacando la importancia de la participación activa de los beneficiarios con cursos gratuitos y certificación para la gestión de residuos	MAGAP / MAE / ERAS / AGROCALIDAD	2015	Presupuesto General del Estado / Fondos concursables	80.000	4	320.000,00
10 - 11	Promover mayor participación ciudadana en coordinación con las diferentes instituciones relacionadas en la elaboración de soluciones a los problemas ambientales, sociales y económicos a través de proyectos, capacitaciones y talleres (p.ej. elaboración de PNMMC)	SENPLADES / SENESCYT / MAE / GADs	2014	Presupuesto General del Estado / Fondos MCDS SENESCYT	6.000,00	5	30.000,00
<b>TOTAL</b>							<b>1.542.000</b>

## 6.4. PLAN DE ACCIÓN PARA LA TECNOLOGÍA DE DIGESTIÓN ANAEROBIA A PEQUEÑA ESCALA

### 6.4.1. Descripción de la tecnología de digestión anaerobia a pequeña escala

La tecnología de digestión anaerobia se puede aplicar a diferentes escalas, desde sistemas caseros que producen pocos litros de biogás al día y utilizan los desechos de cocina o mascotas, hasta sistemas industrializados que tratan cientos de toneladas de desechos orgánicos al día. Los requerimientos al sistema de biodigestión son muy diferentes en los dos casos. En el primer caso se desea trabajar con material muy económico y de fácil acceso para el ciudadano común, mientras que para el segundo caso se está trabajando con sistemas industrializados, muy complejos y de difícil diseño. Para este caso, el interés radica en los sistemas de digestión anaerobia a pequeña escala. Esto es para pequeñas

producciones de ganados mayores o menores, que cuentan con un número de cabezas de ganados limitado a 40 vacas o 20 puerkas madres, las cuales generan de media a una tonelada de desechos por día. (MAE, 2012).

El proceso a pequeña escala se lleva a cabo en biodigestores artesanales, contruidos con materiales locales, como bolsas de plásticos y tubos de PVC para el transporte de biogás. Esta tecnología funciona, con adaptación adecuada para cada zona, en los climas tropicales, continentales y fríos. Estos reactores pueden ser discontinuos, es decir se cargan una vez y se descargan una vez terminado el proceso, o continuos con alimentación diaria. No requieren de un monitoreo sofisticado ni de inversión en equipos de mezcla ni calefacción. Al operarse rudimentariamente no se requiere capacitación ya que el ganadero puede cargar y descargar el biodigestor. Debido a su operación discontinua y a los bajos costos de inversión, se puede replicar esta tecnología para todas las producciones con ganado a pequeña escala o de traspatio.

El proceso microbiano durante la digestión anaerobia es sumamente complejo y está integrado por múltiples reacciones paralelas y en serie interdependientes. Como todo proceso biológico, la digestión anaerobia se lleva a cabo cuando las condiciones ambientales favorecen las distintas interacciones bióticas. Debido a que en los sistemas a pequeña escala, los parámetros no son monitoreados ni controlados, la producción de biogás es baja, pero se puede utilizar localmente como fuente de energía térmica en cocina o calefacción, sustituyendo al GLP o leña. El efluente es un fertilizante orgánico estabilizado con alto contenido de nutrientes y sustituye el uso de fertilizantes químicos, aumentando la productividad de los cultivos.

Mediante el uso de biodigestores anaerobios se reducen las emisiones de GEI directamente, ya que no solo se captura el  $\text{CH}_4$  que de lo contrario iría a la estratosfera, sino que también se lo puede utilizar como una fuente de energía y por ende reducir indirectamente la contaminación por la reducción de fuentes de energía primarias (leña, GLP). Las reducciones directas de GEI en 1 año son de  $43,5\text{E}+06$  ton de  $\text{CO}_2\text{-eq}$  / ton desecho tratada. Y con esta tecnología no solo se da un manejo a los desechos animales, sino que también se pueden degradar desechos orgánicos vegetales. Y con el uso del fertilizante se aumenta el contenido de humus en los suelos y se reduce el uso de fertilizantes químicos que aportan con la emisión de  $\text{N}_2\text{O}$  por el ciclo de nitrógeno.

Los biodigestores deben ser contruidos cerca de las porquerizas con tuberías que estén conectadas a un sistema de canales desde las porquerizas, de tal manera que todos los desechos que son lavados con agua vayan directamente al biodigestor. Los desechos sólidos y líquidos del ganado porcino pueden ser utilizados como sustratos, siempre y cuando se mezclen con otros residuos agrícolas para alcanzar un balance adecuado de las fuentes de carbono y nitrógeno requeridas por los diferentes microorganismos. La cantidad óptima de desechos para implementar sistemas de digestión anaerobia a pequeña escala varía entre 10 y 100 kg por día, con un máximo de 200 kg por día, lo cual equivale a la producción de desechos de una a cinco, o como máximo diez cerdos. El biol, un fertilizante orgánico es el principal producto de la digestión anaerobia, puede ser utilizado en los potreros o plantaciones para el mejoramiento o renovación del suelo y para obtener productos agrícolas de mejor calidad. Por otro lado, el biogás recuperado de los

biodigestores puede ser utilizado como energía térmica para el calentamiento de los lechones.

#### **6.4.2. Objetivos de la transferencia y difusión de la tecnología de digestión anaeróbica a pequeña escala**

La tecnología de digestión anaerobia a pequeña escala puede ser aplicada para tratar los desechos animales en producciones desde caseras o de traspatio hasta producciones pequeñas de 40 vacas o 30 puercas. Esta tecnología es muy común en países asiáticos. Los costos de su aplicación son bajos, su operación simple y los requerimientos tecnológicos y de capacitación limitados. Estas características hacen la aplicación de esta tecnología muy factible para pequeñas producciones que no disponen de recursos económicos y necesitan de una tecnología económica para el manejo de sus desechos. Al aplicar esta tecnología pueden obtener las licencias y permisos ambientales que exigen el Ministerio del Ambiente para su operación. La desventaja de esta tecnología es que la producción de biogás es baja y la calidad del fertilizante no es constante, ya que no se controlan los parámetros de operación.

A pesar de las ventajas que presenta esta tecnología y de que es conocido entre los ganaderos, su aplicación no se ha difundido en Ecuador. Los pocos intentos que se han realizado no han sido exitosos, por lo que existe resistencia frente a su aplicación. La construcción e implementación inadecuada de estos sistemas no ha hecho posible la utilización energética del biogás y han tenido una vida útil muy corta. A pesar de estas experiencias, se espera poder demostrar que la tecnología es factible.

El objetivo general de la transferencia y difusión de la tecnología de difusión anaerobia a pequeña escala es el mismo que para las tecnologías anteriores, el cual consiste en la creación de las condiciones favorables para la adopción de medidas que reduzcan emisiones de GEI y aumentar los sumideros de carbono en los sectores estratégicos”, como lo plantea la ENCC (Ministerio del Ambiente, 2012)

Los objetivos específicos establecidos en este estudio para la transferencia y difusión de la tecnología de digestión anaerobia a pequeña escala son los siguientes:

- En el 2014 realizar mínimo una consultoría para definir el diseño del sistema de digestión anaerobia a pequeña escala, y que el GAD de la zona de Quijos inicie con la preparación del manual para la obtención de la licencia ambiental.
- Se espera que hasta el año 2017 se hayan desarrollado modelos demostrativos que permitan comprobar la validez de la tecnología, y familiarizar a los productores con la misma. Los GADs pueden brindar soporte proporcionando la tecnología a los productores para la elaboración de los planes de manejo ambiental necesarios para la obtención de licencias y permisos ambientales.

- Una vez disponible la tecnología se espera que hasta el 2020 se hayan implementado exitosamente biodigestores a pequeña escala en al menos el 30% de los pequeños productores de las zonas de interés.
- Además se espera que hasta el 2025 el procedimiento y la implementación de digestores anaerobios a pequeña escala se hayan incorporado en los planes de manejo ambiental que deben preparar los pequeños productores.

La mitigación al cambio climático que se puede alcanzar aplicando esta tecnología puede expresarse en términos de la reducción de emisiones de GEI. Así, por ejemplo, al implementar el proyecto de digestión anaerobia a pequeña escala en 50 pequeños productores del cantón de Quijos para el manejo de los desechos líquidos en las producciones porcinas, se obtienen las siguientes estimaciones. Si cada producción cuenta en promedio con tres madres y se recogen 15 kg de desechos líquidos por madre, se reducirían aproximadamente 35,7E+09 ton CO<sub>2-eq</sub> / año. La producción de biogás, se estima en 23,0E+03 Nm<sup>3</sup>/año, si no se añaden otras fuentes de materia orgánica residual al proceso. Esto equivale, aproximadamente, a una producción de 22 kW o 1,15E+05 kWh/año, de la cual asimismo, apenas el 40% puede ser utilizada en forma de energía eléctrica. En el marco del PAT se espera implementar 50 biodigestores a pequeña escala entre los pequeños productores de la zona interesada en la tecnología. Cabe recalcar nuevamente, que el cálculo exacto de la reducción de emisiones de GEI y la producción de energía renovable va a depender de las especificaciones de los proyectos, la cantidad de madres y la composición bioquímica de los desechos que se deseen implementar.

#### **6.4.3. Identificación de las barreras y entorno habilitante para la adopción de la tecnología de digestión anaerobia a pequeña escala**

La tecnología de digestión anaerobia a pequeña escala se priorizó únicamente en una zona. Los porcicultores en Quijos identificaron que pueden almacenar sus desechos en forma líquida o sólida, y plantearon la aplicación de dos tecnologías en función del estado de humedad de la materia prima: la tecnología de compostaje para tratar los desechos sólidos y la tecnología de digestión anaerobia a pequeña escala para manejar los desechos líquidos. En esta zona las producciones porcinas están muy desarrolladas, pero hasta el momento no se han implementado sistemas de manejo ambiental de los desechos y a más tardar en el presente año 2014 necesitan tramitar las licencias ambientales.

Los organismos que se han identificado como parte del entorno habilitante para superar las barreras identificadas al implementar la tecnología de digestión anaerobia a pequeña escala en las producciones porcícolas en la zona de Quijos son:

- Ministerio del Ambiente (MAE) como el principal organismo que habilita su entorno a través de la emisión de la licencia ambiental.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP).
- Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia y Tecnología (SENESCYT)

- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (ENPLADES)
- Ministerio de Finanzas (MF)
- Ministerio Coordinador de la Política (MCP)
- Ministerio de Electricidad y Energías Renovables (MEER).
- Función Ejecutiva
- Servicio de Rentas Internas (SRI)
- Gobierno Autónomo Descentralizado de Quijos (GADs).
- Asociación de Porcicultores del Ecuador (ASPE).
- Escuelas de Revolución Agraria (ERAS)
- Servicio Ecuatoriano de Capacitación Profesional (SECAP)
- Transportistas de materia prima y subproductos.
- Comercializadores de abono orgánico,

Al igual que en las tecnologías anteriores, las barreras identificadas fueron sintetizadas y agrupadas de acuerdo a las cuatro categorías: económicas y financieras, políticas, socio – culturales y tecnológicas. Sin embargo, dado que los porcicultores de la zona de Quijos también priorizaron la tecnología de compostaje, todas estas barreras también se identificaron para la implementación de la tecnología de compostaje. Una vez identificadas las barreras, se prosigue a analizar las barreras por el método de causa –efecto, el cual se utilizó en el II Informe de Análisis de Barreras (CTT-USFQ-II, 2012). Los problemas raíces que se presentan en la Tabla 37 son: escasos recursos económicos, falta de control institucional, falta de empoderamiento de los productores y falta del plan de manejo ambiental. Asimismo se presentan las barreras de origen o habilitante para cada categoría y la categoría a la cual pertenece. Se puede observar que se repiten tres de las categorías, obteniendo como resultados una amplia gama de posibles medidas o soluciones, como se presentan a continuación. Esto indica que las principales acciones que se deben tomar para superar las barreras son técnicas y requieren de un cambio de actitud por parte de los productores.

**Tabla 37: Identificación de las barreras habilitantes para la tecnología de digestión anaerobia a pequeña escala**

<b>Barreras económicas y financieras</b>	
1	Falta de políticas financieras favorables para proyectos ambientales
2	Falta de estímulos y subsidios para proyectos ambientales
<b>Barreras de falla de mercado</b>	

3	Incapacidad económica de pequeños productores en adquirir digestores
<b>Barreras de capacidad institucional y organizativa</b>	
4	Falta de apoyo y coordinación por parte de los GADs
<b>Barreras técnicas</b>	
5	Falta de difusión de normativas ambientales
6	Falta de gestores de residuos
<b>Barreras de calificación humana</b>	
7	Falta de conocimiento
8	Capacitación para manejo ambiental
<b>Barreras de fallas en la red</b>	
9	Falta de organización

#### 6.4.4. Plan de acción propuesto para la adopción de la tecnología de digestión anaerobia a pequeña escala

A continuación se presentan las medidas identificadas para superar las barreras habilitantes. Las medidas sugeridas junto con las barreras identificadas durante los talleres realizados con las partes interesadas son el punto de partida para este procedimiento. En la Tabla 38 se presentan las medidas sintetizadas y agrupadas de acorde a las barreras de origen y con la misma numeración.

**Tabla 38: Medidas identificadas para la superación de las barreras habilitantes para la tecnología de digestión anaerobia a pequeña escala**

Tipo de aceleración		I&D+i	Despliegue	Difusión
<b>Medidas económicas y financieras</b>				
1	Disponibilidad de líneas de crédito en condiciones blandas: aumento en periodos de gracia, mayores plazos, bajas tasas de interés; o la entrega de fondos no reembolsables para financiar proyectos ambientales		✓	

2	Establecer como política pública apoyar a la producción ambientalmente responsables a través de incentivos, estímulos fiscales, como exención de impuestos, o subsidios al costo de los insumos, o con mejores precios por estos productos		✓	✓
<b>Medidas de fallas de mercado</b>				
	Incentivar y familiarizar a los productores con proyectos ambientales de manejo de desechos a través de la entrega de digestores de pequeña escala.		✓	✓
<b>Medidas de capacidad institucional y organizativa</b>				
3	Empoderamiento a los GADs para que apoyen desde la zona de influencia a los proyectos		✓	✓
<b>Medidas técnicas</b>				
4	Realizar campañas de las normativas y directrices que deben ser implementadas por los GADs en el plan de manejo ambiental para el manejo de los desecho sólidos y líquidos			✓
5	Calificar a operarios, productores y propietarios para la gestión de residuos con cursos gratuitos y certificación	✓	✓	
<b>Medidas de calificación humana</b>				
6	Promover mayor participación ciudadana en coordinación con las diferentes instituciones relacionadas en la elaboración de soluciones a los problemas ambientales, sociales y económicos a través de proyectos, capacitaciones y participación	✓		
7	Capacitación destacando la importancia de la participación activa de los beneficiarios en el proceso de enseñanza-aprendizaje con cursos gratuitos y certificación para la gestión de residuos	✓	✓	
<b>Medidas de fallas en la red</b>				
8	Incentivar la creación de asociaciones de pequeños productores a través de políticas de facilitación de créditos, venta de insumos, mejorar el precio de sus productos		✓	✓

Una vez definidas las medidas necesarias para implementar, difundir y transferir la tecnología de digestión anaerobia a pequeña escala, se elabora el plan de acción en el cual se incluye toda la información necesaria que se ha detallado previamente. En la matriz de la Tabla 39 se encuentra condensada la información del plan de acción. Cabe recalcar que las medidas se encuentran organizadas de acuerdo a la clasificación de la barrera habilitante.

Las acciones de riesgo de uno e imprescindibles para la ejecución del proyecto son: generación de programas y líneas de crédito, generación de programas de capacitación para productores con sistemas de compostaje reales, creación de fondos para la adquisición de equipos, y contratación de consultoría para el diseño de digestores anaerobios a pequeña escala y su posterior aplicación.

**Tabla 39: Matriz del plan de acción para la implementación de la tecnología de digestión anaerobia a pequeña escala**

No.	Medida	Prioridad	Objetivo (¿Por qué?)	Responsable	Acción (¿Cómo?)	Plazo	Supervisión, informes y verificación	Costo estimado	Financiamiento	Riesgo
<b>Económica y financiera</b>										
1	Disponibilidad de líneas de crédito en condiciones blandas: aumento en periodos de gracia, mayores plazos, bajas tasas de interés; o la entrega de fondos no reembolsables para financiar proyectos ambientales	1	Estimular la ejecución de proyecto ambientales con incentivos para la inversión	Ejecutivo / MF/ MAE	Generación de programas y líneas de crédito para proyectos ambientales	2017	Decreto ejecutivo y resolución ministerial que evidencie la incorporación de líneas de crédito	\$ 160.000	Presupuesto general del estado / MF / Fondos concursables	1
2	Establecer como política pública apoyar a la producción ambientalmente responsables a través de incentivos, estímulos fiscales, como exención de impuestos, o subsidios al costo de los insumos, o con mejores precios por estos productos	1	Estimular la ejecución de proyectos ambientales a través de beneficios económicos	Ejecutivo / MF / MAE / SRI	Generación de incentivos económicos para proyectos ambientales al aplicar ENCC y PNMCC (en proceso)	2015	Decreto ejecutivo y resolución ministerial que evidencie los beneficios a estos proyectos	Aporte no monetario	Costo interno Ejecutivo/ MF / MAE	2
<b>Fallas del mercado</b>										

No.	Medida	Prioridad	Objetivo (¿Por qué?)	Responsable	Acción (¿Cómo?)	Plazo	Supervisión, informes y verificación	Costo estimado	Financiamiento	Riesgo
3	Incentivar y familiarizar a los productores con proyectos ambientales de manejo de desechos a través de la entrega de digestores de pequeña escala.	2	Facilitar a pequeños productores digestores anaerobios a pequeña escala para su utilización en calidad de préstamos por parte de GADs.	Ejecutivos / SENPLADES / MAE / MAGAP / GADs / ERAS / CECAP	Creación de fondos para adquisición de equipos mediante decreto ejecutivo, aplicación COATAD / ENCC / PNMCC (en proceso)	2017	Verificación de utilización de digestores en pequeños productores beneficiados con el préstamos	\$ 250.000	Fondos concursables nacionales e internacionales / SENPLADES / MAE / MAGAP	1
<b>Capacidad institucional y organizativa</b>										
4	Empoderar a los GADs para que apoyen desde la zona de influencia a los proyectos ambientales	1	Otorgar a GADs la rectoría y capacidad de ejecución de proyectos locales preparando a los funcionarios	SENPLADES / GADs / COATAD / MAGAP	Cursos de capacitación en administración pública para funcionarios con implementación de tecnologías ambientales	2014	Informes de monitoreo de cursos de capacitación	\$ 72.000	Presupuesto General del Estado / MF / SENPLADES	3
<b>Técnica</b>										

No.	Medida	Prioridad	Objetivo (¿Por qué?)	Responsable	Acción (¿Cómo?)	Plazo	Supervisión, informes y verificación	Costo estimado	Financiamiento	Riesgo
5	Realizar campañas de las normativas y directrices que deben ser implementadas por los GADs en el plan de manejo ambiental para el manejo de los desecho sólidos y líquidos	1	Necesidad de preparar gestores ambientales para difundir e implementar planes de manejo ambiental	MAGAP / MAE / SENE CYT / ERAS / CECAP / GADs	Generación de programas de capacitación y de elaboración de planes de manejo ambiental	2015	Evidencia de programas de capacitación prácticos	\$ 72.000	Presupuesto General del Estado / Fondos MAE SENE CYT	3
6	Calificar a productores, operarios y propietarios para la gestión de residuos con cursos gratuitos y certificaciones de gestores ambientales	1	Preparar a productores, operarios y propietarios en implementación de digestores anaerobios a pequeña escala	SENPLADES / GADs / MAE / MAGAP	Realizar estudios de I&D sobre construcción de digestores anaerobios a pequeña escala a bajo costo (<5 000 USD)	2015	Estudios de construcción de digestores a pequeña escala	\$ 200.000	Fondos concursables nacionales o internacionales / SENPLADES / SENE CYT / MAE/MAGAP	1
<b>Calificación humana</b>										
7	Promover mayor participación ciudadana en coordinación con las diferentes instituciones relacionadas en la elaboración de soluciones a los problemas ambientales, sociales y	2	Socializar directrices y normativas ambientales entre la población	SENPLADES / SENE CYT / GADs / MAE / MAGAP	Crear mesas de diálogo, talleres y seminarios de difusión	2015	Evidencia de talleres, seminarios, etc.	\$ 24.000	Ejecutivo / Fondos / SENE CYT / MAE	2

No.	Medida	Prioridad	Objetivo (¿Por qué?)	Responsable	Acción (¿Cómo?)	Plazo	Supervisión, informes y verificación	Costo estimado	Financiamiento	Riesgo
	económicos a través de proyectos, capacitaciones y participación									
8	Capacitación destacando la importancia de la participación activa de los beneficiarios en el proceso de enseñanza-aprendizaje con cursos gratuitos y certificación para la gestión de residuos	2	Proveer a productores y demás interesados de conocimientos necesarios sobre la tecnología y su aplicación	SENPLADES / SENESCYT / MAE / MCPEC / ERAS / CECAP	Generación de programas capacitación y ejecución de proyectos en conjunto con desarrollo de digestores de bajo costo	2015	Evidencias de programas de capacitación y proyectos conjuntos	Ver 3	Fondos concursables nacionales e internacionales / SENPLADES / SENESCYT / MAE/MAGAP	1
<b>Fallas en la red</b>										
9	Incentivar la creación de asociaciones de pequeños productores a través de políticas de facilitación de créditos, venta de insumos, mejorar el precio de sus productos	1	Beneficiar a pequeños productores con asociación y economía a escala	MCP / GADs	Crear beneficios y subsidios para asociaciones en adquisición de insumos, equipos de digestión anaerobia a pequeña escala y	2017	Informes de estado de asociatividad	Aporte no monetario	Costo indirecto en presupuesto general del estado	3

No.	Medida	Prioridad	Objetivo (¿Por qué?)	Responsable	Acción (¿Cómo?)	Plazo	Supervisión, informes y verificación	Costo estimado	Financiamiento	Riesgo
					precio de venta de productos					

Los costos estimados para la implementación y la difusión de la tecnología de digestión anaerobia a pequeña escala en el país son de \$ 778 000,00. En la Tabla 40 se encuentran detallados los costos necesarios para el plan de acción.

**Tabla 40: Estimación de los costos del plan de acción para la tecnología de digestión anaerobia a pequeña escala**

No.	Medida	Responsable	Plazo	Financiamiento	Costo unitario USD	Cantidad	Costo estimado USD
1	Disponibilidad de líneas de crédito en condiciones blandas: aumento en periodos de gracia, mayores plazos, bajas tasas de interés; o la entrega de fondos no reembolsables para financiar proyectos ambientales	Ejecutivo / MF / MAE	2017	Presupuesto general del estado / MF / Fondos concursables	8000	20	160.000
3	Incentivar y familiarizar a los productores con proyectos ambientales de manejo de desechos a través de la entrega de digestores de pequeña escala.	Ejecutivos / SENPLADES / MAE / MAGAP / GADs / ERAS / CECAP	2017	Fondos concursables nacionales e internacionales / SENPLADES / MAE / MAGAP	5000	50	250.000
4	Empoderar a los GADs para que apoyen desde la zona de influencia a los proyectos ambientales	SENPLADES / GADs / COATAD / MAGAP	2014	Presupuesto General del Estado / MF / SENPLADES	12000	6	72.000
5	Realizar campañas de las normativas y directrices que deben ser implementadas por los GADs en el plan de manejo ambiental para el manejo de los desechos sólidos y líquidos	MAGAP / MAE / SENECYT / ERAS / CECAP / GADs	2015	Presupuesto General del Estado / Fondos MAE SENECYT	12000	6	72.000

6	Calificar a productores, operarios y propietarios para la gestión de residuos con cursos gratuitos y certificaciones de gestores ambientales	SENPLADES / GADs / MAE / MAGAP	2015	Fondos concursables nacionales o internacionales / SENPLADES / SENESCYT / MAE/MAGAP	200000	1	200.000
7	Promover mayor participación ciudadana en coordinación con las diferentes instituciones relacionadas en la elaboración de soluciones a los problemas ambientales, sociales y económicos a través de proyectos, capacitaciones y participación	SENPLADES / SENESCYT / GADs / MAE / MAGAP	2015	Ejecutivo / Fondos / SENESCYT / MAE	6000	4	24.000
8	Capacitación destacando la importancia de la participación activa de los beneficiarios en el proceso de enseñanza-aprendizaje con cursos gratuitos y certificación para la gestión de residuos	SENPLADES / SENESCYT / MAE / MCPEC / ERAS / CECAP	2015	Fondos concursables nacionales e internacionales / SENPLADES / SENESCYT / MAE/MAGAP	ver 3		0
<b>TOTAL</b>							<b>778.000</b>

## 6.5. PLAN DE ACCIÓN TECNOLÓGICO A NIVEL SECTORIAL

El plan de acción tecnológico a nivel sectorial se realiza unificando las medidas de cada tecnología de acuerdo a las categorías clasificadas previamente. Este plan de acción es muy exhaustivo y completo, ya que incluye tanto las acciones que se deben tomar a nivel político y legislativo para la implementación de las directrices necesarias para la ejecución del plan de acción, como la elaboración de consultorías, capacitaciones y proyectos

específicos de investigación, desarrollo e implementación. Se puede generalizar que todas las tecnologías incluyen componentes normativos y políticos que son aportes no monetarios para la implementación y transferencia de las tecnologías, y la elaboración de trabajos específicos y prácticos para la ejecución de las tecnologías y su difusión entre la población objetivos. Estas acciones requieren de aportes financieros, los cuales pueden provenir del presupuesto general del estado, de fondos propios de las diferentes entidades responsables e involucradas, o de fondos internacionales. El acceso a estos fondos se hará por concursos públicos para garantizar la transparencia en la asignación de los mismos. Los indicadores de verificación de las acciones se basan en evidencias de la ejecución de la acción y de los resultados obtenidos con la misma.

En la Tabla 42 se presenta el plan de acción para las tres tecnologías seleccionadas. Para poder diferenciar entre las diferentes tecnologías se utiliza los siguientes colores: rojo para digestión anaerobia a mediana escala, amarillo para compostaje y azul para digestión anaerobia a pequeña escala, los cuales se encuentran especificados en la Tabla 41 .

**Tabla 41: Especificación de los colores designados a las tres tecnologías**

Color	Tecnología
[Color Rojo]	Digestión anaerobia a mediana escala
[Color Amarillo]	Compostaje
[Color Azul]	Digestión anaerobia a pequeña escala

**Tabla 42: Plan de acción tecnológico para el “Manejo de desechos sólidos y líquidos en el sector ganadero”**

Medida	Prioridad	Objetivo (¿Por qué?)	Responsable (¿Quién?)	Acción (¿Cómo?)	Plazo	Supervisión, informes y verificación	Costo estimado	Financiamiento	Riesgo	
<b>Económica y financiera</b>										
1 - 3	2	Reducción de la carga tributaria como política de incentivos en producciones que hayan adoptado tecnologías ambientales para el manejo de sus desechos	Compensar las fallas en el mercado, impulsando a medianos y pequeños productores que manejen sus propios desechos	Ejecutivo / SRI / MAGAP / MAE	Crear decreto ejecutivo o resolución ministerial	2014	Decreto ejecutivo y resolución ministerial que evidencie incentivos ambientales	Aporte no monetario	Costo interno Ejecutivo/MAGAP / MAE	3
1	1	Disponibilidad de líneas de crédito en condiciones blandas: aumento en periodos de gracia, mayores plazos, bajas tasas de interés; o la entrega de fondos no reembolsables para financiar proyectos de manejo de desechos	Estimular la ejecución de proyecto ambientales con incentivos para la inversión	Ejecutivo / MF/ MAE	Generación de programas y líneas de crédito para proyectos ambientales	2017	Decreto ejecutivo y resolución ministerial que evidencie la incorporación de líneas de crédito	\$ 1'000.000	Presupuesto general del estado / MF / Fondos concursables	1

Medida		Prioridad	Objetivo (¿Por qué?)	Responsable (¿Quién?)	Acción (¿Cómo?)	Plazo	Supervisión, informes y verificación	Costo estimado	Financiamiento	Riesgo
1	Disponibilidad de líneas de crédito en condiciones blandas: aumento en periodos de gracia, mayores plazos, bajas tasas de interés; o la entrega de fondos no reembolsables para financiar proyectos ambientales	1	Estimular la ejecución de proyecto ambientales con incentivos para la inversión	Ejecutivo / MF/ MAE	Generación de programas y líneas de crédito para proyectos ambientales	2017	Decreto ejecutivo y resolución ministerial que evidencie la incorporación de líneas de crédito	\$ 160.000	Presupuesto general del estado / MF / Fondos concursables	1
2	Establecer como política pública apoyar a la producción ambientalmente responsables a través de incentivos, estímulos fiscales, como exención de impuestos, o subsidios al costo de los insumos, o con mejores precios por estos productos	1	Estimular la ejecución de proyectos ambientales a través de beneficios económicos	Ejecutivo / MF / MAE / SRI	Generación de incentivos económicos para proyectos ambientales al aplicar ENCC y PNMCC (en proceso)	2015	Decreto ejecutivo y resolución ministerial que evidencie los beneficios a estos proyectos	Aporte no monetario	Costo interno Ejecutivo/ MF / MAE	2
Política – legal – regulatoria										

Medida	Prioridad	Objetivo (¿Por qué?)	Responsable (¿Quién?)	Acción (¿Cómo?)	Plazo	Supervisión, informes y verificación	Costo estimado	Financiamiento	Riesgo		
4		Generar políticas para impulsar proyectos ambientales a nivel nacional	1	Establecer políticas claras para favorecer proyectos ambientales y difundirlas entre productores, empresarios e investigadores	Ejecutivo / SENPLADES / MAE / MAGAP	Difundir políticas existentes para impulsar proyectos ambientales y publicación de políticas adicionales en caso necesario	2014	Verificación de políticas ambientales (incluida ENCC) y su divulgación entre interesados	Aporte no monetario	Costo interno Ejecutivo / SENPLADES / MAE / MAGAP	3
2		Simplificación de los trámites del sector público y la descentralización en la obtención de documentos	2	Excesiva burocracia en trámites del sector público y gestiones centralizadas	GADS / SENPLADES / MCDS	Empoderar y delegar a Municipios / GADs	2017	Planes de trabajo para reducir burocracia	Aporte no monetario	Costo interno GADS / MCDS	3
3		Capacitación de funcionarios y control ciudadano para evaluar continuamente los progresos logrados en la creación de economías populares y solidarias	1	Preparar a funcionarios para ejecución de proyectos y evitar mal manejo de políticas locales o definir competencia de políticas	SENPLADES / GADs / MAGAP	Cursos de capacitación para funcionarios en tecnologías ambientales, administración pública, etc.	2014	Control ciudadano	\$ 320.000	Presupuesto general del estado / MF / SENPLADES	2
<b>Fallas del mercado</b>											

Medida	Prioridad	Objetivo (¿Por qué?)	Responsable (¿Quién?)	Acción (¿Cómo?)	Plazo	Supervisión, informes y verificación	Costo estimado	Financiamiento	Riesgo		
5		Subvencionar parte de la inversión con fondos no reembolsables para la implementación de proyectos pilotos	1	Crear estímulos para ejecutar proyectos ambientales con altos costos de inversión. Apoyo en preparación de propuestas a proyectos de entidades internacionales con fondos para mitigación al CC	MCPEC / GADS / MAGAP / MAE	Generación de fondos no reembolsables para co-financiar proyectos ambientales y capacitación a beneficiarios	2017	Verificación de generación de Herramienta (resolución ministerial, PNMCC, etc.)	\$ 1'200.000	Fondos públicos concursables nacionales o internacionales	3
4 – 5		Establecer como política pública apoyar a la producción ambientalmente responsables a través de incentivos, estímulos fiscales, o exoneración de impuestos, o subsidios al costo de los insumos, o con mejores precios por estos productos	2	Propiciar proyectos ambientales e incentivar a producciones que manejen sus desechos	Ejecutivo / MF/ MAE	Generación de programas y líneas de crédito para proyectos ambientales	2014	Decreto ejecutivo y resolución ministerial que evidencie la incorporación políticas de apoyo a proyectos ambientales	Ver 1	Presupuesto general del estado / MF	1

Medida		Prioridad	Objetivo (¿Por qué?)	Responsable (¿Quién?)	Acción (¿Cómo?)	Plazo	Supervisión, informes y verificación	Costo estimado	Financiamiento	Riesgo
3	Incentivar y familiarizar a los productores con proyectos ambientales de manejo de desechos a través de la entrega de digestores de pequeña escala.	2	Facilitar a pequeños productores digestores anaerobios a pequeña escala para su utilización en calidad de préstamos por parte de GADs.	Ejecutivos / SENPLADES / MAE / MAGAP / GADs / ERAS / CECAP	Creación de fondos para adquisición de equipos mediante decreto ejecutivo, aplicación COATAD / ENCC / PNMCC	2017	Verificación de utilización de digestores en pequeños productores beneficiados con el préstamos	\$ 250.000	Fondos concursables nacionales e internacionales / SENPLADES / MAE / MAGAP	1
<b>Capacidad institucional y organizativa</b>										
6	Empoderamiento a los GADs para implementar proyectos desde la zona de influencia	1	GADs tienen rectoría sobre proyectos locales y capacidad de ejecución de proyectos	MCPEC / GADS / MAE / MAGAP	Implementar mínimo dos proyectos de DAME en zonas prioritizadas (Lloa y Santo Domingo) en marco de ENCC	2017	Supervisión e informes en ejecución de proyectos	\$ 800.000	Fondos públicos concursables nacionales o internacionales	1

Medida	Prioridad	Objetivo (¿Por qué?)	Responsable (¿Quién?)	Acción (¿Cómo?)	Plazo	Supervisión, informes y verificación	Costo estimado	Financiamiento	Riesgo	
7	1	Realizar campañas de difusión del plan de manejo ambiental para la gestión de los desecho sólidos y líquidos, y de las normativas y directrices que deben ser implementadas por los GADs	Divulgar la normativa ambiental y los impactos ambientales que genera el mal manejo de los desechos	SENESCYT / MAE / GADs / Ejecutivo (Secretaría de Comunicación)	Campañas de difusión de normativa y contaminación ambiental	2014	Evaluación de encuestas y estudios poblacionales	\$ 72.000	Presupuesto General del Estado / Fondos MAE, SENESCYT	3
6	1	Empoderamiento y capacitación de autoridades locales (GADs) para la elaboración de proyectos y apoyar a los productores locales	Preparar a funcionarios para ejecución de proyectos y apoyo a productores	SENPLADES / GADs / MAGAP	Cursos de capacitación en administración pública para funcionarios con implementación de tecnologías ambientales	2014	Informes de monitoreo de cursos de capacitación	Ver 3	Presupuesto General del Estado / MF / SENPLADES	3
7	1	Coordinar las actividades entre las diferentes instituciones del sector público, mediante la clara definición de obligaciones y asumiendo responsabilidades	Falta coordinación interinstitucional ocasionada por reestructuraciones	Ejecutivo / Ministerios Coordinadores (MCP, MCPEC)	Mediante asignación de rectorías, actividades y responsabilidades de cada Ministerio evitando cruce de	2014	Control ciudadano e informe de monitoreo	Aporte no monetario	Presupuesto General del Estado	3

Medida	Prioridad	Objetivo (¿Por qué?)	Responsable (¿Quién?)	Acción (¿Cómo?)	Plazo	Supervisión, informes y verificación	Costo estimado	Financiamiento	Riesgo
				funciones					
4	1	Otorgar a GADs la rectoría y capacidad de ejecución de proyectos locales preparando a los funcionarios	SENPLADES / GADs / COATAD / MAGAP	Cursos de capacitación en administración pública para funcionarios con implementación de tecnologías ambientales	2014	Informes de monitoreo de cursos de capacitación	\$ 72.000	Presupuesto General del Estado / MF / SENPLADES	3
<b>Técnica</b>									
8	1	Promover la investigación y desarrollo nacional para proyectos ambientales y de manejo de desechos	SENESCYT / MAE	Creación de fondos para proyectos de I+D+i	2017	Informes de proyectos, plantas pilotos, seminarios	\$ 2'500.000	Presupuesto General del Estado / Fondos SENESCYT, MAE	2

Medida	Prioridad	Objetivo (¿Por qué?)	Responsable (¿Quién?)	Acción (¿Cómo?)	Plazo	Supervisión, informes y verificación	Costo estimado	Financiamiento	Riesgo
la construcción y operación de este tipo de sistemas.									
9 Fortalecer y promover la organización y asociatividad para garantizar la cantidad de desecho requerido en biodigestores	1	Beneficios relacionados con asociación y economía a escala para pequeños productores	MCP / GADs	Crear beneficios /incentivos en insumos, equipo y precio de venta de productos para asociaciones	2017	Informe con estadísticas de números de miembros en asociaciones	Aporte no monetario	Costo interno ejecutivo	3
8 Realizar campañas de difusión del plan de manejo ambiental para la gestión de los desecho sólidos y líquidos, y de las normativas y directrices que deben ser implementadas por los GADs	1	Difundir el conocimiento de normativa e impactos ambientales y requerimiento para plan de manejo ambiental entre productores	SENESCYT / MAE / MAGAP / GADs /	Campañas de difusión de normativa y contaminación ambiental	2014	Informe de evaluación	\$ 72.000	Presupuesto General del Estado / Fondos MAE, SENESCYT, MAGAP	1
9 Capacitación en tecnología de compostaje, destacando la importancia de la participación activa de los beneficiarios con cursos gratuitos y certificación para la gestión de residuos	2	Productores desconocen aplicación de tecnología de compostaje y no tienen ejemplos donde aprender	MAGAP / MAE / ERAS / AGROCALIDAD	Generación de programas de capacitación para productores con sistemas de compostaje reales y operativos	2015	Informe de evaluación	\$ 120.000	Presupuesto General del Estado / Fondos concursables	1

Medida		Prioridad	Objetivo (¿Por qué?)	Responsable (¿Quién?)	Acción (¿Cómo?)	Plazo	Supervisión, informes y verificación	Costo estimado	Financiamiento	Riesgo
5	Realizar campañas de las normativas y directrices que deben ser implementadas por los GADs en el plan de manejo ambiental para el manejo de los desechos sólidos y líquidos	1	Necesidad de preparar gestores ambientales para difundir e implementar planes de manejo ambiental	MAGAP / MAE / SENEYC / ERAS / CECAP / GADs	Generación de programas de capacitación y de elaboración de planes de manejo ambiental	2015	Evidencia de programas de capacitación prácticos	\$ 72.000	Presupuesto General del Estado / Fondos MAE SENEYC	3
6	Calificar a productores, operarios y propietarios para la gestión de residuos con cursos gratuitos y certificaciones de gestores ambientales	1	Preparar a productores, operarios y propietarios en implementación de digestores anaerobios a pequeña escala	SENPLADES / GADs / MAE / MAGAP	Realizar estudios de I&D sobre construcción de digestores anaerobios a pequeña escala a bajo costo (<5 000 USD)	2015	Estudios de construcción de digestores a pequeña escala	\$ 200.000	Fondos concursables nacionales o internacionales / SENPLADES / SENEYC / MAE/MAGAP	1
<b>Calificación humana</b>										

Medida		Prioridad	Objetivo (¿Por qué?)	Responsable (¿Quién?)	Acción (¿Cómo?)	Plazo	Supervisión, informes y verificación	Costo estimado	Financiamiento	Riesgo
10	Instalación de planta piloto de digestión anaeróbica como herramienta de apoyo y fortalecimiento en programas de capacitación y elevar el nivel de competencia técnica de interesados	1	Proveer a productores y demás interesados de un planta demostrativa para capacitación y conocer tecnología	MAE / MAGAP / GADs / MCPEC	Construcción de planta demostrativa de digestión anaerobia	2017	Informe sobre operación de planta demostrativa de digestión anaerobia	Ver 6	Fondos públicos concursables nacionales o internacionales	1
11	Programas de capacitación para generar conciencia ambiental	1	Generar conciencia ambiental en la población en general por medio de programas de difusión	MAE / MAGAP / ERAS / CECAP / SETEC	Programas de capacitación masiva en radio, televisión, capacitaciones a través de ERAS, CECAP y demás medios	2015	Evidencias de programas de capacitación	\$ 300.000	Presupuesto General del Estado / Fondos instituc.	1
12	Capacitación a los productores, orientada a la operación y manejo de sistemas de digestión anaeróbica	1	Productores desconocen las tecnologías ambientales y necesitan capacitarse	SENECYT / MAE / MAGAP / GADs	Programas de capacitación	2017	Talleres, seminarios y cursos (1 mensual)	\$ 120.000	Presupuesto General del Estado	3

Medida	Prioridad	Objetivo (¿Por qué?)	Responsable (¿Quién?)	Acción (¿Cómo?)	Plazo	Supervisión, informes y verificación	Costo estimado	Financiamiento	Riesgo		
10 – 11		Promover mayor participación ciudadana en coordinación con las diferentes instituciones relacionadas en la elaboración de soluciones a los problemas ambientales, sociales y económicos a través de proyectos, capacitaciones y talleres (p.ej. elaboración de PNMCC en proceso)	2	Desconocimiento de la población de las normativas que deben cumplir y de sus obligaciones en el ámbito ambiental	SENPLADES / SENESCYT / MAE / GADs	Creación de cursos, talleres y mesas de diálogo, etc.	2014	Evidencia de talleres, seminarios, etc.	\$ 30.000	Presupuesto General del Estado / Fondos MCDS SENESCYT	2
7		Promover mayor participación ciudadana en coordinación con las diferentes instituciones relacionadas en la elaboración de soluciones a los problemas ambientales, sociales y económicos a través de proyectos, capacitaciones y participación	2	Socializar directrices y normativas ambientales entre la población	SENPLADES / SENESCYT / GADs / MAE / MAGAP	Crear mesas de diálogo, talleres y seminarios de difusión	2015	Evidencia de talleres, seminarios, etc.	\$ 24.000	Ejecutivo / Fondos / SENESCYT / MAE	2

Medida	Prioridad	Objetivo (¿Por qué?)	Responsable (¿Quién?)	Acción (¿Cómo?)	Plazo	Supervisión, informes y verificación	Costo estimado	Financiamiento	Riesgo		
8		Capacitación destacando la importancia de la participación activa de los beneficiarios en el proceso de enseñanza-aprendizaje con cursos gratuitos y certificación para la gestión de residuos	2	Proveer a productores y demás interesados de conocimientos necesarios sobre la tecnología y su aplicación	SENPLADES / SENESCYT / MAE / MCPEC / ERAS / CECAP	Generación de programas capacitación y ejecución de proyectos en conjunto con desarrollo de digestores de bajo costo	2015	Evidencias de programas de capacitación y proyectos conjuntos	Ver 3	Fondos concursables nacionales e internacionales / SENPLADES / SENESCYT / MAE/MAGAP	1
<b>Fallas en la red</b>											
12		Incentivar la creación de asociaciones de pequeños productores a través de políticas de facilitación de créditos, venta de insumos, mejorar el precio de sus productos	1	Promover beneficios relacionados con asociación y economía a escala para pequeños productores	MCP/ GADs	Crear beneficios /incentivos en insumos, equipo y precio de venta de productos para asociaciones	2017	Informes de estado de asociatividad	Aporte no monetario	Costo indirecto en presupuesto general del estado	3
9		Incentivar la creación de asociaciones de pequeños productores a través de políticas de facilitación de créditos, venta de insumos,	1	Beneficiar a pequeños productores con asociación y economía a escala	MCP / GADs	Crear beneficios y subsidios para asociaciones en adquisición de insumos, equipos	2017	Informes de estado de asociatividad	Aporte no monetario	Costo indirecto en presupuesto general del estado	3

Medida	Prio- ridad	Objetivo (¿Por qué?)	Responsable (¿Quién?)	Acción (¿Cómo?)	Plazo	Supervisión, informes y verificación	Costo estimado	Financia- miento	Ries go	
	mejorar el precio de sus productos				de digestión anaerobia a pequeña escala y precio de venta de productos					

Los costos totales para la implementación del plan de acción se resumen en la Tabla 43. Los costos directos para la implementación de las tecnologías es de \$ 4 832 000,00 y los costos indirectos y administrativos se estiman en un 25% de los costos directos, sumando \$ 1.208.000,00 para dar un total de \$ 6.040.000,00.

**Tabla 43: Costos totales para la implementación del PAT para el “manejo de desechos sólidos y líquidos en el sector ganadero”**

<b>Costos Implementación PAT</b>	
Tecnología de digestión anaerobia a mediana escala	\$ 3.792.000,00
Tecnología de compostaje	\$ 1.542.000,00
Tecnología de digestión anaerobia a pequeña escala	\$ 778.000,00
<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 6.112.000,00</b>
<b>Costos Administrativos</b>	
<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 1.528.000,00</b>
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 7.640.000,00</b>

Como se puede observar en los PATs, las acciones para superar las barreras habilitantes de todas las tecnologías requieren de la contratación de cursos de capacitación en diversas áreas (conciencia ambiental, gestión pública, administración de proyectos, tecnológicos), de consultorías para el desarrollo, investigación, diseño o implementación de los sistemas y de constructores para la implementación de los proyectos piloto y demostrativos. Estas contrataciones se pueden realizar con fondos nacionales, ya sean del sector público o privado; o fondos internacionales de diferentes fuentes y con diferentes enfoques, como por ejemplo para: Mitigación al Cambio Climático, Energías Renovables, Gestión Ambiental, Desarrollo Social, entre otros. Es responsabilidad de las entidades responsables del cumplimiento de las acciones, buscar los fondos necesarios para el cumplimiento del PAT. Para esto se recomienda que una entidad, por ejemplo el Comité Interinstitucional de Cambio Climático (CICC), dirija de forma centralizada la ejecución del PAT y delegue las diferentes acciones a las entidades correspondientes de acuerdo a sus funciones. La participación de la academia (universidades públicas o privadas) o del sector privado en las diversas actividades, se debe realizar a través de la contratación de estas actividades por parte del estado, ya que se deben buscar especialistas en cada área que ejecuten de la mejor manera las acciones para superar las barreras y así poder desarrollar, desplegar y difundir las tecnologías seleccionadas para el manejo de los desechos sólidos y líquidos en el sector ganadero.

El cronograma de ejecución de las actividades con aportes monetarios requiere ser aprobado por las autoridades competentes, pero a continuación se presenta un posible escenario para definir los presupuestos necesarios en el tiempo.

Tabla 44: Cronograma de los planes de acción para las tres tecnologías priorizadas

Actividad		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	Presupuesto	Responsable
<b>Digestión Anaerobia a Mediana Escala</b>																
1-3	Crear decreto ejecutivo o resolución ministerial para impulsar a medianos y pequeños productores que manejen sus propios desechos														Valor no monetario	Ejecutivo / SRI / MAGAP / MAE
4	Difundir políticas existentes para impulsar proyectos ambientales y publicación de políticas adicionales en caso necesario														Valor no monetario	Ejecutivo / SENPLADES / MAE / MAGAP
9	Crear beneficios /incentivos en insumos, equipo y precio de venta de productos para asociaciones														Valor no monetario	MCP / GADs
5, 7	Campañas de difusión de normativa y contaminación ambiental, encuestas y estudios poblacionales														144000	SENECYT / MAE / GADs /Secr. Comunicación

Actividad		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	Presupuesto	Responsable
11 12	Programas de capacitación sobre conciencia ambiental: Talleres, seminarios y cursos (1 mensual)														420000	MAE / MAGAP / ERAS / CECAP / SETEC / GADs / SENESCYT
5	Generación de fondos no reembolsables para co-financiar proyectos ambientales y capacitación a beneficiarios														1'000.000	MCPEC / GADS / MAE /MAGAP
10	Construcción de una planta demostrativa de digestión anaerobia														400000	MAE / MAGAP / GADs / MCPEC
8	I+D+i: Informes de proyectos, plantas pilotos, seminarios														1'500.000	SENESCYT / MAE / GADs
6	Implementar mínimo dos proyectos de DAME en zonas prioritizadas (Lloa y Santo Domingo) en marco de ENCC														800000	MCPEC / GADS / MAE /MAGAP

Actividad		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	Presupuesto	Responsable
<b>Compostaje</b>																
1	Disponibilidad de líneas de crédito en condiciones blandas: aumento en periodos de gracia, mayores plazos, bajas tasas de interés; o la entrega de fondos no reembolsables para financiar proyectos de manejo de desechos														1'000.000	Ejecutivo / MF/ MAE
7	Mediante asignación de rectorías, actividades y responsabilidades de cada Ministerio evitar cruce de funciones entre entidades														Valor no monetario	Ejecutivo / Ministerios Coordinadores (MCP, MCPEC)
4, 5	Generación de programas y líneas de crédito para proyectos ambientales														ver 1	SENPLADES / SENESCYT / MAE / GADs
3	Cursos de capacitación para funcionarios en tecnologías ambientales, administración pública, etc.														320.000	SENPLADES / GADs / MAGAP

Actividad		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	Presupuesto	Responsable
6	Cursos de capacitación en administración pública para funcionarios con implementación de tecnologías ambientales														ver 3	SENECYT / MAE / MAGAP / GADs /
8	Campañas de difusión de normativa y contaminación ambiental														72.000	MAGAP / MAE / ERAS / AGROCALIDAD
9	Generación de programas de capacitación para productores con sistemas de compostaje reales y operativos														320.000	GADS / SENPLADES / MCDS
10 , 11	Creación de cursos, talleres y mesas de diálogo, etc.														30.000	Ejecutivo / MF/ MAE
<b>Digestión Anaerobia a Pequeña Escala</b>																
4	Cursos de capacitación en administración pública para funcionarios con implementación														72.000	SENPLADES / GADs / COATAD /

Actividad		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	Presupuesto	Responsable
	de tecnologías ambientales															MAGAP
2, 5, 8	Generación de incentivos económicos para proyectos ambientales al aplicar ENCC y PNMCC (en proceso) y de elaboración de planes de manejo ambiental y ejecución de proyectos en conjunto con desarrollo de digestores de bajo costo														322.000	Ejecutivo / MF / MAE / SRI
7	Crear mesas de diálogo, talleres y seminarios de difusión														24.000	SENPLADES / SENESCYT / GADs / MAE / MAGAP
6	Realizar estudios de I&D sobre construcción de digestores anaerobios a pequeña escala a bajo costo (<5 000 USD)														200.000	SENPLADES / GADs / MAE / MAGAP
3	Creación de fondos para adquisición de equipos mediante decreto ejecutivo, aplicación COATAD / ENCC / PNMCC (en														250.000	Ejecutivos / SENPLADES / MAE / MAGAP /

Actividad		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	Presupuesto	Responsable
	proceso)															GADs / ERAS / CECAP
1	Generación de programas y líneas de crédito para proyectos ambientales														160.000	Ejecutivo / MF/ MAE
	<b>Plan de manejo ambiental definitivo para la obtención de licencias ambientales</b>															Presupuesto general del estado / MAGAP

## **PARTE 4: IDEAS DE PROYECTO**

## CAPÍTULO 7: IDEAS DE PROYECTO

---

### 7.1. RESUMEN DE LAS IDEAS DE PROYECTO DEL SECTOR “MANEJO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS Y LÍQUIDOS DE LA PRODUCCIÓN GANADERA”

Para la implementación del plan de acción tecnológico del manejo de los desechos sólidos y líquidos en el sector ganadero se priorizaron tres tecnologías duras: digestión anaerobia a mediana escala, compostaje y digestión anaerobia a pequeña escala.

La digestión anaerobia a mediana escala fue priorizada en la zona de Lloa para el manejo de los desechos ganaderos y en Santo Domingo para el manejo de los desechos porcinos. Las dos zonas se caracterizan por contar con una fuerte asociación capaz de ejecutar proyectos y operar el sistema de manejo de los desechos ganaderos en la zona. Los proyectos se desean realizar a través de la asociación con el apoyo de todos los productores y con la finalidad de generar ingresos para la asociación por la venta del producto biol y ahorro energético por el uso del biogás. Se presenta la idea de proyecto para la zona de Lloa, específicamente para la Comunidad de Reforma Agraria de Urauco. Pero el proyecto puede ser extrapolado para el manejo de ganado porcino en Santo Domingo en una siguiente etapa. En el plan de acción para la tecnología de digestión anaerobia a mediana escala, se plantea la construcción de dos plantas demostrativas (una en cada zona), además de las demás acciones de capacitación, creación de incentivos tributarios, subsidios y aumento en la productividad como se presenta en el Informe III Plan de Acción Tecnológica del proyecto ENT sector ganadero Ecuador (CTT-USFQ\_III, 2012).

La tecnología de compostaje fue priorizada por los productores de Quijos (bovino y porcino), Manabí (bovino) y Santo Domingo (avicultura). Estas zonas tienen en común que deben manejar sus desechos de forma individual, ya que ninguna cuenta con una asociación fuerte, los predios se encuentran muy distantes o, simplemente, no tienen interés en desarrollar proyectos en conjunto. Dadas estas circunstancias se deben plantear proyectos individuales para cada productor. En el marco del Plan de Acción Tecnológico se planifica construir cuatro proyectos demostrativos de compostaje, uno en cada zona priorizada. Estos sistemas serán impulsados por los GADs de las diferentes zonas y pueden ser financiados por fondos nacionales o internacionales, ya sean propios de los GADs o los ministerios interesados o por el ejecutivo. Es importante recalcar que estos sistemas de compostaje deben tener un componente demostrativo y didáctico, para que puedan ser utilizados para capacitar, difundir la tecnología y empoderar a los GADs y a los productores y gestores de desechos en las diferentes zonas (CTT-USFQ\_III, 2012).

Finalmente, la tecnología de digestión anaerobia a pequeña escala fue priorizada únicamente por los porcicultores de Quijos en conjunto con la tecnología de compostaje para el manejo de los desechos líquidos y sólidos individualmente. En este caso los productores tampoco desean trabajar asociativamente en el manejo de los desechos. Por

esta razón se plantea el desarrollo y la implementación de digestores anaerobios a pequeña escala que pueden ser comercializados y difundidos fácilmente entre los productores sin necesidad de diseños únicos y costosos, y que sean aplicados en las diferentes producciones de forma intuitiva y sencilla. En el PAT se plantean diversas actividades para la difusión de esta tecnología, entre las cuales se encuentran la participación ciudadana y de los productores para buscar soluciones a los problemas ambientales, capacitar a los interesados en las tecnologías y la contratación de universidades o consultores para el desarrollo de sistemas de digestión anaerobios de bajo costo y fácil aplicación. Para incentivar y familiarizar a los pequeños productores con esta tecnología y con sus beneficios se decidió en el marco de este PAT construir 50 digestores anaerobios a pequeña escala que serán entregados a los productores en la zona priorizada por el GAD en forma de préstamo quien dará seguimiento a su utilidad, manejabilidad y resultados. Primero se debe realizar una campaña de concientización y de adaptación con los moradores del sector para que en el momento de la implementación y ejecución de la tecnología se obtengan resultados satisfactorios mientras se realiza su seguimiento y monitoreo.

En este sector se han definido como barreras y medidas a las tecnologías suaves y organizacionales, como lo son la creación de incentivos económicos y beneficios arancelarios para promover la producción ambientalmente responsable, los programas concientización ambiental en general y capacitaciones en las tecnologías priorizadas, entre otros. El detalle de las acciones se presentan en el informe del PAT (CTT-USFQ\_III, 2012). A continuación se presenta una idea de proyecto para cada tecnología priorizada. Cabe recalcar que para las ideas de proyectos se han combinado las zonas geográficas y el tipo de producción de tal forma, que se cubren los tres tipos de producciones: bovino, porcinos y avicultura, y se abarcan las tres zonas geográficas: sierra (Lloa), costa (Santo Domingo) y amazonía (Quijos), con las tres tecnologías. En la Tabla 45 se presenta la zona y el tipo de explotación que se considera en cada idea de proyecto. Sin embargo, cabe recalcar que las ideas de proyectos se han extrapolado y están presupuestadas dentro del PAT para las demás zonas que priorizaron esta tecnología. Es así que en el PAT se presupuestan dos sistemas de digestión anaerobia a mediana escala: uno en Lloa para desechos de ganado bovino y otro en Santo Domingo para desechos de ganado porcino. Para la tecnología de compostaje se presupuestan cuatro proyectos para las diferentes zonas: en Santo Domingo para el manejo de desechos avícolas, en Manabí para desechos de ganado bovino, y en Quijos para desechos de ganado bovino y ganado porcino. La entrega de los sistemas de digestión anaerobia a pequeña escala sólo se han presupuestado en la zona de Quijos, ya que solo en esa zona se priorizó esta tecnología.

**Tabla 45: Distribución de las ideas de proyectos para las diferentes tecnologías, zonas y tipos de producción**

Tecnología	IDEA DE PROYECTO PRESENTADA	
	Zona geográfica	Tipo de producción
Digestión anaerobia a mediana escala	Sierra (LLOa)	Ganado bovino
Compostaje	Costa (Santo Domingo)	Avicultura
Digestión anaerobia a pequeña escala	Amazonía (Quijos)	Ganado porcino

En el presupuesto elaborado en el PAT se incluyó el presupuesto para la implementación de proyectos similares a los presentados en estas ideas de proyecto para las demás zonas que priorizaron la misma tecnología. Por esta razón, el proyecto de Digestión anaerobia a mediana escala con la producción de tiene bases similares a la idea de proyecto presentada para la parroquia de Lloa. Así mismo, para la tecnología de compostaje priorizada.

## **7.2. IDEA DE PROYECTO DE DIGESTIÓN ANAEROBIA A MEDIANA ESCALA PARA GANADEROS DE LA PARROQUIA DE LLOA**

### **7.2.1. Antecedentes**

En el valle de Lloa existen pocas fuentes fluviales. La principal cuenca hidrográfica es el río Cinto que atraviesa longitudinalmente toda la parroquia. Por su caudal y al ser una fuente natural muy cercana a la ciudad de Quito, autoridades de la Empresa Metropolitana de Aseo y Agua Potable del Distrito Metropolitano de Quito (EMAAP) han decidido usar el río como fuente de agua para abastecer a la población del sur de la ciudad. Por tal motivo en el valle de Lloa se ha instalado la “Estación de Bombeo Santa Rosa”.

Las propiedades ganaderas utilizan el agua del río Cinto y fuentes hídricas aledañas a sus propiedades para sus actividades agropecuarias y desalojo de aguas residuales. Al no disponer de agua, se generan problemas ambientales por la acumulación de desechos de ganado, dificultad en la limpieza y falta de riego en los pastizales y cultivos. Además al no existir una planta de tratamiento de aguas residuales, estas son descargadas en el río ocasionando contaminación ambiental y constituyendo un alto riesgo sanitario.

La población de Urauco está organizada desde su creación en 1976 cuando los campesinos pudieron adquirir sus propiedades de la hacienda del ex IERAC, gracias a la Ley de Reforma Agraria dictada por la Junta Militar en 1973, creando la “Organización Campesina

Adjudicataria de Tierra de Reforma Agraria Urauco”. Debido a esta situación, los productores están organizados y en capacidad de generar proyectos asociativos. Dada la problemática de escasez de agua en el valle de Lloa y la contaminación ocasionada por las actividades ganaderas, los productores de la zona al estar conscientes de esta situación buscan implementar tecnologías para tratar los desechos sólidos y líquidos generados por la producción ganadera.

Además al estar ubicada en las faldas del volcán Pichincha y apartado de la vía principal y de la población de Lloa, su acceso es difícil y el transporte diario de la producción lechera es muy rudimentario. No se mantienen cadenas de frío y su precio de venta es muy bajo. Por esta razón se ha decidido implementar una planta para el procesamiento de los lácteos en la misma Organización. Para esto se va requerir de energía eléctrica y térmica para el tanque de enfriamiento y la elaboración de productos de valor agregado como quesos y yogurt. Por esta razón surge la idea de implementar una planta de producción de biogás para disponer de una fuente de energía renovable propia y sostenible, con materias primas que actualmente representan problemas ambientales.

### 7.2.2. Objetivos

El objetivo general del proyecto es implementar una planta de digestión anaerobia en la Organización Campesina de Urauco para controlar la contaminación ocasionada por las actividades ganaderas, las cuales generan grandes problemas ambientales y sociales en la zona, dada la escasez de agua en el valle de Lloa.

Los objetivos específicos del proyecto son:

- Generar conciencia en las comunidades rurales del Ecuador sobre los problemas ambientales que ocasiona la contaminación de desechos orgánicos, y en especial los desechos ganaderos, y de las ventajas y oportunidades que proporciona la implementación de la tecnología de digestión anaerobia en el manejo adecuado de desechos y en la obtención de una fuente de energía renovable y autosustentable
- Contratar una consultoría especializada para el diseño y dimensionamiento de la planta de digestión anaerobia en la zona de interés.
- Capacitar a los ganaderos de la Organización Campesina de Urauco y demás interesados en la obtención de biogás y biol para el manejo ambiental y económicamente sustentable de los desechos orgánicos y la obtención de energía renovable en la zona
- Contar con un proyecto demostrativo para el manejo de los desechos orgánicos y la obtención de energías renovables en otras comunidades rurales del país que cuenten con características similares tanto climáticas como de generación de residuos y condiciones socio – culturales.
- Generar beneficios económicos y sociales por la obtención de energía renovable, aumento de la productividad y reducción de costos por el uso del biol y biogás.

### **7.2.3. Resultados esperados**

Los resultados esperados del presente proyecto son:

- El diseño y la construcción de una planta demostrativa de digestión anaerobia a mediana escala para el manejo de los desechos ganaderos por parte del equipo consultor contratado para la implementación de la tecnología.
- Puesta en marcha de la tecnología y capacitación de la población para su operación regular y eficiente.
- Reducción directa de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) por el manejo de los desechos ganaderos que por su degradación incontrolada generan grandes cantidades de GEI, principalmente CH<sub>4</sub> y CO<sub>2</sub>. Las emisiones de GEI son calculadas utilizando la metodología sugerida por la IPCC (IPCC, 1996)
- Producción continua de biogás para su utilización como fuente de energía renovable en la cadena productiva de subproductos lecheros en la zona y la reducción en el uso de energía eléctrica y reducción en el uso de combustibles primarios (reducción indirecta de GEI)
- Producción y venta de biol a nivel local y regional como fertilizante orgánico y sustituto de fertilizantes sintéticos (reducción indirecta de GEI por la sustitución de fertilizantes químicos importados, activación de la economía y generación de fuentes de trabajo)
- Difusión de los resultados y presentación del proyecto en otras comunidades rurales que generen una gran contaminación ambiental con sus desechos orgánicos
- Mejoramiento de la calidad del agua por la no contaminación de los ríos con los residuos ganaderos.

La meta de este proyecto es que la tecnología de digestión anaerobia a mediana escala sea difundida entre los pequeños, medianos y grandes productores del país. Para esto se debe fortalecer la capacidad organizativa y asociativa de los productores, lo cual es un requisito para el desarrollo de las zonas productoras.

### **7.2.4. Relación del proyecto con la política estatal de desarrollo sostenible**

El proyecto al ser desarrollado para tomar acciones correctivas y preventivas para atenuar los efectos del cambio climático, se encuentre alineado dentro de uno de los sectores priorizadas en el marco expuesto por el Gobierno Nacional dentro del Plan de Desarrollo Nacional y el Plan Nacional del Buen vivir (SENPLADES, 2007) (República del Ecuador, 2007). La tecnología de digestión anaerobia a mediana escala propuesta para el proyecto ha sido probada en países desarrollados con resultados óptimos en cuanto a la reducción de emisiones de GEI, así como la calidad de los productos obtenidos del proceso.

Además dada la naturaleza del proyecto y los beneficios que este tiene sobre el cambio climático por la reducción de emisiones de GEI, se puede pensar en aplicar a la obtención de bonos de carbono por medio de mecanismos de desarrollo limpio (MDL), lo cual necesita ser evaluado previamente por el Estado. Sin embargo, se debe evaluar en el momento que se realice el diseño si la cantidad de reducción de GEI es lo suficientemente alta para aplicar a estos fondos.

### **7.2.5. Prestaciones del proyecto**

El pilar fundamental del proyecto es el tratamiento exitoso de los desechos ganaderos generados por las actividades pecuarias del sector, mediante la utilización de la digestión anaerobia de los mismos. Dentro del diseño de la planta de digestión anaerobia se encuentra contemplados los análisis requeridos para encontrar los volúmenes para el funcionamiento de la planta así como la cantidad de biogás que se obtendrá. Esta tecnología seleccionada para el sector busca obtener productos como biol y biogás que puedan ser utilizados en los cultivos agrícolas de la zona así como auto sustentar su producción agrícola y pecuaria mediante la generación de energía térmica o eléctrica usando como combustible el biogás.

Los sistemas de digestión anaerobia generan beneficios económicos, productivos y sociales por la obtención de energía renovable. En cuanto a los beneficios económicos se puede generar una disminución en los costos de electricidad debido al aprovechamiento del biogás para producir energía eléctrica. El aumento de la productividad y reducción de costos de fertilizantes químicos por el uso del biol. Dentro de los beneficios sociales se encuentra la generación de nuevos puestos de trabajo para la operación de las plantas de digestión anaerobia.

Este proyecto servirá como proyecto piloto y demostrativo para difundir esta y otras tecnologías para el manejo de los desechos ganaderos y atraer a nuevos inversionistas interesados en la implementación de esta tecnología.

Además, el proyecto servirá para promover el cantón de Lloa como un centro de desarrollo sustentable e innovador en el país. La planta se acopla adecuadamente a las actividades que se han realizado en los últimos meses para hacer Lloa un lugar atractivo para el turismo ecológico. Además atraerá a visitantes e inversionistas que comparten la misma conciencia ambiental frente al cambio climático.

### **7.2.6. Alcance del proyecto y su posible implementación**

El proyecto beneficiará a los productores de la zona de Lloa al reducir la contaminación de ríos y demás recursos hídricos de la zona y las emisiones de gases de efecto invernadero, ocasionadas por el mal manejo de los desechos ganaderos. El proyecto buscará generar conciencia en las comunidades rurales del Ecuador sobre los problemas ambientales que

ocasiona la contaminación de desechos orgánicos, y de las ventajas y oportunidades que proporciona la implementación de la tecnología de digestión anaerobia en el manejo adecuado de desechos y en la obtención de una fuente de energía renovable y autosustentable.

Las instituciones públicas MAE y MAGAP, a través de las Entidades ejecutoras Escuelas de Revolución Agraria (ERAS), SECAP Servicio Ecuatoriano de Capacitación Profesional o SETEC (Secretaría Técnica de Capacitación y Formación Profesional.) deben crear programas de capacitación sobre conciencia ambiental orientadas a la población en general por medio de programas de difusión. De igual forma, se deben crear programas de capacitación masiva en radio, televisión a los productores organizados por el SENESCYT. El objetivo de estas charlas, talleres y cursos será la operación y manejo de sistemas de digestión anaeróbica ya que los productores desconocen las tecnologías ambientales y necesitan capacitarse.

### **7.2.7. Actividades del proyecto**

La metodología de trabajo va a basarse en la elaboración de un plan de trabajo con la definición de responsables y de hitos para cumplir con las diferentes actividades establecidas. Cada técnico tiene sus obligaciones y responsabilidades claramente definidas en una hoja de ruta detallada. Además se realizarán reuniones mensuales de avances de trabajo en las cuales se presentarán las metas alcanzadas al coordinador del proyecto y se resolverán inquietudes generales.

Las actividades a realizarse son las siguientes:

- Análisis de la materia prima en laboratorio y evaluación del potencial de producción de biogás versus carga orgánica específica.
- Diseño de la planta de digestión anaerobia de alta tecnología incluida definición del proceso, dimensionamiento y selección de equipos y maquinas, diseño de tuberías, implantación, diagramas de flujo,, instrumentación y presupuesto.
- Construcción y adquisición de los equipos, maquinas, tuberías, accesorios, instrumentación, etc.
- Montaje e instalación de equipos y maquinas.
- Puesta en marcha de la planta.
- Realización de charlas de concienciación ambiental a los habitantes de la zona para posteriormente ejecutar capacitaciones para la operación de la planta de digestión anaerobia.
- Se debe considerar el tema de campañas de capacitación de concienciación ambiental y manejo de desechos previo o paralelo a algunas de las actividades planteadas anteriormente.

## 7.2.8. Plazos

El objetivo de la transferencia y difusión de la tecnología de digestión anaerobia a mediana escala en Ecuador es que para el 2017 los productores y las asociaciones dispongan de una herramienta ampliamente conocida y difundida entre los productores para manejar ambientalmente los desechos en sus producciones y zonas de influencia. Para alcanzar este objetivo es importante que en el 2014 se haya contratado la consultoría o conseguido fondos para el diseño de un proceso de digestión anaerobia a mediana escala. Para el año 2025 se espera que se hayan implementado exitosamente proyectos en las zonas de estudio que sirvan para demostrar la tecnología e incentivar a demás asociaciones de productores ganaderos y avicultores en todo el Ecuador.

En la Tabla 46 se detalla el cronograma para la implementación de la tecnología de digestión anaerobia a mediana escala.

**Tabla 46: Plazo de ejecución para la implementación de la tecnología de digestión anaerobia a mediana escala**

Actividad	Trimestre / Año																			
	2013				2014				2015				2016							
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
Formulación del proyecto																				
Obtención de fuentes de financiamiento para construcción de sistema de digestión anaerobia en Lloa (o en Santo Domingo)																				
Contratación de proveedor de sistema (consultor)																				
Análisis de la materia prima en laboratorio y evaluación del potencial de producción de biogás																				
Diseño de la planta de digestión anaerobia de alta tecnología (definición del proceso, dimensionamiento y selección de equipos y maquinas, diseño de tuberías, implantación, diagramas de flujo, instrumentación y presupuesto)																				



1.3 Análisis y pruebas	25.000,00
1.4 Presentación de resultados	10.000,00
1.5 Costos administrativos / Overhead	10.000,00
<b>Subtotal</b>	<b>100.000,00</b>
<b>2 Equipos Principales y Secundarios</b>	
2.1 Sistema de almacenamiento de materia prima y pre-tratamiento	25.000,00
2.2 Sistema de biodigestión y post-tratamiento del biol	50.000,00
2.3 Sistema de utilización de biogás	35.000,00
2.4 Control e instrumentación	60.000,00
2.5 Transporte y montaje	10.000,00
2.6 Obra civil	40.000,00
2.7 Sistema eléctrico	10.000,00
2.8 Tubería y accesorios	20.000,00
<b>Subtotal</b>	<b>250.000,00</b>
<b>Costos Indirectos</b>	
<b>3 Gastos Financieros Administrativos e imprevistos</b>	50.000,00
<b>TOTAL MONTO DE LA OFERTA</b>	<b>400.000,00</b>

Este presupuesto sirve como línea base para su replicabilidad de acuerdo a la cantidad de desecho generada en el sector.

Los fondos necesarios para la ejecución del proyecto pueden ser obtenidos del presupuesto general del estado mediante apoyo y coordinación de los GADs y MAE. Estos recursos económicos pueden ser creados como fondos concursables para la implementación de proyectos ambientales innovadores. Las instituciones responsables del monitoreo, seguimiento y buen uso de los recursos económicos corresponde a las instituciones responsables del financiamiento para la ejecución del proyecto. Otra alternativa es la aplicación a fondos internacionales para proyectos de cambio climático, energías renovables o gestión ambiental, entre otros.

### **7.2.10. Evaluación del proyecto**

La evaluación del proyecto se realiza mediante la satisfacción de la comunidad con la planta de digestión anaerobia. El seguimiento lo deben realizar los GADs involucradas, además del MAE y MAGAP. Los resultados satisfactorios de la creación de la planta de digestión anaerobia se medirán mediante la operación continua satisfactoria de la planta, la calidad del biogás y biol producidos, así como la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> por el tratamiento de los desechos.

### **7.2.11. Posibles desafíos**

Los desafíos a los cuales se deben enfrentar la comunidad y el GAD encargado de la implementación de esta tecnología en el sector es la falta de empoderamiento de los GADs ya que sin la ayuda de esta institución es muy difícil sobrellevar la resistencia al cambio por parte de los moradores del sector y superar la etapa de adaptación con los actores. Esto puede ser alcanzado mediante una buena comunicación con los beneficiarios, es decir realizar charlas de adaptación en las cuales se explica a profundidad los beneficios de la tecnología para que la adopten de la mejor manera.

### **7.2.12. Responsabilidades y coordinación**

Dentro de las instituciones responsables por el manejo de la planta de digestión anaerobia a mediana escala se encuentran los Gobiernos Autónomos Descentralizados, el Ministerio del Ambiente y el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca y la Asociación de Urauco. El GAD, y MAE juntamente con el MAGAP tienen rectoría sobre proyectos locales y capacidad de ejecución de proyectos por lo cual deben monitorear el desarrollo del proyecto y coordinar entre las diferentes instituciones, así como brindarle apoyo en cuanto a la elaboración de todos los permisos de funcionamiento de la tecnología implementada. La realización de programas de capacitación sobre conciencia ambiental a la asociación de Urauco es una responsabilidad de las instituciones MAE, MAGAP, ERAS, SECAP y SETEC. Estas instituciones deben crear y coordinar programas de capacitación masiva en radio, televisión y capacitaciones a través de ERAS, SECAP. Por otro lado, el MCPEC y el MAE pueden apoyar el financiamiento de los proyectos mediante fondos no reembolsables para la implementación de proyectos pilotos. Generación de programas de proyectos (ejemplo: Innova-/ Cree-/Emprende Ecuador). La asociación de Urauco debe responsabilizarse del buen manejo y funcionamiento de la planta de digestión anaerobia, para esto debe capacitarse de manera adecuada y crear un manual de operación con su respectivo manual de problemas frecuentes.

## **7.3. IDEA DE PROYECTO DE COMPOSTAJE PARA AVICULTORES DEL CANTÓN DE SANTO DOMINGO**

### **7.3.1. Antecedentes**

Santo Domingo de los Tsáchilas logró su provincialización en el año 2007, después de un largo proceso que inició en 1966. Desde el año 2012 los cantones que la componen son: Santo Domingo y La Concordia. El cantón Santo Domingo, la capital de la provincia, cuenta con una superficie de 3 857 km<sup>2</sup> donde se ubican siete parroquias urbanas (Santo Domingo, Chiguilpe, Río Verde, Abraham Calazacón, Bombolí, Río Toachi y Zaracay) y siete parroquias rurales (San Jose de Alluriquín, Puerto Limón, Luz de América, San Jacinto del Búa, Valle Hermoso, Santa María del Toachi y El Esfuerzo). La población del canton Santo Domingo va creciendo rápidamente ya que cuenta con un rico comercio y el mayor mercado ganadero del país. Por su ubicación geográfica, constituye el principal punto de conexión entre la Costa y la Sierra, por esta razón es la cuarta ciudad con más población después de Guayaquil, Quito y Cuenca. Exhibe una intensa actividad productiva y comercial en el ámbito pecuario, dentro del cual destacan la ganadería bovina (tradicionalmente de carne y en años recientes también orientada a la producción de leche), la porcicultura y la avicultura (casi exclusivamente dedicada a la cría de pollos parrilleros). En la ciudad de Santo Domingo de los Colorados se realiza semanalmente una feria en la que se comercializan animales vivos al por mayor y menor, tanto de cría, como animales para el sacrificio.

La avicultura es una actividad que se divide en la cría pollos parrilleros (de carne) y gallinas ponedoras. En la provincia también están ubicadas varias incubadoras comerciales que producen pollitos de carne y pollitas para postura, empleando huevos fértiles producidos en otras provincias.

En la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas existen dos asociaciones de avicultores: AVISAD, dirigida por el señor Luis Yáñez, y otra cuyo presidente es el señor Juan Castillo. Se estima que existen 185 800 aves y el 50% es producido por producciones medianas de 10 – 50 UPAs. En estas granjas se producen y se venden en pie 3000 pollos quincenales; el estiércol (cama de viruta de madera) es vendido a comerciantes de Quito. La producción familiar o de traspatio ocupa el 3% y la de pequeños productores en UPAs de 1 -10 el 28% (CTT-USFQ, 2012).

En las explotaciones avícolas de postura, al concluir cada ciclo de crianza (6 a 7 semanas) toda la gallinaza (el estiércol con el material empleado en las camas) es rápidamente evacuada y comercializada en condiciones favorables. Por esta razón es explicable que, al menos en la actualidad, los avicultores muestren poco interés por la adopción de alguna de las tecnologías disponibles para el tratamiento de los desechos producidos por los animales. No obstante, frente a un eventual cambio de las condiciones actuales, la preferencia de los avicultores se inclina hacia la tecnología del compostaje debido a que sus explotaciones se encuentran dispersas y con baja capacidad de organización dificultando la recolección de los desechos para ser tratados.

### **7.3.2. Objetivo**

El objetivo general del proyecto es implementar un sistema de compostaje en la zona de estudio para el tratamiento de los desechos generados por los productores y así reducir la cantidad de emisiones GEI.

Los objetivos específicos son:

- Transferencia y difusión de la tecnología de en las zonas de estudio.
- Generar conciencia en las comunidades avícolas, pero también ganaderas, del Ecuador sobre los problemas ambientales que ocasiona la contaminación de desechos orgánicos y de las ventajas y oportunidades que proporciona la implementación del compostaje.
- Crear valor agregado a los desechos con lo cual podrán ser comercializados como abono orgánico a un precio mayor del que se venden las camas de gallinaza.
- Elaboración por parte de los GADs de un manual de operación y procedimiento para aplicar esta tecnología de forma fácil y planificada, y así cumplir con los requerimientos de la licencia ambiental otorgada por el Ministerio del Ambiente y requisito para poder tener explotaciones avícolas, porcinas o bovinas.
- Obtención de licencias ambientales por la creación de proyectos de mitigación de cambio climático.

### **7.3.3. Resultados esperados**

Los resultados esperados del presente proyecto son:

- Implementación de un sistema de compostajes demostrativo en una explotación avícola del cantón de Santo Domingo.
- Obtención de un abono orgánico libre de patógenos de valor agregado.
- Comercialización del producto obtenido en el mercado Ecuatoriano.
- Transferencia y difusión de la tecnología y presentación del proyecto en otras explotaciones avícolas y ganaderas, fortaleciendo la capacidad organizativa y asociativa de los productores, lo cual es un requisito para el desarrollo de las zonas productoras.
- Incremento de la dinámica económica de la provincia a través de la creación de un ingreso adicional.

#### **7.3.4. Relación del proyecto con la política estatal de desarrollo sustentable**

El proyecto al ser desarrollado para tomar acciones correctivas y preventivas para atenuar los efectos del cambio climático, se encuentra dentro del marco expuesto por el Gobierno Nacional dentro del Plan Nacional del Buen Vivir (SENPLADES, 2007) (República del Ecuador, 2007).

#### **7.3.5. Prestaciones del Proyecto**

Las ventajas del proyecto radican en el valor agregado que se dará a la gallinaza. De esta manera no solamente se obtendrá un producto que se comercializara a un mayor valor sino se garantizará que el nuevo abono orgánico contenga cero patógenos. El incremento en el precio del abono de gallinaza incentivará a los demás avicultores a generar productos confiables y de valor agregado.

#### **7.3.6. Alcance del Proyecto y Posible Implementación**

El proyecto beneficiara a los productores de la zona de Santo Domingo, en especial a los miembros de las asociaciones de avicultores existentes en la provincia. Así mismo, será una muestra para los demás sectores del país y generar una conciencia ambiental.

Por otro lado, una vez implementado el proyecto es necesario promover mayor participación ciudadana en coordinación con las diferentes instituciones relacionadas en la elaboración de soluciones a los problemas ambientales, sociales y económicos a través de proyectos, capacitaciones y participación (PNMCC). Las instituciones responsables de crear los cursos, talleres o mesas de dialogo son SENPLADES, SENESCYT, MCDS y GADs.

#### **7.3.7. Actividades del proyecto**

La metodología de trabajo va a basarse en la elaboración de un plan de trabajo con la definición de responsables y de metas para cumplir con las diferentes actividades establecidas. Cada técnico tiene sus obligaciones y responsabilidades claramente definidas en un cronograma detallado. Además se realizarán reuniones mensuales de avances de trabajo en las cuales se presentarán los avances al coordinador del proyecto y se resolverán inquietudes.

Las actividades a realizarse son las siguientes:

- Diseño y elección del tipo de la compostera a ser implementado de acuerdo al tamaño de las explotaciones avícolas.
- Selección de los equipos necesarios para la tecnología de compostaje y realización del presupuesto

- Adquisición de los equipos, máquinas, etc.
- Construcción de galpones para la ubicación de las composteras.
- Capacitación a los beneficiarios acerca del manejo de la tecnología de compostaje y condiciones óptimas.
- Realización de charlas de concienciación ambiental a los habitantes de la zona para posteriormente ejecutar capacitaciones para la operación de la planta de digestión anaerobia.
- Transferencia de conocimiento o tecnología a otras zonas geográficas y otro tipo de ganado.
- Se debe considerar el tema de campañas de capacitación de concienciación ambiental y manejo de desechos previo o paralelo a algunas de las actividades planteadas anteriormente.

### 7.3.8. Plazos

El plazo de implementación de los sistemas de compostaje, así como de la transferencia y difusión de la tecnología de compostaje es que hasta el año 2015 se hayan implementado las primeras composteras en las zonas de estudio. Se espera que hasta el 2017 los GADs puedan proveer a los productores con un manual de operación y procedimiento para aplicar esta tecnología de forma fácil y planificada, y así cumplir con los requerimientos de la licencia ambiental otorgada por el Ministerio del Ambiente y requisito para poder tener explotaciones avícolas, porcinas o bovinas.

En la Tabla 48 se detalla el cronograma para la implementación de la tecnología de compostaje.

**Tabla 48: Plazo de ejecución para la implementación de la tecnología de compostaje**

Actividad	Trimestre / Año																			
	2013				2014				2015				2016				2017			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
Formulación de proyectos	■	■																		
Obtención de fuentes de financiamiento para construcción de sistema de compostaje en Quijos (o en Santo Domingo o Manabí.			■	■																
Contratación de proveedor de sistema				■																

(consultor)																			
Diseño y elección del tipo de la compostera a ser implementado de acuerdo al tamaño de las explotaciones avícolas.																			
Selección de los equipos necesarios para la tecnología de compostaje y realización del presupuesto																			
Adquisición de los equipos, máquinas, etc.																			
Construcción de galpones para la ubicación de las composteras.																			
Capacitación a los beneficiarios acerca del manejo de la tecnología de compostaje y condiciones óptimas.																			
Realización de charlas de concienciación ambiental a los habitantes de la zona para posteriormente ejecutar capacitaciones para la operación de composteras.																			
Transferencia de conocimiento o tecnología a otras zonas geográficas y otro tipo de ganado.																			
Se debe considerar el tema de campañas de capacitación de concienciación ambiental y manejo de desechos previo o paralelo a algunas de las actividades planteadas anteriormente																			

### 7.3.9. Presupuesto/ requerimiento de recursos

Dentro del presupuesto para la implementación de la tecnología se consideran los costos directos e indirectos para la implementación del proyecto de digestión anaerobia. Dentro del rubro de equipos principales y secundarios se encuentra contemplada la posibilidad de adquirir equipos para voltear las composteras ya que si se tiene una gran cantidad de desechos se dificulta la aeración correcta de las composteras retrasando el proceso de digestión aerobia. En la Tabla 49 se detallan los costos necesarios para la implementación de un sistema de compostaje.

**Tabla 49 Costos Directos e Indirectos para la implementación de la tecnología de compostaje**

Descripción	TOTAL USD
<b>Costos Directos</b>	
<b>1 Consultoría/ Ingeniería</b>	
1.1 Personal	16.000,00
1.2 Viajes	5.000,00
1.3 Análisis y pruebas	5.000,00
1.4 Presentación de resultados	5.000,00
1.5 Costos administrativos / Overhead	5.000,00
<b>Subtotal</b>	<b>36.000,00</b>
<b>2 Equipos Principales y Secundarios</b>	
2.1 Sistema de almacenamiento de materia prima y pre-tratamiento	3.000,00
2.2 Sistema de compostaje y volt	20.000
2.3 Obra civil	15.000,00
<b>Subtotal</b>	<b>38.000,00</b>
<b>Costos Indirectos</b>	
<b>3 Gastos Financieros y Administrativos e imprevistos</b>	6.000.00
<b>TOTAL MONTO DE LA OFERTA</b>	<b>80000.00</b>

Los recursos económicos y estímulos financieros necesarios para la implementación de los proyectos deben provenir de instituciones públicas como el MCPEC o el MAE. Estas deben crear la disponibilidad de líneas de crédito en condiciones blandas: aumento en periodos de gracia, mayores plazos, bajas tasas de interés; o la entrega de fondos no reembolsables para financiar proyectos piloto. Otra alternativa es la aplicación a fondos internacionales para proyectos de cambio climático, desarrollo de la agricultura y ganadería o gestión ambiental, entre otros.

### **7.3.10. Evaluación del proyecto**

El compostaje es una tecnología muy conocida para el manejo de desechos orgánicos y ha sido ampliamente utilizada en todo el mundo. Los resultados obtenidos de la implementación de esta tecnología serán monitoreados por los GADs quienes son responsables del seguimiento del proyecto. El sistema piloto debe servir de proyectos demostrativos para captar el interés de nuevos avicultores. La evaluación se hará de acuerdo a la calidad del compost obtenido mediante esta tecnología, es decir su porcentaje de Carbono, Nitrógeno, Fosforo y Potasio, y la cantidad de desechos tratados en los GADs.

### **7.3.11. Posibles desafíos**

Los principales desafíos a los cuales se enfrentaran los actores al momento de implementar los sistemas de compostaje en sus diferentes explotaciones serán la disponibilidad del espacio requerido para la construcción de las composteras y la dificultad de acceder a créditos para la construcción de galpones donde ubicar sus composteras. Por otro lado, al momento que se busque comercializar la gallinaza a un mayor precio tal vez no tenga la aceptación debida causando un impacto negativo en el avicultor que en el peor de los casos optará por abandonar el compostaje de desechos y vender su gallinaza a un menor valor.

### **7.3.12. Responsabilidades y coordinación**

Las instituciones estatales MAE y MAGAP juegan un papel importante en la implementación de estas tecnologías ya que deben brindar apoyo técnico especializado. Así mismo, el SENPLADES y MCDS deben empoderar y delegar a Municipios GADs para mejorar los trámites burocráticos del sector público y agilizar la obtención de licencias y permisos ambientales para la implementación de la tecnología de compostaje. La obtención de crédito de fondos concursables nacionales o internacional, por ejemplo en la CFN, SENPLADES, etc deben ser coordinados y apoyados por el MAE y el MAGAP ya que estas instituciones tienen un mayor conocimiento de las líneas de crédito existentes. De esta forma los avicultores de la zona tendrán un acceso fácil a la tecnología de compostaje. Además, los dirigentes de las dos asociaciones existentes deben fomentar e incentivar a sus socios a tratar los desechos de sus explotaciones exponiéndoles los beneficios y la mejora de calidad que darán a la gallinaza.

Las posibilidades de financiamiento para los proyectos ambientales pueden ser: el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) cuyo objetivo es beneficiar nuevos proyectos encaminados al cuidado de la biodiversidad y el cambio climático. Otra opción de financiamiento es la solicitud de préstamos a bancos privados como es el caso del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), el cual está invirtiendo en proyectos del sector privado relacionados con energía renovable y eficiencia energética en América Latina y el Caribe.

Finalmente, las campañas de difusión del plan de manejo ambiental para la gestión de los desechos sólidos y líquidos, y de las normativas y directrices que deben ser implementadas, controladas y sancionadas es responsabilidad de los GADs juntamente con el SENESCYT, MAE la Secretaría de Comunicación.

## **7.4. IDEA DE PROYECTO DE DIGESTIÓN ANAEROBIA A PEQUEÑA ESCALA PARA PORCICULTORES DEL CANTÓN QUIJOS**

### **7.4.1. Antecedentes**

El cantón Quijos es uno de los cinco cantones de la provincia de Napo y está ubicado en el Centro Norte de la provincia. La provincia está dividida en dos partes, la una que está ubicada en la ramificación del flanco de la cordillera oriental de los Andes al pie del volcán Antisana, que es una de las zonas ecológicas más ricas en flora y fauna de la amazonia, y otra, en el sector del alto Napo que comprende las zonas pertenecientes al volcanismo moderno. El cantón forma parte de los valles constituidos por los ríos Papallacta, Quijos y Cosanga. Este cantón cubre un área de 1.612 km<sup>2</sup> y consta de cinco parroquias: Baeza, Cosanga, Cuyuja, Papallacta, Sumaco y Borja. Los principales cauces de agua son el río Quijos y Borja. El valle de Quijos es una zona rica en restos arqueológicos; aguas termales, lagunas; cascadas, ríos de corriente rápida ideales para deportes de riesgo.

Quijos se ha destacado tradicionalmente por ser un cantón eminentemente ganadero orientado a la producción de leche con aproximadamente 2.000 vacas en producción. Se estima que diariamente se producen 8.000 litros de leche que se comercializan mediante entrega a las empresas procesadoras como: Nestlé, El Ordeño y Rey Leche. Es evidente la preponderancia de ganaderías en toda la zona, lo cual se debe a los amplios pastizales que se encuentran en el sector. Dada la cercanía a Quito y a la influencia de la región interandina, la gran mayoría de la población ganadera está constituida por animales mestizos de raza Holstein. Según el censo agropecuario del 2010 existen apenas 14 cabezas de ganado en producciones de traspatio y sobre 100 cabezas en producciones de hasta 20 hectáreas (SINAGAP, 2012). La zona consta principalmente de UPAs pequeñas de 20 a 50 hectáreas con aproximadamente igual número de cabezas de ganado, dando una carga animal de 1 cabeza de ganado por cada hectárea de terreno.

### **7.4.2. Objetivos**

El objetivo general para la transferencia y difusión de la tecnología de digestión anaerobia a pequeña escala es desarrollar modelos demostrativos que permitan comprobar la validez de la tecnología, y familiarizar a los productores con la misma.

Entre los objetivos específicos se encuentra:

- Contratar una consultoría especializada que valide la tecnología a pequeña escala y diseñe los diferentes procesos para la implementación de la misma.
- incorporación de planes de manejo ambiental que deben ser elaborados por especialistas y productores para generar un documento que permitirá una transferencia de tecnología más simple al alcance de los productores y con resultados comprobados.
- Implementar sistemas de digestión anaerobia a pequeña escala en por lo menos 30% de los productores de las zonas de interés.

### **7.4.3. Resultados esperados**

Los resultados esperados del presente proyecto son:

- Realizar el estudio para encontrar las condiciones favorables para la digestión anaerobia a pequeña
- Implementación de la tecnología de compostaje y capacitación de la población para su operación regular y eficiente
- Reducción directa de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) por el manejo de los desechos ganaderos que por su degradación incontrolada generan grandes cantidades de GEI, principalmente CH<sub>4</sub> y CO<sub>2</sub>.
- Producción y consumo local del biol como fertilizante orgánico y sustituto de fertilizantes sintéticos (reducción indirecta de GEI por la sustitución de fertilizantes químicos importados)
- Estudio del mejoramiento de la calidad del agua en el sector.
- Difusión de los resultados y presentación del proyecto en otras comunidades rurales.

### **7.4.4. Relación del Proyecto con la Política Estatal de Desarrollo Sustentable**

El proyecto al ser desarrollado para tomar acciones correctivas y preventivas para atenuar los efectos del cambio climático, se encuentra dentro del marco expuesto por el Gobierno Nacional dentro del Plan Nacional del Buen Vivir (SENPLADES, 2007) (República del Ecuador, 2007). Además se alinea con el objetivo estratégico 1 planteado para el Plan Nacional de Mitigación al Cambio Climático que se encuentra descrito en la Estrategia Nacional de Cambio Climático (Ministerio del Ambiente, 2012). Con lo cual las carteras de estado MAGAP y MAE son las entidades responsables. La tecnología propuesta para el proyecto de digestión anaerobia a pequeña ha sido antes implementada en el Ecuador sin obtener resultados alentadores. En esta idea de proyecto mediante la realización de una consultoría especializada se buscará las condiciones óptimas de funcionamiento de los biodigestores a pequeña escala para maximizar los productos obtenidos del proceso y

reducir las emisiones de GEI a la atmósfera. se deben considerar además los presupuestos que manejan el MAE y el MAGAP

#### **7.4.5. Prestaciones del Proyecto**

El pilar fundamental del proyecto es el tratamiento exitoso de los desechos ganaderos generados por las actividades pecuarias del sector, mediante la utilización de la digestión anaerobia a pequeña escala. Esta tecnología seleccionada para el sector busca obtener productos como biol y biogás que puedan ser comercializados o utilizados internamente en los cultivos agrícolas de los productores y para el uso energético interno. La activación de la economía por la venta del biol, el mejoramiento de los cultivos y los beneficios del uso de biogás, así como la reducción en la compra de fertilizantes químicos son los principales beneficios del proyecto.

#### **7.4.6. Alcance del Proyecto y Posible Implementación**

El proyecto beneficia a los productores de la zona de Quijos y reduce la contaminación de los ríos y demás recursos hídricos de la zona ocasionada por el mal manejo de los desechos ganaderos y su eliminación en las fuentes de agua. La reducción de emisiones de gases de efecto invernadero para esta tecnología se estima en  $43,5E+06$  ton de  $CO_{2-eq}$  / ton desecho tratada por año. Se planifica implementar 50 biodigestores a pequeña escala, donde cada familia cuenta con promedio 3 puercas. Considerando que por cada puerca madre, incluidos los lechones, se producen 15 kg de desechos al día, se podrían reducir  $35,7E+09$  toneladas de  $CO_{2-eq}$  por año. El proyecto servirá además como un ejemplo de desarrollo rural, conciencia ambiental, producción orgánica y energías renovables para los demás sectores del país.

Antes de la implementación del proyecto se deben realizar campañas de capacitación destacando la importancia de la participación activa de los beneficiarios en el proceso de enseñanza-aprendizaje con cursos gratuitos y certificación para la gestión de residuos. Además se debe proveer a productores y demás interesados de conocimientos necesarios sobre la tecnología, su aplicación y beneficios existentes acorto y largo plazo. También, es de suma importancia promover mayor participación ciudadana en coordinación con las diferentes instituciones relacionadas en la elaboración de soluciones a los problemas ambientales, sociales y económicos a través de proyectos, mesas de diálogo, talleres y seminarios de difusión

#### **7.4.7. Actividades del Proyecto**

La metodología de trabajo va a basarse en la elaboración de un plan de trabajo con la definición de responsables y de hitos para cumplir con las diferentes actividades

establecidas. Cada técnico tiene sus obligaciones y responsabilidades claramente definidas en un cronograma detallado. Además se realizarán reuniones mensuales de avances de trabajo en las cuales se presentarán los avances al coordinador del proyecto y se resolverán inquietudes.

Las actividades a realizarse son las siguientes:

- Análisis de la materia prima en laboratorio y evaluación del potencial de producción de biogás versus carga orgánica específica.
- Desarrollo y diseño de digestores anaerobios a pequeña escala de bajo costo.
- Construcción y adquisición de los 50 digestores del proyecto.
- Calificación a productores para préstamo de digestores y entrega de los mismos.
- Capacitación y operación de digestores anaerobios.
- Evaluación de resultados obtenidos en zona de estudio.

#### 7.4.8. Plazos

La tecnología de digestión anaerobia a pequeña escala busca la transferencia y difusión de la tecnología y que hasta el año 2017 se hayan desarrollado modelos demostrativos que permitan comprobar la validez de la tecnología, y familiarizar a los productores con la misma. Además se espera que hasta el 2025 el procedimiento y la implementación se hayan incorporado en los planes de manejo ambiental que deben preparar los productores. Los GADs pueden brindar soporte proporcionando la tecnología a los productores para la elaboración de los planes de manejo ambiental necesarios para la obtención de licencias y permisos ambientales. Una vez disponible la tecnología se espera que hasta el 2020 se hayan implementado exitosamente biodigestores a pequeña escala en al menos el 30% de los pequeños productores de las zonas de interés.

En la Tabla 50 se detalla el cronograma para la implementación de la tecnología de digestión anaerobia a pequeña escala con los plazos de ejecución de las diferentes actividades.

**Tabla 50: Plazo de ejecución para la implementación de la tecnología de compostaje**

Actividad	Trimestre / Año																
	2013				2014				2015				2016				2017
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Obtención de fuentes de financiamiento para construcción de sistema de compostaje en																	

Quijos (o en Santo Domingo o Manabí.																				
Contratación de proveedor de sistema (consultor)																				
Análisis de la materia prima en laboratorio y evaluación del potencial de producción de biogás versus carga orgánica específica																				
Desarrollo y diseño de digestores anaerobios a pequeña escala de bajo costo																				
Construcción y adquisición de los 50 digestores del proyecto																				
Calificación a productores para préstamo de digestores y entrega de los mismos																				
Capacitación y operación de digestores anaerobios																				
Evaluación de resultados obtenidos en zona de estudio																				

#### 7.4.9. Presupuesto/ requerimiento de recursos

El proyecto de implementación de la tecnología de digestión anaerobia a pequeña escala tiene un valor mayor en la consultoría ya que como se ha mencionado en el país ya se ha implementado esta tecnología sin tener resultados favorables. Por esta razón, se deben realizar estudios preliminares que validen y garanticen las condiciones óptimas para el desempeño de los reactores. Dentro de la consultoría se determinara el tamaño de cada biodigestor de acuerdo a la cantidad de desecho, análisis de las materias primas y finalmente la elección del material de construcción de los biodigestores. Dentro del rubro de adquisición de los equipos principales se encuentra el valor requerido para la construcción de 25 digestores a pequeña escala resultado de la investigación de la consultoría. En la Tabla 51 se detallan los costos de implementación de la tecnología incluidas las investigaciones necesarias para desarrollar y diseñar los sistemas y la construcción de 25 sistemas para ser utilizados por los GADs. sistemas para ser utilizados por los GADs. Las posibilidades de financiamiento para los proyectos ambientales pueden ser: el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) cuyo objetivo es beneficiar nuevos proyectos encaminados al cuidado de la biodiversidad y el cambio climático. Otra opción de financiamiento es la solicitud de préstamos a bancos privados como es el caso del banco argentino Galicia el cual por pedio de la adhesión a los Principios de Ecuador nos compromete a evaluar, con criterios ambientales y sociales, los proyectos de inversión de clientes de nuestra cartera de empresas, que financiamos a través de créditos superiores a los \$750.000. Por otro lado, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) esta invierto en

proyectos del sector privado relacionados con energía renovable y eficiencia energética en América Latina y el Caribe.

**Tabla 51: Costos directos e indirectos para la implementación de la tecnología de digestión anaerobia a pequeña escala**

Descripción	TOTAL USD
<b>Costos Directos</b>	
<b>1</b> Consultoría/ Ingeniería (ID&i)	
1.1 Personal	50.000,00
1.2 Viajes	15.000,00
1.3 Análisis y pruebas	20.000,00
1.4 Construcción de biodigestores anaerobios a pequeña escala de prueba	80.000
1.4 Presentación de resultados	5.000,00
1.5 Costos administrativos / Overhead	10.000,00
<b>Subtotal</b>	<b>180.000,00</b>
<b>2</b> Equipos Principales y Secundarios (Implementación de 50 digestores anaerobios 5000 USD/ digestor)	
2.1 Construcción de 50 digestores anaerobios de bajo costo para préstamo a productores	250.000,00
<b>Subtotal</b>	<b>250.000,00</b>
<b>Costos Indirectos</b>	
<b>3</b> Gastos Financieros y Administrativos e imprevistos	20000.00
<b>TOTAL MONTO DE LA OFERTA</b>	<b>450.000.00</b>

El financiamiento necesario para realizar el estudio y posterior implementación de la tecnología de digestión anaerobia a pequeña escala, puede ser obtenida mediante gestión de instituciones gubernamentales como SENPLADES, MAE, MAGAP, GADs, ERAS,

SECAP. Estas instituciones mediante la generación de fondos concursables nacionales e incentivar a la obtención de fondos monetarios internacionales permitirán a los productores contar con proyectos ambientales de manejo de desechos a través de la entrega de digestores anaerobios.

#### **7.4.10. Evaluación**

La implementación exitosa de la tecnología de biodigestión anaerobia a pequeña escala se evaluará a mediante la validación y los resultados exitosos obtenidos de la tecnología a partir del estudio realizado por la consultoría. Así mismo, los ganaderos que adopten esta tecnología deben crear junto con el apoyo del equipo consultor un procedimiento sencillo que pueda ser incorporado a los diferentes planes de manejo ambiental. Las instituciones responsables de la ejecución del proyecto son los GADs correspondientes, y la evaluación del proyecto estará a cargo del MAE, el MAGAP, instituciones financieras nacionales o internacionales que inviertan en el proyecto, y el equipo consultor responsable del desarrollo e implementación de la tecnología.

#### **7.4.11. Posibles Desafíos**

El principal desafío de la implementación de esta tecnología será la comprobación del correcto funcionamiento de la tecnología así como su replicabilidad en diferentes sectores. Como se mencionó, en el Ecuador se han construido biodigestores a pequeña escala sin mayor acogida, debido a problemas en el diseño y la capacitación de los beneficiarios. El desafío será obtener las condiciones específicas de funcionamiento de los biodigestores así como su tamaño y material de construcción para lograr tener digestores funcionales y de fácil manejo para los productores.

#### **7.4.12. Responsabilidades y Coordinación**

Dentro de las instituciones responsables por el manejo de la planta de digestión anaerobia a pequeña escala se encuentran el Ministerio del Ambiente, Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. Estas instituciones gubernamentales tienen el compromiso de apoyar y monitorear el desarrollo del proyecto. Los consultores encargados del desarrollo de la tecnología darán seguimiento apoyo y capacitación a los productores para asegurar los resultados exitosos de la implementación. Mientras que la ejecución está dentro de la rectoría de los GADs. Las instituciones SENPLADES, SENESCYT, MCDS, GADs, MAE y MAGAP tienen la responsabilidad de promover mayor participación ciudadana y proveer los conocimientos necesarios para la implementación de la tecnología mediante la realización de en coordinación con las diferentes instituciones relacionadas en la elaboración de soluciones a los problemas ambientales, sociales y económicos a través de realización de proyectos, y capacitaciones.

# REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agrocalidad / MAGAP. (2010). Encuesta Nacional Sanitaria de granjas porcinas. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Almediam. (2002). *SOS desde Napo - Ecuador*. Recuperado el 05 de 04 de 2012, de ALMERÍA MEDIO AMBIENTE -ALMEDIAM: [http://www.almediam.org/noticias/Noticias\\_645.htm](http://www.almediam.org/noticias/Noticias_645.htm)
- Anderson, D. (2006). *Rendering Operations*. Arlington: Kirby Lithographic Cpmpany.
- Aranda, U. A., Zabalza, B. I., Martinez, G. A., & Scarpellini, S. (2005). *Análisis de ciclo de Vida comoherramienta de gestión empresarial*. Madrid: McGraw-Hill.
- Barbado, J. L. (2003). *Hongos Comestibles*. Buenos Aires: Albatros.
- Buenos enlaces. (2011). *Imagenes para colorear e imprimir*. Obtenido de Mapa de Ecuador para colorear: [http://www.buenosenlaces.com/dibujos\\_mapa\\_de\\_Ecuador\\_colorear\\_imprimir.html](http://www.buenosenlaces.com/dibujos_mapa_de_Ecuador_colorear_imprimir.html)
- Climatetechwiki. (2011). *Climateteckwiki A Clean Technology Platform*. (UNDP/UNEP/REEEP/Risoe, Editor) Obtenido de Manure Management Practises: <http://climatetechwiki.org/technology/manure-management>
- Comisión GADs. (2009). *Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización de la Comisión de Gobiernos Autónomos, Descentralización, Competencias y Organización Territorial*. Qito: Asamblea Nacional.
- Constitución. (2008). *Constitución del Ecuador*. (A. Constituyente, Ed.) Montecristi: República del Ecuador.
- 2008Constitución de la República del EcuadorQuitoRepública del Ecuador
- Corporación Nacional de Avicultores del Ecuador. (2007). Gremio avícola nacional sus acciones, inidencias de las mismas y la necesidad del fortalecimiento Gremial. Quito, Ecuador.
- Craggs, R. J., Sukias, J. P., Tanner, C. T., & Davies-Colley, R. J. (2004). Advanced pond system for dairy-farm effluent treatment. *New Zealand Journal of Agricultural Research* , 47, 449 - 460.
- CTT-USFQ. (2012). *Informe Ealuación de las Necesidades Tecnológicas en el Sector Gaanadero*. Quito.
- CTT-USFQ. (2012). *Informe I: Informe de Evaluación de Necesidades Tecnológicas*. Quito: Ministerio del Ambiente, República de Ecuador.
- CTT-USFQ\_III. (2012). *Informe III Plan de Acción Tecnológica*. Quito: Ministerio del Ambiente.

- CTT-USFQ-II. (2012). *Informe II: Reporte de Análisis de Barreras para la Transferencia de Tecnología y Entorno Habilitante*. Quito: Ministerio del Ambiente, República de Ecuador.
- Department for Communities and Local Government. (2009). *Multi-criteria analysis: a manual*. London: Communities and Local Government Publications.
- *Depuración Industrial | Depuradoras Aguas Residuales*. (2011). Recuperado el 26 de Febrero de 2012, de Tratamiento Primario: <http://www.cyclucid.com/tratamiento-aguas/tratamiento-primario>
- Dhar, S., Painuly, J., & Nygaard, I. (2010). *Organising the National TNA Process: An Explanatory Note*. Denmark: UNEP Risoe Centre .
- Dirección de Planificación - GPP. (s.f.). Mapa físico de Manabí.
- DMDT. (2003). *Plan General de Desarrollo Territorial*. Quito: Dirección Metropolitana de Desarrollo y Vivienda.
- DMPT. (2003). *Cuencas hidrográficas del Distrito Metropolitano de Quito*. Quito: Dirección Metropolitana de Planificación Territorial.
- Droste, R. L. (1997). *Theory and Practice of Water an Watewater Treatments*. United States: John Wiley & Sons, Inc.
- ECU/99/31. (2001). *Comunicación Nacional República del Ecuador Convención Marco de las Naciones Unidas*. (C. N. Ambiente, Ed.) Quito: República del Ecuador.
- Ecuador Ciencia. (9 de Julio de 2008). *El biodigestor, una técnica para obtener gas y abono orgánico*. Recuperado el 12 de 2012, de <http://www.ecuadorciencia.org/articulos.asp?id=5006>
- ESPAC-INEC. (2010). *Visualizador de las Estadísticas Agropecuarios del Ecuador - ESPAC 2010*. Recuperado el 01 de 01 de 2012
- FAO. (2006). Livestock's long shadow. En O. d. Agricultura, *Environmental issues and options*. Rome: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- FAO. (2012). *Sistemas de Información de los recursos del pienso*. Recuperado el 26 de Febrero de 2012, de <http://www.fao.org/ag/AGA/AGAP/FRG/afri/espanol/Document/tfeed8/Data/494.HTM>
- FCCC/INFORMAL/84. (1992). *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Cliimático*. Naciones Unidas.
- Ferrer, K. S. (2008). *Tratamiento Biológico de Aguas Residuales*. México: Akfainega.
- Fink, A. (1988). *Fertilizantes y fertilización*. Barcelona: Reverté.
- Frenken, K., Margat, J., & Faurès, J. M. (2005). Key Water Resources Statistics in AQUASTAT. *International Work Session on Water STatistics*, (págs. 1-13).

- GAD Municipalidad de Santo Domingo. (2011). *Gobierno Autónomo Decentralizada Municipalidad de Santo Domingo*. Recuperado el 02 de 04 de 2012, de [www.santodomingo.gov.ec](http://www.santodomingo.gov.ec)
- GEF/PNUD/MAE. (2011). *Segunda Comunicación Nacional sobre Cambio Climático Convención Marco de las Naciones Unidas*. (C. M. Climático, Ed.) Quito: República del Ecuador.
- Gobierno Provincial de Manabí. (2012). *Cantones*. Manabí, Ecuador.
- Hernández, A. (2003). *Microbiología Industrial*. Costa Rica: EUNED.
- Ibarz, A. (2005). *Operaciones Unitarias en la Ingeniería de alimentos*. España: Mundi-Prensa.
- INEC. (2009). *Datos estadísticos agropecuarios - Resumen ejecutivo*. Quito: Instituto Nacional de Estadística y Censo.
- INEC-MAG-SICA. (2002). *III Censo Nacional Agropecuario*. Quito: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos - Ministerio de Agricultura / SICA.
- INHAMI. (2010). *Características generales del clima en el Ecuador*. Quito: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología.
- IPCC. (2008). *Cambio Climático 2007 Informe de Síntesis*. Ciebra: Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático.
- IPCC. (2000). *Methodological and technological issues in technology transfer*. Cambridge: Cambridge University Press.
- IPCC. (1996). *Technologies, Policies and Measures for Mitigating Climate Change*. Intergovernmental Panel on Climate Change.
- López, A. (2004). *Biotecnología Alimentaria*. México: Limusa S.A.,
- MAE . (2011-02). *Estructura Institucional Proyecto de Evaluación de las Necesidades Tecnológicas (ENT) para el Cambio Climático*. Ministerio de Ambiente Subsecretaría de Cambio Climático. Quito: República del Ecuador.
- MAE. (2012). *Ayuda Memoria 004: Reunión de la Comisión Técnica Sectorial Ganadería*. Quito: Ministerio del Ambiente - República del Ecuador.
- MAE. (2010). *Informe Cambio Climático*. Quito: Ministerio de Ambiente de la República del Ecuador.
- MAE. (2011). *Proyecto ENT Ecuador. Taller Regional Proyecto ENT Buenos Aires 2011*. Buenos Aires: Ministerio del Ambiente, República del Ecuador.
- MAE. (2011). *Términos de Referencia para la Consultoría: Evaluación de las necesidades tecnológicas para el manejo y tratamiento de desechos sólidos u líquidos en el sector ganadero*. Quito: Ministerio de Ambiente Gobierno del Ecuador.
- MAE-GEF-PNUD ECU/99/G3. (2002). *Cambio Climático Fase II Prioridades Nacionales en Transferencia de Tecnología en Cambio Climático*. Quito: Ministerio de Ambiente República del Ecuador.

- MAG/INHAMI. (1998). *Estudio del Cambio Climático en el Ecuador. Evaluación de Mitigación: sector no energético. so del Suelo Sector Agropecuario*. Quito: Ministerio de Agricultura e Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología.
- MAG/INHAMI. (1998). *Vulnerabilidad de la Agricultura ante el Cambio Climático*. Quito: Ministerio de Agricultura e Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología.
- MAGAP - SINAGAP. (2000). *Sistema de Información Nacional de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca*. Recuperado el 10 de 04 de 2012, de II Censo Nacional Agropecuario 2000: <http://www.magap.gob.ec/sinagap/>
- MAGAP. (2002). *Censo Agropecuario*. Quito: Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca - República del Ecuador.
- Marañón Maison, E. e. (1998). *Generación de Residuos de Ganadería Vacuna (purines) en Asturias. Problemática y Tratamiento*. Oviedo: Servicios de Publicaciones Universidad de Oviedo.
- Metcalf & Eddy Inc. (1995). *Ingeniería de Aguas Residuales. Madrid*. Madrid: MacGraw-Hill.
- Metcalf & Eddy, I. (2003). *Wastewater Engineering, Treatment and Reuse 4th Edition*. New York: McGraw-Hill.
- Ministerio de Salud Ecuador, O. P. (2009). *Estrategia de Cooperación de País de la OPS/OMS en Ecuador, periodo 2010 - 2014*. Washington D.C.: Ministerio de Salud y Organización Panamericana de la Salud.
- Ministerio del Ambiente. (2012). *Estrategia Nacional de Cambio Climático del Ecuador 2012-2025*. Quito: República del Ecuador.
- Ministerio del Ambiente. (2012). *Estrategia Nacional de Cambio Climático del Ecuador ENCC 2012 -2025*. Quito: República del Ecuador.
- Ministerio del Ambiente. (2008). *Política y Estrategia Nacional sobre Cambio Climático*. Ministerio del Ambiente, Dirección de Cambio Climático. Quito: Gobierno del Ecuador.
- Moreno Casco, J., & Moral Herrero, R. (2008). *Compostaje*. Madrid: Mundi Prensa.
- Moreno Casco, J., & Moral Herrero, R. (2008). *Compostaje*. Madrid: Mundi Prensa.
- Moreno Casco, J., & Moral Herrero, R. (2008). *Compostaje*. Madrid: Mundi Prensa.
- Ontaneda, G. (2007). Evidencias de Cambio Climático en el Ecuador. En GEF/PNUD/MAE, *Segunda Comunicación Nacional sobre Cambio Climático*. Quito: Instituto de Meteorología e Hidrología.
- Ortiz Cañavate, J. (2003). *Las Máquinas Agrícolas y su aplicación : , 2003*. México: Mundi-Prensa.
- PNUD. (2010). *Manual para realizar una Evaluación de necesidades en materia de tecnología para el cambio climático*. New York: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.

- Purcel, D. L., & Anderson, J. R. (1997). Agricultural Research and Extension: achievements and problems in national system. En B. Mundial, *Operations Evaluation Study* (pág. 2). Washington.
- Qamar, M. (2000). *Agricultural extension at the turn of the millenium: trends and challenges*. In: *Políticas de desarrollo agrícolas: Conceptos y principios*. 8. *El papel y el contexto de la tecnología agrícola: Papel de la investigación y la extensión*. FAO . Obtenido de [www.fao.org/docrep/007/y5673s/5673s1m.htm](http://www.fao.org/docrep/007/y5673s/5673s1m.htm).
- Ramirez, F. (February de 2012). *El Agua Potable*. Recuperado el 23 de February de 2012, de Decantación: <http://www.elaguapotable.com/decantacion.htm>
- Ramirez, P., Izquierdo, F., & Paladines, O. (1996). *Producción y Utilización de Pastizales en Cinco Zonas Agroecológicas del Ecuador*. Quito: MAG-GTZ-REPAAN.
- República del Ecuador. (2007). *Plan Nacional para el Buen Vivir 2009 - 2013, Construyendo un Estado Plurinacional e Intercultural*. Quito: República del Ecuador.
- SENPLADES. (2007). *Plan Nacional de Desarrollo 2007-2010 Planificación para la Revolución Ciudadana* . Quito : Editado por Secretaría Nacional de PLANIFICACIÓN y Desarrollo República del Ecuador.
- SENPLADES. (2009). *Plan Nacional para el Buen Vivir 2009 - 2013: Construyendo un Estado Plurinacional e Intercultural*. (S. N. Desarrollo, Ed.) Quito: República del Ecuador.
- Sewage. (2003). *Handbook of Water and Wastewater Microbiology*. Elsevier: Great Britain.
- SICA/MAG. (2002). *III Censo Agropecuario*. Obtenido de <http://www.sica.gov.ec/censo/>
- SINAGAP. (10 de 04 de 2012). Sistema de Información Nacional de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Skoog, D. e. (2005). *Fundamentos de Química Analítica*. Madrid: International Thomson.
- Storth. (s.f.). *Storth Specialist Manufacturers of SLurry Handling Equipment*. Obtenido de Slurry Storage: [http://www.storthmachinery.co.uk/?SLURRY\\_STORAGE](http://www.storthmachinery.co.uk/?SLURRY_STORAGE)
- The Poultry Site. (2007). *The Poultry Site*. Obtenido de High Capacity Manure Drying Tunnel: <http://www.thepoultrysite.com/articles/932/high-capacity-manure-drying-tunnel>
- Townsend, C. R., Begon, M., Harper, J. L., Hoffmeister, T. S., Steidle, J. L., & Thomas, F. (2009). Teil 4. En *Ökologie* (págs. 503-504). Springer - Lehrbuch.
- UNDP. (2010). *Manual para realizar una Evaluación de Necesidades Tecnológicas en Materia de Tecnología para el Cambio Climático*. New York: UNDP.
- UNEP Risoe Centre. (2010). *Overcoming Barriers for Transfer and Diffusion of Climate Technologies*. Copenhague - Denmark: UNEP Risoe Centre.

- UNEP Risoe Centre. (2011). TNA Background. *Technology Needs Assesment Newsletter* , 1-2.
- UNEP Risoe. (2011). TNA Background. *Technology Needs Assesment Newsletter* , 1-2.
- UNFCCC. (2012). *United Nations Framework Convention on Cliimate Change*. Recuperado el 21 de February de 2012, de Technology Transfer Cleaninghouse (TTClear): <http://unfccc.int/ttclear/jsp/TNAReports.jsp>
- UNFCCC. (February de 2005). *United Nations Framework Convention on Climate Change*. (U. N. Change, Editor) Recuperado el 21 de 02 de 2012, de Status of Ratification of the Kyoto Protocol: [http://unfccc.int/kyoto\\_protocol/status\\_of\\_ratification/items/2613.php](http://unfccc.int/kyoto_protocol/status_of_ratification/items/2613.php)
- Vaca, D. R. (2003). *Perfiles por País del Recurso Pastura/Forraje Ecuador*.
- Vega, R. (2009). *Problemática y Conflictos sobre los Recursos Hídricos por Efectos del Cambio Climático*. Quito: Secretaría Nacional del Agua.
- Wikimedia. (11 de December de 2011). *Wikipedia La Enciclopedia Libre*. Recuperado el 7 de April de 2012, de El Carmen (Manabí): [http://es.wikipedia.org/wiki/El\\_Carmen\\_\(Manab%C3%AD\)](http://es.wikipedia.org/wiki/El_Carmen_(Manab%C3%AD))
- Wikimedia. (27 de Marzo de 2012). *Wikipedia la Enciclopedia Libre*. Recuperado el 07 de Abril de 2012, de Provincia de Manabí: [http://es.wikipedia.org/wiki/Provincia\\_de\\_Manab%C3%AD](http://es.wikipedia.org/wiki/Provincia_de_Manab%C3%AD)
- World Bank. (2009). *ECUADOR Country Note on Climate Change Aspects in Agriculture*. Latin American and teh Caribbean Region, Agriculture and Rural Development Team.

# **ANEXOS**

## Anexo I. Hojas de datos técnicos de las tecnologías seleccionadas

### A.1 Introducción

Dado que el manejo de los desechos ganaderos es un problema recurrente en todo el mundo, se han desarrollado una serie de tecnologías con diferente nivel de efectividad. Es así que algunas de las tecnologías son eficientes en reducir la emisión de gases de efecto invernadero, otras en producir energías renovables, fertilizantes orgánicos ricos en nitrógeno, fósforo, potasio y micronutrientes, ser una fuente de carbono orgánico para los suelos o estabilizar la materia orgánica y eliminar patógenos, mientras que otras simplemente se limitan a eliminar olores o reubicar los desechos para que su proceso de degradación natural se efectúe en una zona alejada al ganado. Inclusive existe la posibilidad de utilizar estos desechos como alimentación en un innovador ciclo alimenticio.

Para poder tener una mejor perspectiva sobre las tecnologías existentes se las categorizó de acuerdo a su principal proceso en cuatro categorías: procesos bioquímicos, procesos físicos, procesos mecánicos y procesos alimenticios. Las tecnologías consideradas en cada categoría se presentan en la siguiente tabla.

**Tabla: Categorización de las tecnologías consideradas para el manejo de desechos sólidos y líquidos de ganados**

Categoría	Procesos bioquímicos (A.2.1)	Procesos físicos (A.2.2)	Procesos mecánicos (A.2.3)	Procesos alimenticios (A.2.4)
Tecnologías	Compostaje	Almacenamiento en seco	Centrifugación	Alimentación animal
	Digestión anaerobia		Decantación	Cultivo de hongos
	Digestión aerobia		Filtración	Preparación de harinas
	Lombricultura	Almacenamiento de lodos		
	Sistema de lagunas			

## A.2 Descripción de las tecnologías

### A.2.1 Procesos bioquímicos

Los procesos bioquímicos son en general los procesos más completos, ya que no sólo estabilizan la materia orgánica sino que también eliminan patógenos, generan un producto de valor agregado como biogás, compost, humus o biol, y reducen de forma directa e indirecta las emisiones de GEI. Esto se debe a la estabilización de la materia orgánica por la descomposición controlada de los desechos. Esta descomposición puede llevarse a cabo en presencia de oxígeno como es el caso del compostaje, la lombricultura y la digestión aerobia, o en ausencia de oxígeno, como es el caso de la digestión anaerobia. El sistema de lagunas de estabilización consiste por lo general de un primer paso de degradación de la materia orgánica en ausencia de oxígeno, en el cual se recupera biogás, y es seguido por un proceso de degradación aerobia el cual puede consistir de un solo paso o de varios, dependiendo de los requerimientos del efluente. Por lo general, los procesos bioquímicos son más complejos y en consecuencia más costosos que los demás, ya que su implementación incluye una serie de pasos como tratamiento previo de la materia prima o acondicionamiento de los productos obtenidos. El nivel de tecnificación del proceso es variable y depende de la escala a la que se esté trabajando y del presupuesto existente. Sin embargo, se puede decir con certeza que mientras mayor es el nivel de tecnificación, mejores son los resultados obtenidos del proceso de tratamiento de desechos como mayor reducción de emisiones de GEI, mayor rendimiento y menos problemas operativos.

#### a) Compostaje

El compostaje es una tecnología de tratamiento de desechos en la cual, la materia orgánica es estabilizada por acción microbiana y convertida en compost, un abono natural, rico en nutrientes y de fácil aplicación en los cultivos. Al ser un proceso biológico, el compostaje depende directamente del crecimiento y la actividad de los distintos microorganismos (bacterias, actinomicetos y hongos). Su fuente de nutrientes y energía son los mismos desechos, que son sometidos a un proceso biooxidativo de sustancias, que combina la fase mesófila (15-45°C) y la termofílica (45-70°C), para transformar los residuos orgánicos (Moreno Casco & Moral Herrero, 2008). Los sustratos más comunes son desechos orgánicos, subproductos de actividades agrícolas y/o ganaderas.

El proceso de fermentación puede llevarse a cabo bajo condiciones anaerobias o aerobias, siendo esta última la utilizada con mayor frecuencia, pues acelera el proceso de descomposición, elevando la temperatura necesaria para la destrucción de los patógenos presentes en los desechos (Metcalf & Eddy, 2003). El oxígeno requerido se suministra ya sea por aireación pasiva o por aireación forzada. La primera se debe a la difusión molecular

y el movimiento natural del aire (viento y convección térmica). La segunda tiene lugar por el uso de ventiladores, o a través de la succión del aire que se mueve a través de los materiales de compostaje.

### ***Descripción de la tecnología***

El conjunto de operaciones básicas para llevar a cabo el compostaje se resume en la Figura 14.

*Recepción y clasificación:* Dependiendo del origen de los desechos puede ser necesaria su clasificación en material biodegradable y no biodegradable (Moreno Casco & Moral Herrero, 2008).

*Pretratamiento:* Para asegurar el desarrollo normal del proceso, la materia prima debe ser suficientemente porosa, con la humedad correcta y un tamaño de partícula adecuada. De ser necesario, los desechos deben ser sometidos a tratamientos mecánicos (separación de fases, reducción de tamaño de partículas, etc.) para alcanzar dichas características (Moreno Casco & Moral Herrero, 2008).

*Mezclado:* Los residuos que van a ser sometidos al proceso de compostaje se mezclan para obtener un material homogéneo que permita la transferencia de aire y la fácil ingesta de sustratos por parte de los microorganismos.

*Sistema de compostaje:* Es la operación base, donde se lleva a cabo la transformación de los desechos. En esta etapa se requiere del control permanente de la aireación, humedad y temperatura, parámetros que influyen directamente en la eficiencia del proceso (Metcalf & Eddy, 2003).

*Maduración:* Es la fase posterior a la fermentación de los residuos orgánicos, en la que la velocidad de descomposición decrece y la temperatura disminuye hasta alcanzar condiciones ambientales. En este punto el material ha alcanzado su estabilidad y se encuentra listo para ser aplicado en los cultivos (Moreno Casco & Moral Herrero, 2008).

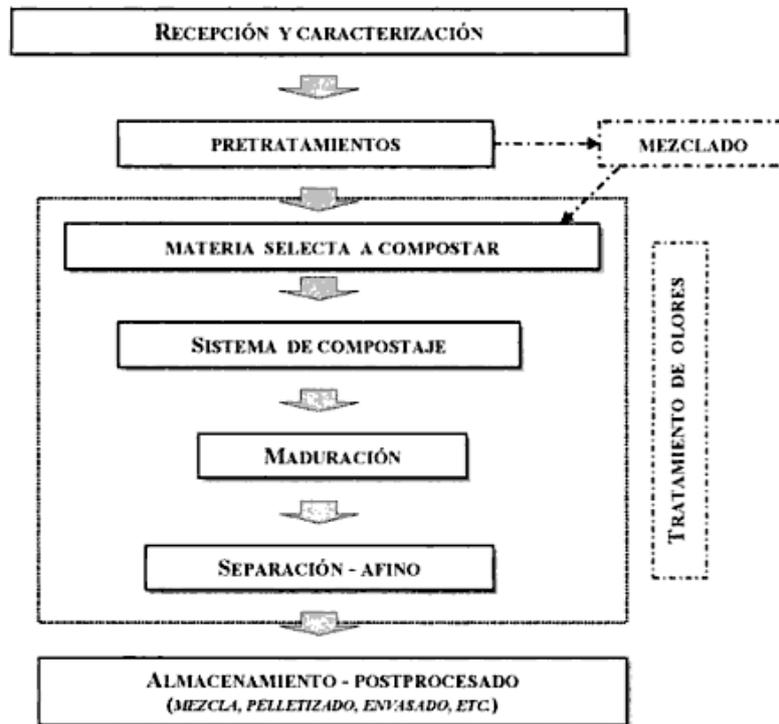


Figura 14: Representación esquemática de las principales etapas del proceso de compostaje(Moreno Casco & Moral Herrero, 2008).

### **Sistemas de compostaje**

Existen diversas técnicas a través de las cuales se realiza el compostaje. Aunque el procedimiento y los equipos pueden variar, el principio científico es el mismo para todas. Los criterios de selección de un método u otro se basan en el funcionamiento, inversión, disponibilidad de terreno y complejidad operacional (Corporación de Investigación Tecnológica de Chile, 1999). De acuerdo al volumen de desechos que se va a tratar, los sistemas de compostaje se clasifican en pequeña escala, que se realiza en composteras domésticas o en pilas; y en mediana y gran escala, en los que se usan pilas estáticas con aireación o reactores cerrados. Cada uno de ellos se detalla a continuación.

### **Compostera**

La compostera es un recipiente específicamente diseñado para elaborar compost, en el cual se colocan los residuos orgánicos. Este sistema permite la elaboración de compost en cantidades moderadas, generalmente, el material producido en el hogar. Se trata de recipientes sencillos de bajo costo y fácil manejo. La mezcla de los desechos se realiza de forma manual utilizando herramientas simples como una pala. El tiempo de compostaje es variable dependiendo de las condiciones de aireación, temperatura, humedad y mezclado que se proporcionen al sistema. En la Figura 15 y en la .

Tabla 52 se muestran algunos ejemplos de composteras caseras y las (Rodríguez & Córdova, 2006). Figura 15: Composteras domésticas

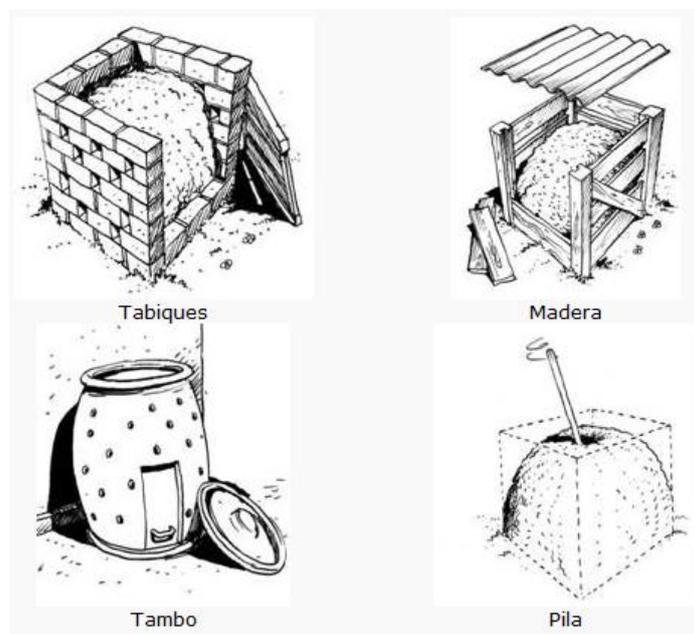


Figura 15: Composteras domésticas(Rodríguez & Córdova, 2006).

Tabla 52: Características de sistemas domésticos de compostaje

Sistema	Espacio (m <sup>2</sup> )	Volumen (L)	Costo
Tambo	1	100 - 200	++
Columna de cajas para fruta	1	50 - 1,000	+
Comercial (prefabricado)	1	100 - 500	++++
Cajón de madera	1 - 2.5	500 - 1,000	++
Tela de alambre	1 - 2.5	500 - 1,000	++
Tabiques	4 - 6	1,000 - 6,000	+++
Trinchera (zanja)	1 - 20	500 - 10,000	++
Cajones múltiples	5 - 10	2,000 - 10,000	++++
Jardinera	5 - 20	5,000 - 20,000	++++
Pila	1 - 40	300 - 40,000	+

### ***Pilas o hileras volteadas***

El sistema de pilas o hileras volteadas es el más antiguo y el más simple. La mezcla del material a compostar se coloca en pilas o hileras triangulares o trapezoidales, las cuales

deben ser volteadas periódicamente para permitir la entrada de aire fresco y la reconstrucción del espacio poroso necesario para facilitar los procesos de difusión y convección del. El tamaño de la pila depende de la proporción y la estructura de los materiales degradables presentes. La proporción rige la tasa de consumo de oxígeno mientras que la estructura define la capacidad de reposición de oxígeno a través de los poros y evita la compactación y asentamiento del material (Moreno Casco & Moral Herrero, 2008).

Algunas de las ventajas de este sistema son su bajo costo y su aplicación para el procesamiento de grandes cantidades de desechos. Es ideal para aplicarlo a nivel rural y a pequeña escala, donde no se alcanza un alto grado de tecnificación. Sin embargo, se requiere de volteo constante de los materiales sea manual o mecánicamente para homogenizar la mezcla y mantener niveles apropiados de oxígeno y temperatura. Así también, se debe controlar el nivel de humedad de la pila para favorecer la degradación microbiana de la materia orgánica (Roben, 2002). Para evitar olores desagradables y la propagación de insectos, las pilas pueden cubrirse con pasto, hojas de plátano u otros residuos similares. En la Figura 16 y Figura 17 se muestra un esquema del compostaje en pilas.



**Figura 16: Compostaje en pilas e hileras(Marriott & Zaborski, 2011).**

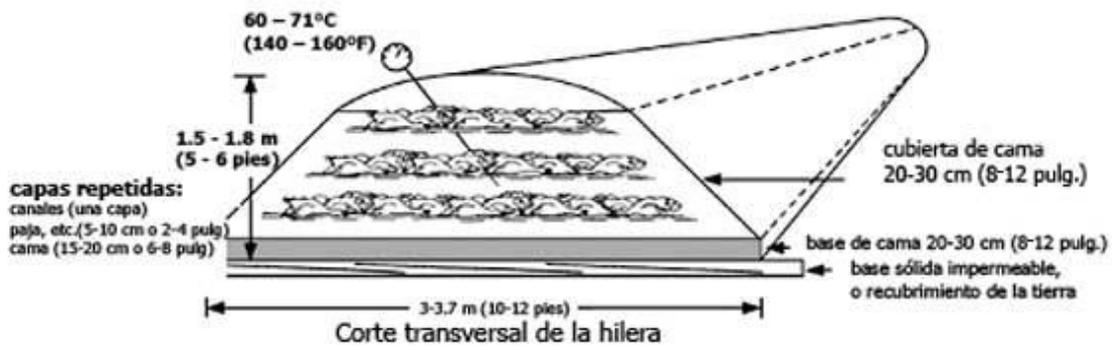


Figura 17: Esquema del sistema de pilas o hileras volteadas (Ritz, 2005).

### ***Pilas estáticas con aireación estática***

En este sistema, los desechos orgánicos se compostan en una sola pila de gran volumen. Se aplica a mezclas relativamente homogéneas. Este tipo de pilas se componen de una red de distribución de aire y una capa base de un material de elevada porosidad. Puesto que durante el proceso, no se voltea el material, los materiales deben mezclarse adecuadamente antes de ser colocados en la pila para asegurar la homogeneidad de la mezcla. Además, se debe monitorear constantemente las condiciones de la pila para mantener los rangos óptimos de temperatura, humedad y flujo de oxígeno (EPA, 1995).

Sus principales ventajas son el requerimiento de menor espacio y una mayor eficiencia. Sus desventajas radican en la necesidad de una mayor inversión en los equipos utilizados para la aireación, la red de tuberías y sistemas de control. Así también, al ser un sistema estático, se debe prestar atención a las características del material (Moreno Casco & Moral Herrero, 2008). En la Figura 18 y Figura 19 se observa un esquema del compostaje en pilas aireadas estáticas.



Figura 18: Compostaje en pilas aireadas estáticas (Marriott & Zaborski, 2011)

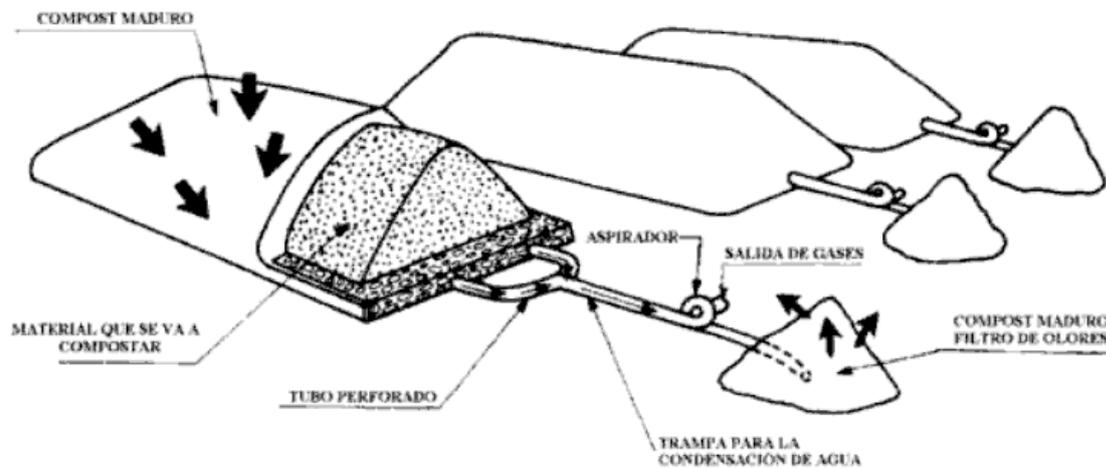


Figura 19: Esquema del sistema de pilas estáticas con aireación forzada (Wilson, 1980).

### Compostaje en reactores

En esta técnica, el compostaje se lleva a cabo dentro de reactores cerrados, donde se establece un proceso bioacelerado para generar el abono orgánico, gracias a que está previsto de tecnología de mayor desarrollo. El nivel de mecanización puede incluir equipos para la reducción del tamaño de partícula, dosificación de la mezcla, control de humedad y temperatura e inyección de aire (United States Environmental Protection Agency, 2000).

Se pueden encontrar reactores de flujo horizontal o vertical. Uno de los más utilizados, es el tambor rotatorio que consiste en cilindros que giran lentamente de forma continua o intermitente, a lo largo de su eje principal, volteando los desechos en el interior. El movimiento expone el material al aire fresco, liberando calor y provocando la homogenización de la mezcla. En la Figura 20 y Figura 21 se observa un ejemplo de tambor rotatorio (Moreno Casco & Moral Herrero, 2008).

Este sistema permite el control de los parámetros del proceso gracias a su automatización. Su desventaja principal es el elevado costo de inversión y mantenimiento, por lo que su uso se restringe generalmente al área urbano y suburbano donde los gobiernos locales pueden proporcionar los recursos económicos necesarios para cubrir con el gasto.



Figura 20: Compostaje en reactores (EPA, 1995).

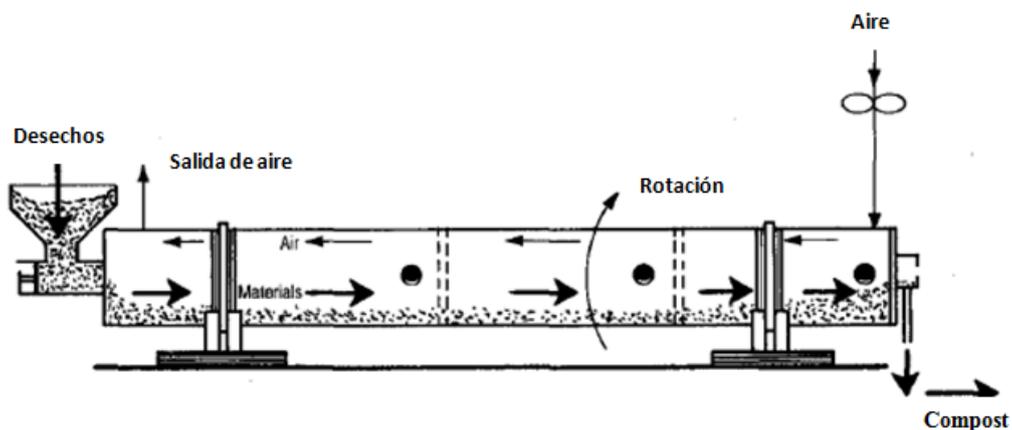


Figura 21: Esquema de compostaje en reactor cerrado (Rynk, 1992).

### ***Beneficios y Desventajas***

El compostaje tiene un impacto positivo en el ámbito socio-económico y sobre todo a nivel ambiental. En el ámbito económico, permite reducir los costos relacionados con la disposición final de los desechos, pues un volumen considerable de residuos es utilizado como materia prima y transformado a un producto de consumo. El abono orgánico es comercializado generando rentabilidad al proceso. La dependencia de fertilizantes químicos se reduce al suplantarlos con el compost (Rodríguez & Córdova, 2006).

En el ámbito social, el implementar un programa de compostaje doméstico, las pequeñas comunidades se ven beneficiadas con la generación de empleo. Además, un plan de manejo de desechos, mejora las condiciones sanitarias significativamente evitando problemas de salud pública al tener fuentes de agua libres de contaminantes y patógenos.

En el aspecto ambiental, permite estabilizar los desechos orgánicos reduciendo su peso, las sustancias contaminantes como lixiviados y GEI y el olor. Además, convierte el nitrógeno contenido en el estiércol en su forma orgánica más estable (nitratos), la cual puede ser

aprovechada de mejor manera por los cultivos. Así también con el proceso de compost, se destruyen los organismos patógenos gracias a las altas temperaturas alcanzadas durante la fase termófila del proceso, convirtiéndole un abono seguro para ser aplicado en los sembríos (ClimateTechWiki, 2011).

Algunas desventajas, especialmente cuando se trabaja a gran escala, son el tener que separar los desechos en biodegradables y no biodegradables. El elevado costo de inversión requerido en la construcción de las plantas y su equipamiento así como los gastos operacionales y de mantenimiento.

## **b) Digestión anaerobia**

La digestión anaerobia es un proceso biológico en el cual un consorcio de diversos microorganismos interactúa entre sí, en ausencia de oxígeno, para estabilizar la materia orgánica por conversión a metano y otros productos inorgánicos incluyendo agua y dióxido de carbono. El proceso microbial es sumamente complejo y está integrado por múltiples reacciones paralelas y en serie interdependientes (Romero Rojas, 2000).

### Descripción de la tecnología

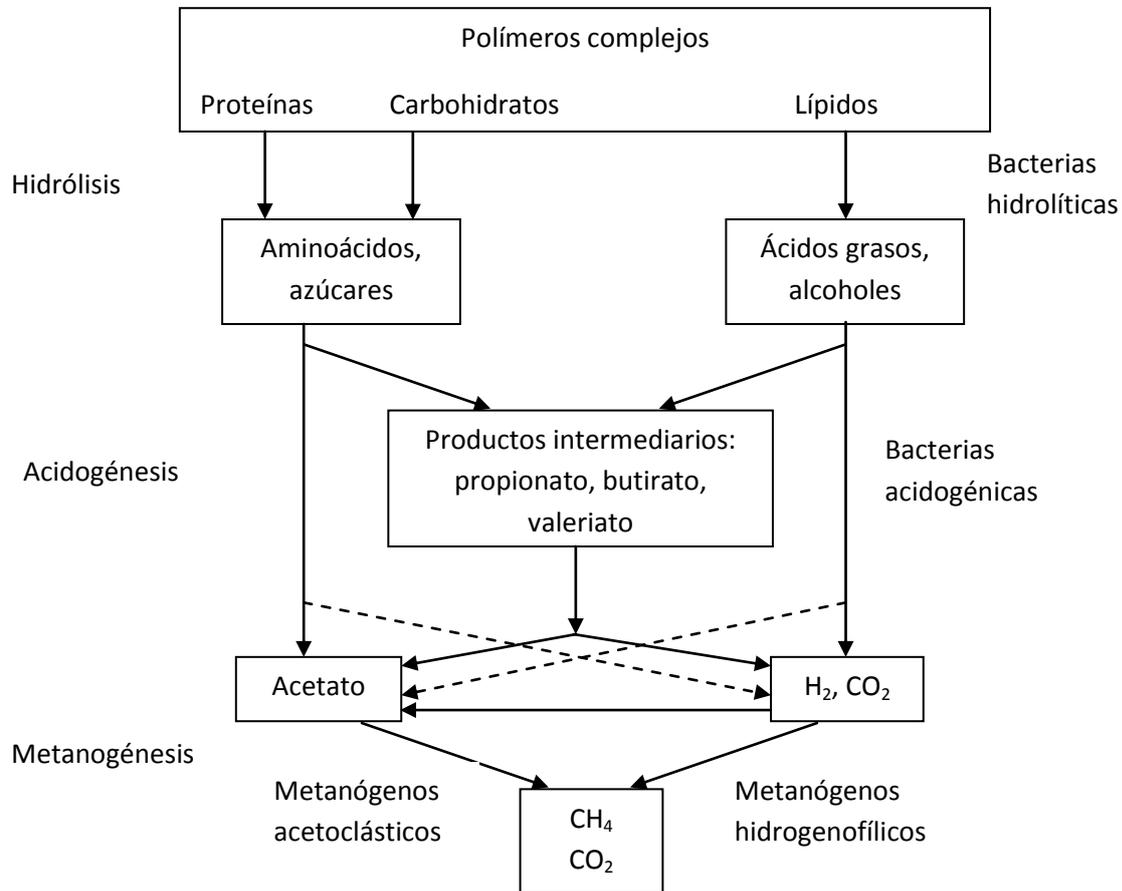
El metabolismo bioquímico sucede en tres etapas: hidrólisis, acidogénesis y metanogénesis, en las cuales distintos microorganismos trabajan de manera conjunta y coordinada para llevar a cabo la digestión de los desechos orgánicos. En el primer paso, los carbohidratos, proteínas y lípidos, constituyentes básicos de los desechos orgánicos, se hidrolizan por acción de enzimas extracelulares en elementos estructurales más sencillos tales como aminoácidos, azúcares, ácidos grasos y alcoholes. Estos productos son capaces de atravesar la membrana celular de los microorganismos para servirles como fuente de energía y carbono celular. En la fase de acidogénesis, los productos de la hidrólisis se utilizan como electrones donadores y aceptores para formar amoníaco, hidrógeno, dióxido de carbono y ácidos grasos de cadena corta, principalmente ácido acético. La producción de metano en la última etapa es función de la cantidad de materia orgánica (Tchobanoglous, Burton, Trillo Montsoriu, Trillo Fox, & Metcalf & Eddy, 1995).

La estabilidad del proceso de biodigestión anaerobia depende del balance entre las distintas fases, las mismas que se presentan en la Figura 22.

Como todo proceso biológico, la digestión anaerobia se lleva a cabo cuando las condiciones ambientales favorecen las distintas interacciones bióticas. El control de la temperatura y el pH principalmente en sistemas artesanales, y otros parámetros como la agitación, requerimientos nutricionales y la carga orgánica alimentada en sistemas a mediana y gran escala, permiten el adecuado funcionamiento del sistema (Droste, 1997).

La temperatura es uno de los parámetros que mayor influencia ejerce en la digestión anaerobia pues es la variable que controla la actividad de los microorganismos. De manera general, un aumento en la temperatura conlleva un incremento en las reacciones bioquímicas y enzimáticas de las células, acelerando su crecimiento. En el caso de un biodigestor, el incremento en la población bacteriana se traduce en una mayor velocidad de

degradación de la materia orgánica y, por ende, mayor producción de biogás (Sewage, 2003). Existen dos rangos óptimos para la formación de metano: 1) mesofílico, de 25 a 40°C y 2) termofílico, de 50 a 60°C (Donoso-Bravo, 2009).



**Figura 22: Etapas en el proceso de biodigestión anaerobia (Kiely, 1999).**

Las bacterias anaerobias, especialmente las metanogénicas son extremadamente sensibles a pH extremos. Por lo tanto, mantener el valor de pH estable en el digester debe ser una prioridad para asegurar la adecuada digestión. El rango de pH requerido para procesos anaerobios debe ser cercano a la neutralidad, entre 6.5 y 7.5 (Metcalf & Eddy, 2003).

La lenta velocidad de crecimiento de las bacterias metanogénicas se traduce en menores requerimientos nutricionales comparados con los microorganismos aerobios. Sin embargo, todas las comunidades bacterianas necesitan de macro-micronutrientes para su desarrollo que se obtienen de los desechos orgánicos (Metcalf & Eddy, 2003).

Aunque la digestión anaerobia conlleva un cierto grado de mezclado por el continuo burbujeo de metano a la superficie, esta mezcla natural puede ser insuficiente para la adecuada transferencia de masa en el reactor. El mezclado es un factor importante para el control del pH y el mantenimiento de ambientes favorables para el desarrollo bacteriano.

Además permite la homogenización de la mezcla y la distribución uniforme del sustrato (ENGORMIX, 2007).

En cuanto a la carga orgánica diaria de la alimentación, si ésta es superior a la carga óptima, las bacterias acidogénicas producirán un exceso de ácidos volátiles que los metanógenos no serán capaces de degradar, al igual que sucede cuando los tiempos de residencia son demasiado cortos. La acumulación de los ácidos provoca cambios en el medio al disminuir el pH, inhibiendo de esta manera la producción de metano (Ferrer, 2008).

### Sistemas para biodigestión anaerobia

Los desechos del ganado vacuno, porcino, aves de corral y gallinaza pueden ser utilizados como sustratos, siempre y cuando se mezclen con otros residuos agrícolas para alcanzar un balance adecuado de las fuentes de carbono y nitrógeno requeridas por los diferentes microorganismos. La operación puede ser continua, discontinua o semi-continua dependiendo del tipo de reactor utilizado.

El proceso a pequeña escala se lleva a cabo en biodigestores artesanales, construidos con materiales locales, como bolsas de plásticos y tubos de PVC para el transporte de biogás. No requieren de un monitoreo sofisticado ni de inversión en equipos de mezcla ni calefacción. Esta tecnología funciona, con adaptación adecuada, en los climas tropicales, continentales, y fríos. Generalmente estos reactores son discontinuos, es decir se cargan una vez y se descargan una vez terminado el proceso. En la Figura 23 se presenta un esquema de un biodigestor discontinuo.



**Figura 23: Esquema de un biodigestor discontinuo (RMR PRIDGEDS).**

Para el proceso de digestión anaerobia pueden utilizarse también tanques de polietileno. El reactor que se presenta en la Figura 24 es de tipo semi-continuo pues posee una tapa que permite adicionar materia orgánica en ciertos intervalos de tiempo.

Para sistemas a mediana y gran escala se usan biodigestores continuos y semi-continuos más completos, que poseen sistemas de control de temperatura, pH, sistemas de agitación, etc. La complejidad del biodigestor dependerá del volumen de desechos a digerir, los

recursos económicos y el fin por el que se utiliza el proceso, ya sea la obtención de metano para generación de energía, o el fertilizante orgánico rico en nutrientes. En la Figura 25 se muestra un esquema de una planta de digestión anaerobia.

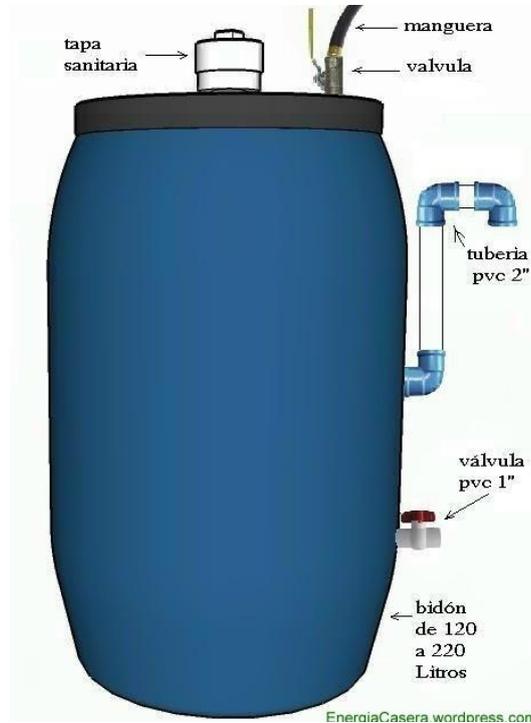


Figura 24: Esquema de un biodigestor semi-continuo(Energía Casera, 2009).

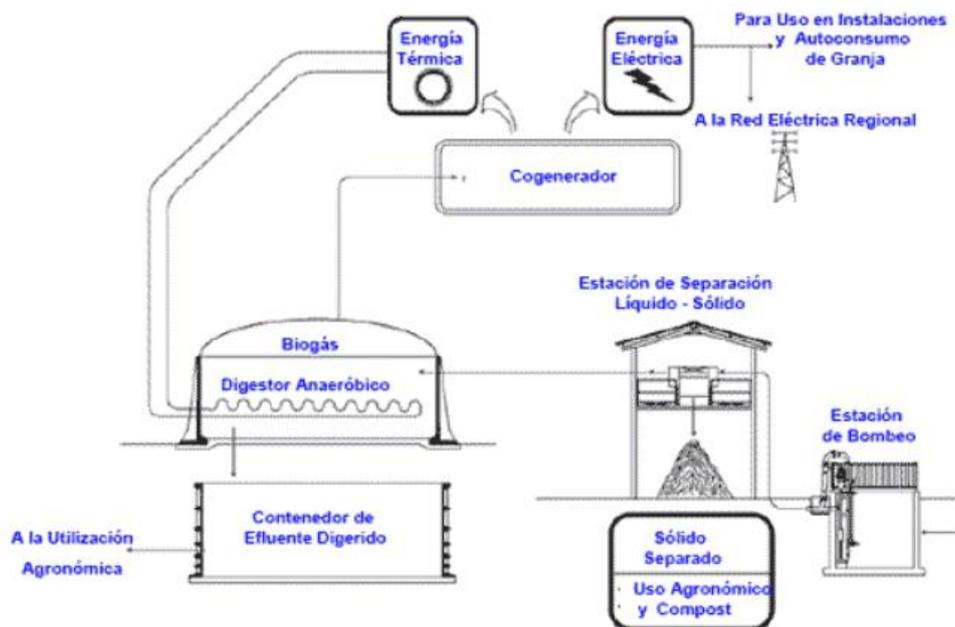


Figura 25: Esquema de una planta de digestión anaerobia (ENGORMIX, 2007).

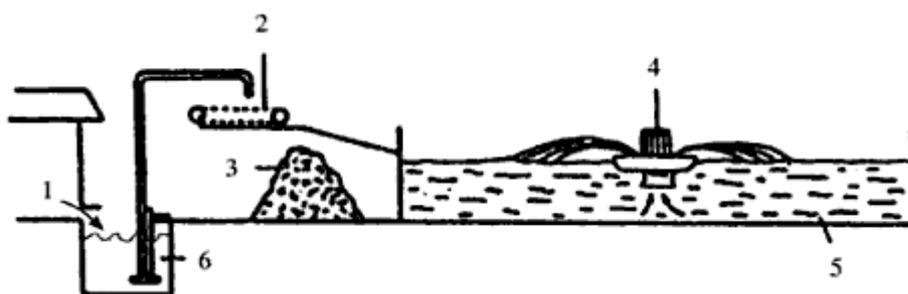
### c) Digestión aerobia

En muchas granjas la evacuación del estiércol de los establos se efectúa de forma líquida, mezclando los purines y el agua de limpieza. Esta mezcla puede almacenarse en fosas subterráneas o al aire libre, sin embargo, es necesario depurarlos biológicamente por acción bacteriana antes de ser esparcidos en los suelos (Marañón Maison, 1998).

Los tratamientos aerobios se basan en la descomposición de la materia orgánica en presencia de oxígeno, produciendo compuestos oxidados y agua. A través de este proceso, el nitrógeno orgánico y amoniacal presente en los purines es transformado en nitratos. Además se logra eliminar olores y se estabiliza la cantidad de nutrientes hasta la dosis necesaria para ser esparcidos en los suelos y evitar efectos adversos.

El tratamiento biológico aerobio es aplicable a efluentes líquidos, puesto que los sólidos incrementan significativamente la cantidad de oxígeno necesaria para que se lleve a cabo el proceso e incrementan el costo de la energía requerida para el mezclado; por lo que la separación de la fase sólida y líquida de los purines es indispensable ya sea utilizando sistemas de centrifugación, filtración, decantación, entre otros. La parte sólida puede someterse a compostaje.

El tratamiento aerobio más utilizado es el de balsas de estiércol líquido con turbinas flotantes. El sistema consta de una criba para la separación de los sólidos y una piscina de aireación con sistema de mezclador-homogeneizador para intensificar la oxidación. Estos mezcladores pueden ser de tipo mecánico con turbinas o agitadores de paletas; neumático con tuberías montadas en flotadores que se mueven en la superficie o el interior de la laguna ingresando aire a presión abastecido por un compresor; o hidráulico en el que una bomba toma líquido y lo lanza en chorro (Ortiz Cañavate, 2003). En la Figura 26 se muestra un esquema de un sistema de depuración aerobia.



**Figura 26: Esquema de un sistema de depuración aerobia (Donoso-Bravo, 2009), donde: 1) Establo, 2) Criba, 3) Residuos sólidos, 4) Turbina flotante, 5) Balsa de aireación, 6) Fosa de deyecciones.**

El tratamiento puede llevarse a cabo en lagunas, estanques de concreto e en reactores tipo tanques o torres dependiendo de la intensidad de aireación necesaria. La elección de uno u otro dependerá de la cantidad de recursos y los volúmenes a ser tratados.

### Beneficios y Desventajas

En el ámbito económico, los agricultores pueden generar un ahorro pues no necesitan incurrir en gastos de fertilizantes, obtienen un producto con contenidos apreciables de nutrientes.

En el ámbito ambiental, la principal ventaja es la reducción de olores y el la estabilización de los componentes amoniacales en nitratos, obteniéndose un producto con la calidad adecuada para ser utilizado como fertilizante. Se pueden aprovechar de mejor manera los recursos y obtener mayores beneficios si los desechos son tratados de manera aerobia y anaerobia combinada.

Sus principales desventajas radican en el costo. La inversión en equipos así como los costos operativos, especialmente de energía para el funcionamiento de bombas y turbinas, es sumamente alta. Además se requiere de un espacio amplio pues el volumen tratado no se ve reducido en el proceso y puede ser necesario almacenarlo para luego ser usado paulatinamente (Hannar, 1998).

## **d) Lombricultura**

La lombricultura es una tecnología, basada en la crianza de lombrices, que transforma residuos biodegradables como estiércol, rastrojo de cosechas, entre otros materiales orgánicos, en humus. Es un proceso de descomposición natural, similar al compostaje, en el que el material orgánico además de ser degradado por los microorganismos existentes en la medio, lo es también por las lombrices. La especie más utilizada es la *Eisenia foetida*, comúnmente conocida como lombriz roja. Ésta es sumamente prolífica, vive en grandes densidades y puede producirse en cautiverio; es muy voraz alimentándose diariamente con un equivalente a su peso. Un 60% del alimento ingerido lo libera en forma de humus (Fundación Hogares Juveniles Campesinos, 2005).

### Descripción de la tecnología

La mezcla debe ser preparada y regada para alcanzar las condiciones de humedad necesarias. Los parámetros más importantes a controlar durante el proceso son la humedad, temperatura y aireación. Una humedad adecuada, alrededor del 70%, facilita el desplazamiento a través del material y la ingesta del alimento. El rango de temperatura recomendado se encuentra entre 12 y 25°C; de superarse estas temperaturas se debe recurrir al riego para asegurar ambientes frescos. La aireación es otro factor clave pues si los requerimientos de oxígeno no son provistos, se reduce considerablemente el consumo de la mezcla a digerir, además que se generan problemas de apareamiento y reproducción

debido a la compactación del material (Shuldt, 2006). En la Figura 27 y la Figura 28 se muestra un esquema de una lombricultura.



Figura 27: Lombricultura (Panoramio, 2009).



Figura 28: Esquema de una cama para lombricultura (Sánchez, 2010).

### Sistemas de Lombricultura

La instalación de una lombricultura requiere de una zona seca, bien drenada, con leve desnivel y de acceso cercano a los desechos. Las camas son bastidores rectangulares sobre el suelo con paredes de ladrillo o madera y deben estar preferentemente cubiertas. De acuerdo a la cantidad de desechos a tratar, los sistemas se dividen en pequeña y gran escala.

A pequeña escala pueden utilizarse una gran variedad de cajones plásticos o de madera, que cuenten con agujeros para permitir el movimiento del aire y el drenaje del agua manteniendo así una humedad constante en toda la vermicompostera (Andrade García, 2008).

Las vermicomposteras a pequeña escala pueden dividirse en tres categorías, discontinuas, de flujo vertical continuo y de flujo horizontal continuo.

#### *Discontinua*

En este sistema se coloca una capa de materia orgánica y lombrices entre dos capas de materia orgánica. Este tipo de cajones es utilizado cuando hay un espacio reducido. Es fácil de construir pero es ineficiente en el momento de la cosecha del humus pues todo el material, incluidas las lombrices deben ser vaciadas (Droste, 1997).

#### *Flujo vertical continuo*

En esta técnica se colocan los cajones apilados verticalmente. El cajón final se llena primero de la misma forma que en el sistema discontinuo, pero no se lo cosecha cuando está lleno de humus sino que se coloca una capa gruesa de materia orgánica en la cajonera superior para que las lombrices migren de cajón en busca de alimento. En ese momento puede utilizarse el vermicompost pues ya se encuentra libre de lombrices (Droste, 1997).

#### *Flujo horizontal continuo*

En esta técnica los cajones se encuentran alineados horizontalmente. En este caso, el cajón se separa en el medio con una malla y se llena una mitad con materia orgánica. Cuando el vermicompost está listo para ser cosechado, se llena la mitad restante para que las lombrices migren hacia el nuevo material en búsqueda de alimento (Droste, 1997).

La lombricultura a gran escala puede desarrollarse a partir de dos métodos principales el movimiento de olas y el sistema flotante hacia arriba.

#### *Movimiento de olas*

Este sistema consiste en poner la materia orgánica en el extremo izquierdo de una cama de vermicompost e ir agregando paulatinamente nueva materia orgánica de izquierda a derecha, produciéndose así el movimiento de olas, pues las lombrices migran de una a otra en busca de alimento. A pesar que no existen barreras físicas que eviten que las lombrices escapen de ola a ola, la materia orgánica vertida en cada fase debería ser suficiente para que el proceso se lleve a cabo completamente en esa zona antes de avanzar a la siguiente (Droste, 1997).

#### *Sistema flotante hacia arriba*

El sistema elimina la necesidad de remover las lombrices del humus pues al colocar la materia orgánica en la parte superior de la capa, se obliga a las lombrices a moverse hacia

arriba para obtener su alimento, dejando el vermicompost en la base del cajón. Este sistema es ideal para ser utilizado en lugares cerrados o en climas fríos(Droste, 1997) .

### Beneficios y Desventajas

La lombricultura es una técnica de baja inversión, mínimo riesgo, fácil administración y elevada rentabilidad, aplicada a pequeña, mediana o gran escala, presentando múltiples beneficios. El abono natural puede disminuir y, en ciertos casos, sustituir el uso de los fertilizantes químicos, ahorrándole dinero al agricultor. Los abonos orgánicos se utilizan para mantener y mejorar la disponibilidad de nutrientes y las propiedades físicas del suelo y contribuir en la obtención de mayores rendimientos en los sembríos. Adicionalmente, las lombrices pueden utilizarse en forma de harinas como un buen alimento para peces, aves de corral y cerdos por su alto contenido proteico y mineral (Rodríguez F. O., 2005).

### **e) Sistema de Lagunas**

Los sistemas de lagunas para el tratamiento de desechos de ganado son muy comunes en granja a gran escala en Europa del Este y Asia, y su importancia está aumentando en USA. También se lo conoce como el sistema Nueva Zelandés porque se viene aplicando este tipo de lagunas oxidativas en Nueva Zelandia desde los años 70s (Climatetechwiki, 2011). El sistema de lagunas consiste en un conjunto de lagunas aeróbicas y anaeróbicas ubicadas en un orden específico y de tamaño determinado para tratar los desechos orgánicos de granjas. El tratamiento consiste en la reducción del contenido orgánico (demanda química de oxígeno y demanda bioquímica de oxígeno) y la mineralización de los nutrientes (nitrógeno). Este proceso trata y estabiliza los lodos residuales de tal forma que estos pueden ser utilizados posteriormente como agua de irrigación o retornados a fuentes de agua.

### Descripción de la tecnología

La tecnología se basa en los procesos tratados anteriormente como la digestión anaeróbica y digestión aeróbica y la decantación. Por lo general el primer paso consiste en un proceso anaeróbico en el cual se degrada la materia orgánica más fácil de digerir y se aprovecha la producción de biogás como una fuente de energía. Le siguen una o varias lagunas más aeróbicas en las cuales se culmina el proceso de degradación de la materia orgánica y reducción de la DQO y DBO de los lodos. Los sólidos son recuperados en el fondo de las lagunas y por lo general se tienen una gran producción de algas (Craggs, Sukias, Tanner, & Davies-Colley, 2004).

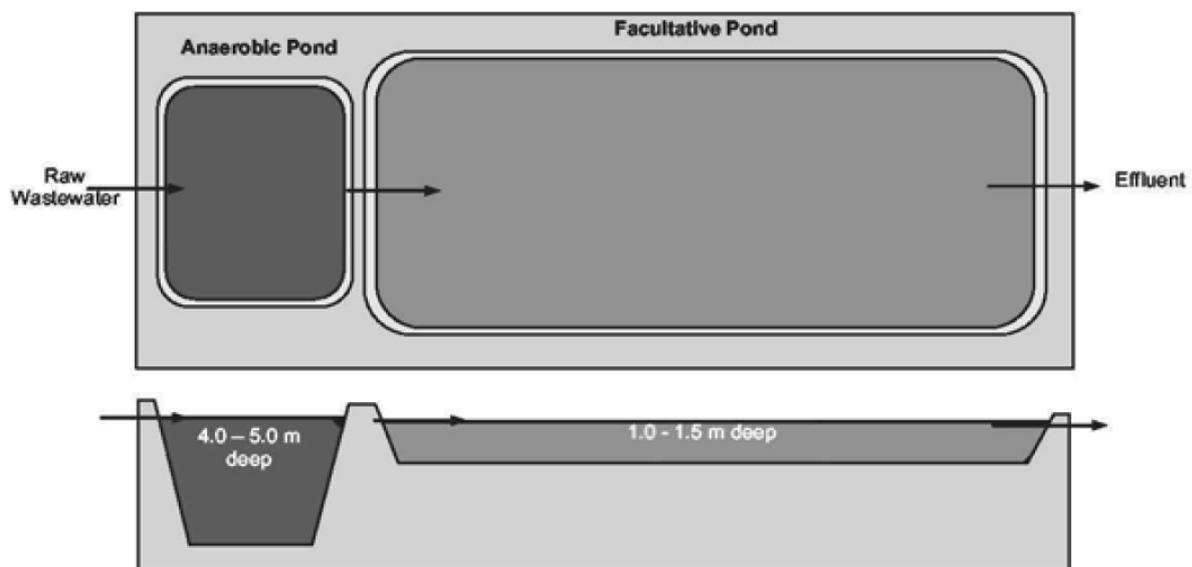
### Sistemas de lagunas

#### *Two pond system*

El sistema de dos lagunas o *Two pond system* es el sistema más utilizado. Este sistema consiste de dos lagunas conectadas en serie como se presenta en la Figura 29. Los lodos provenientes de los establos ingresa en la primera laguna que consiste en un digestor

anaeróbico construido bajo tierra a profundidades entre 4 – 5 m y rectangulares. La relación largo – ancho es de 2:1 y el volumen se define por cargas orgánicas volumétricas de 0,020 – 0, 028 [kg DBO<sub>5</sub>/m<sup>3</sup>d] y tiempos de residencia entre 85 y 120 días. El material de construcción es de geomembrana (Craggs, Sukias, Tanner, & Davies-Colley, 2004).

La laguna facultativa u oxidativa es menos profunda (1,0 – 1,5 m), pero más grande para asegurar el tiempo de residencia necesario hasta alcanzar la remoción del material orgánico. Sin embargo, se ha tenido dificultades en el funcionamiento de la laguna facultativa ya que el rendimiento de degradación es muy variable y no se alcanzan valores de remoción estables de patógenos. Además que la laguna no está diseñada para poder remover las grandes cantidades de sedimentos y algas que se producen (Craggs, Sukias, Tanner, & Davies-Colley, 2004).



**Figura 29: Sistema de dos lagunas (Craggs, Sukias, Tanner, & Davies-Colley, 2004)**

#### *Advanced pond system*

El sistema de lagunas avanzado consiste en un sistema de cuatro lagunas, pero con el mismo requerimiento de espacio que el sistema de dos lagunas. Igual que en el sistema de dos lagunas, la primera es una laguna de digestión anaerobia de las mismas condiciones. En este sistema se decidió sustituir la laguna oxidativa o facultativa por tres lagunas diseñadas específicamente para acelerar un proceso de degradación. En la Figura 30 se presenta el sistema de lagunas avanzado. Como se puede observar después del digestor anaeróbico se encuentra la laguna de alta tasa (*high rate pond*), un estanque de poca profundidad (0,1 – 0,3m) con gran área superficial para asegurar la exposición a la luz y recirculación constante de las aguas. En este pozo se fomenta la producción de algas que ayudan a la reducción de DQO. El tercer pozo (*algae settling pond*) es de sedimentación de las algas formadas anteriormente con un tiempo de residencia de 2 – 3 días. El último

estanque es de maduración (*maturation pond*) y desinfección de las aguas por acción de luz solar ultravioleta, sedimentación y pastoreo protozoo (Craggs, Sukias, Tanner, & Davies-Colley, 2004).

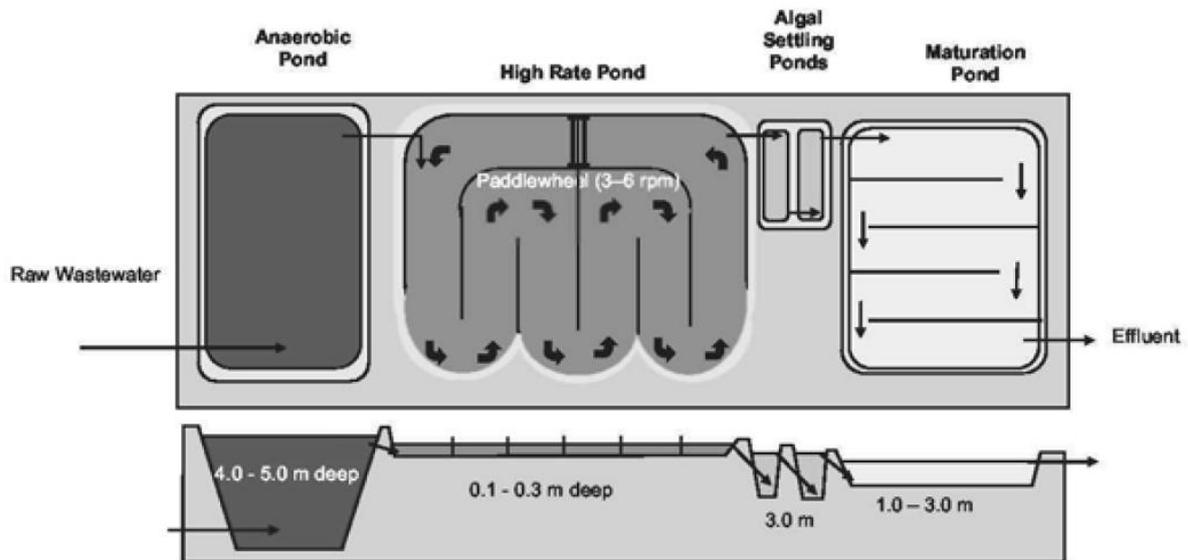


Figura 30: Sistema de lagunas avanzado (Craggs, Sukias, Tanner, & Davies-Colley, 2004)

### Beneficios y Desventajas

Los sistemas de lagunas son una excelente alternativa para el tratamiento de desechos ganaderos líquidos. La combinación de procesos anaeróbicos y aeróbicos permite que se alcance una reducción de la DQO lo suficientemente alta como para poder verter el efluente en ríos o fuentes de agua.

La ventaja del sistema APS frente al tradicional TPS es que garantiza una higienización y reducción de patógenos, mientras que con el método tradicional se alcanzan niveles elevados de  $\text{NH}_3$  y se tiene problemas con el manejo de las algas (Craggs, Sukias, Tanner, & Davies-Colley, 2004).

### A.2.2 Procesos físicos

Los procesos físicos se limitan al almacenamiento de los desechos sólidos y líquidos. Para el almacenamiento en seco se utiliza exclusivamente desechos sólidos, los cuales se

estabilizan al secarse y se reduce por consiguiente la emisión de GEI al detener la degradación de esta materia orgánica. El almacenamiento en líquido no reduce por sí las emisiones de GEI, ya que el material continúa degradando durante su almacenamiento y posterior aplicación. Pero si este desecho se utiliza como un fertilizante orgánico en suelos y en consecuencia se reduce la cantidad necesaria de fertilizantes sintéticos, se puede calcular la reducción de emisiones de GEI por esta razón.

#### **a) Almacenamiento en seco**

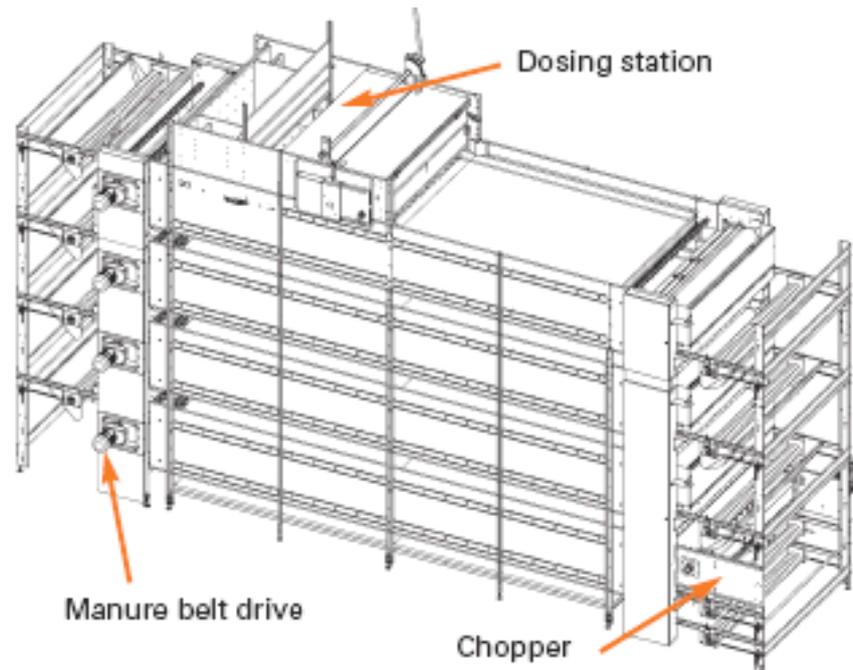
Cuando se recolecta el estiércol en forma de sólidos ya sea en camas o por pérdidas de orina, se puede secar y almacenar el estiércol. La capacidad de almacenamiento depende de la disponibilidad de espacio. El almacenamiento puede ser a cielo abierto o cubierto. En el caso de almacenamiento a cielo abierto se tiene pérdidas de nutrientes por lixiviación (K) en precipitaciones y por volatilización (N).

Las excretas secas pueden ser utilizadas por su alto valor calórico como una fuente de energía en forma de combustible sólido, o puede ser utilizado como abono orgánico. El abono puede ser almacenado hasta la temporada de fertilización sin seguir emitiendo olores, GEI o contaminando aguas.

#### Descripción de la tecnología

El estiércol sólido debe ser sometido a un proceso de secado tecnificado, como en secadores por platos, o puede ser un secado natural. En este último caso se depende de las condiciones ambientales, por lo cual no es un proceso fiable. El material seco puede ser granulado o pelletizado para facilitar su comercialización ya sea como abono orgánico o como combustible.

En la Figura 31 se presenta un túnel de secado de alta capacidad. Pero el diseño puede variar dependiendo del fabricante. EL contenido final de humedad de la materia se encuentra entre el 80 y el 90%.



**Figura 31: Túnel de secado de estiércol**

### Beneficios y Desventajas

Este proceso tiene la ventaja de estabilizar el estiércol a través del secado. Con la estabilización se reducen las emisiones de GEI ya que la degradación de la materia orgánica se suspende. Sus aplicaciones son como combustible sólido o como abono sólido hasta que nuevamente se permita su implantación en el suelo.

Desventajas de este proceso son los elevados costos energéticos por el proceso de secado y además involucra un alto costo de mano de obra.

### **b) Almacenamiento de lodos**

El almacenamiento de lodos provenientes de estiércol y orina es el método más común para el manejo de desechos en algunos países desarrollados. Los lodos se almacenan en tanques o piscinas al aire libre o cubiertas. El nivel de emisiones de GEI depende del nivel de ventilación, de la profundidad del tanque y tiempo de almacenamiento. En países con cuatro estaciones se guarda en ocasiones los lodos durante todo el invierno, hasta que la legislación permita nuevamente el abonado orgánico con desechos orgánicos.

### Descripción de la tecnología

Se debe recolectar el desecho para poder utilizarlos como sustrato. Para esto se requiere trabajar a mediana o gran escala. Los lodos se ingresan al tanque de almacenamiento sin

ningún tratamiento previo excepto la eliminación de sólidos. En el tanque de almacenamiento se volatilizan los nutrientes, especialmente nitrógeno en hasta el 35%. La volatilización depende del nivel de ventilación. Los lodos almacenados son aplicados posteriormente a los suelos de forma controlada (Climatetechwiki, 2011). Entre las desventajas de proceso constan la liberación de GEI ( $\text{CH}_4$  y  $\text{CO}_2$ ) y la falta de estabilización de la materia final. La Figura 32 presenta una foto de un tanque de almacenamiento de lodos. Como se puede observar las dimensiones del tanque son muy grandes ya que se tienen que poder almacenar en él la producción de estiércol de toda una estación.

Los lodos compuestos de estiércol, orina y purines ingresan al tanque de almacenamiento sin ningún tratamiento previo. En el tanque de almacenamiento se volatilizan los nutrientes, especialmente nitrógeno en hasta el 35%. La volatilización depende del nivel de ventilación. Los lodos almacenados son aplicados posteriormente a los suelos de forma controlada. Entre las desventajas de proceso constan la liberación de GEI ( $\text{CH}_4$  y  $\text{CO}_2$ ) y la falta de estabilización de la materia final.



**Figura 32: Tanque de almacenamiento de lodos (Storth)**

### Beneficios y Desventajas

La aplicación de esta tecnología no requiere de capacitación específica. Si se aplica a gran escala requiere de la contratación de uno a dos operarios para el manejo del tanque y de los afluentes / efluentes.

El almacenamiento de lodos es interesante para el desarrollo de la zona, ya que el fertilizante está listo para iniciar su aplicación sin ningún proceso de tratamiento complicado. Los costos a los que se incurre son el tanque de grandes dimensiones y bombas de lodos, que pueden ser altos.

Este proceso tiene un alto impacto ambiental, ya que los lodos almacenados siguen liberando GEI (CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O) y no hay una estabilización de materia orgánica.

En este proceso no se somete a los lodos a ningún proceso de estabilización. Los lodos pueden contener patógenos y siguen produciendo emisiones de GEI durante su almacenamiento y posterior aplicación en el suelo.

### **A.2.3 Procesos mecánicos**

Para aplicar las tecnologías antes descritas, los desechos deben cumplir con ciertas características. Por ello, puede ser necesario someterlos a determinados pretratamientos, siendo el más común la separación de la fase sólida y líquida contenida en los purines. Cabe señalar que estos métodos de pretratamiento no representan en sí un tratamiento frente a riesgos sanitarios como patógenos o estabilización de la materia orgánica. Los principales métodos de separación son la centrifugación, tamizado, filtración y decantación. A continuación se detalla cada uno.

#### **a) Centrifugación**

La separación física del material se logra por acción de una fuerza rotativa, mucho mayor que la gravedad. El movimiento del tambor provoca la sedimentación acelerada de las partículas (Hopp, 1994).

La separación se logra gracias a la diferencia de densidades entre sólidos y líquidos o entre líquidos. Al realizar este proceso los líquidos más livianos permanecen cerca del centro de rotación y se desbordan sobre el vertedero. Los sólidos más pesados se mueven hacia la periferia del contenedor y son liberados de forma continua o intermitente. Cuando se utiliza un contenedor de centrifugado con orificios, el líquido se filtra hacia el exterior (Hernández, 2003).

El diseño más utilizado es el cilindro- cónico. Consta de una unidad giratoria que incluye un tornillo de Arquímedes, que gira con diferente velocidad pero en el mismo sentido y es regulado por un sistema de platos-polea. Con este método se puede reducir entre un 40 y 60% de sólidos totales de los purines y mantener la fase sólida con una humedad del 70% aproximadamente (Sewage, 2003). En la Figura 33 se observa una centrífuga cilindro-cónica.

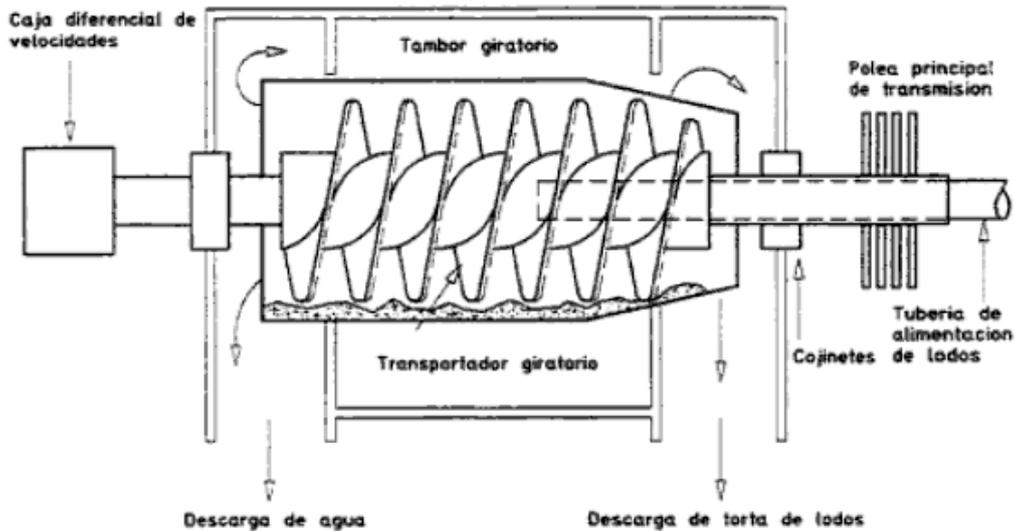


Figura 33: Centrífuga cilindro-cónico (Sewage, 2003).

Las variables a tomar en cuenta en el proceso son las características de los residuos, la velocidad y consistencia en la alimentación y la temperatura. De acuerdo a estos parámetros se puede elegir la centrífuga que se adapte mejor a las condiciones requeridas, considerando el diseño del contenedor, su velocidad y capacidad (Cheremisinoff, 2003).

La recuperación de los sólidos puede incrementarse tomando ciertas medidas, entre ellas:

- Incrementar la velocidad del contenedor
- Incrementar el volumen de la piscina
- Reducir la velocidad del transportador
- Reducir la velocidad de alimentación
- Aumentar la temperatura
- Usar flocculantes
- Aumentar la consistencia de la alimentación

La centrifugación tiene algunas ventajas inherentes sobre la filtración al vacío y otros procesos. Es simple, compacta, totalmente cerrada, flexible, puede ser usada sin uso de químicos y los costos son moderados. Adicionalmente, es una técnica de separación rápida al utilizar una fuerza mayor que la gravedad. La industria ha aceptado el uso de la centrifugación en parte por una inversión baja, la simpleza en la operación y efectividad. Muchos de los sistemas de centrifugado son horizontales o cilindros cónicos y máquinas de caja sólida. El mayor problema para este proceso es la baja calidad del concentrado. Para ello se pueden usar flocculantes que incrementan la captura de los mismos (López A. , 2004).

## b) Decantación

La decantación es un proceso de separación por gravedad que hace que una partícula, más densa que el líquido, tenga una trayectoria descendente, depositándose en el fondo de un decantador. La decantación depende de la densidad del líquido, tamaño, peso específico y características de las partículas (Skoog, 2005).

Esta operación es eficaz cuando el tamaño y la densidad de las partículas a separar son mayores que la del líquido. La velocidad de sedimentación depende de la morfología de las partículas, siendo el principal parámetro de diseño para estos equipos.

La decantación primaria tiene como objetivo eliminar los sólidos en suspensión (en un 60%, aproximadamente) presentes en aguas residuales y reducir la materia orgánica (en un 30%, aproximadamente). Además la separación busca proteger de fangos inertes de densidad elevada a los procesos posteriores de oxidación biológica (Depuración Industrial | Depuradoras Aguas Residuales, 2011).

La forma de los equipos donde llevar a cabo la decantación es variable, en función de las características de las partículas a sedimentar (tamaño, forma, concentración y densidad). En la se presenta el esquema de un decantador.

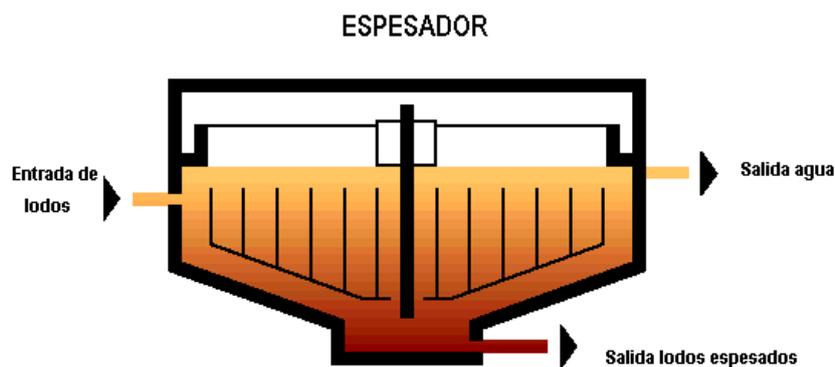


Figura 34: Esquema de un decantador (Ramirez F. , 2012)

Con estos pretratamientos se logra una separación de los purines en dos fases. Los residuos sólidos pueden tratarse en el proceso de compostaje, lombricultura mientras que la fase líquida puede someterse a procesos aerobios o anaerobios.

### c) Filtración

La filtración es una operación que permite la separación de un sólido insoluble que está presente en una suspensión sólido-líquido, haciéndola pasar a través de una membrana porosa que retiene las partículas, siendo ésta el medio filtrante. Los sólidos atrapados se denominan torta y el líquido que atraviesa la membrana se conoce como filtrado (Ibarz, 2005).

La filtración depende de un sinnúmero de factores como el tamaño y la forma de las partículas. Las partículas gruesas forman una torta porosa y no se compactan con facilidad, permitiendo una filtración adecuada. Así también las partículas redondas o esquinadas permiten el paso del líquido a filtrar compradas con las de tipo laminar (Anderson, 2006). La velocidad de filtración puede incrementarse elevando la temperatura, con variaciones en el pH, un aumento de la presión, con la disminución del espesor de la torta.

Algunos de los filtros más utilizados son el filtro banda, el filtro prensa y el filtro rotativo al vacío.

El filtro banda consta de dos cintas sin fin que convergen en forma de cuña, y son conducidos por rodillos mientras se presionan mutuamente. Normalmente se añaden coagulantes o floculantes. La concentración de sólidos a la salida se encuentra entre el 25 y el 75% (Fundación Hogares Juveniles Campesinos, 2005). En la Figura 35: Esquema de un filtro tipo banda se muestra un esquema de un filtro banda.

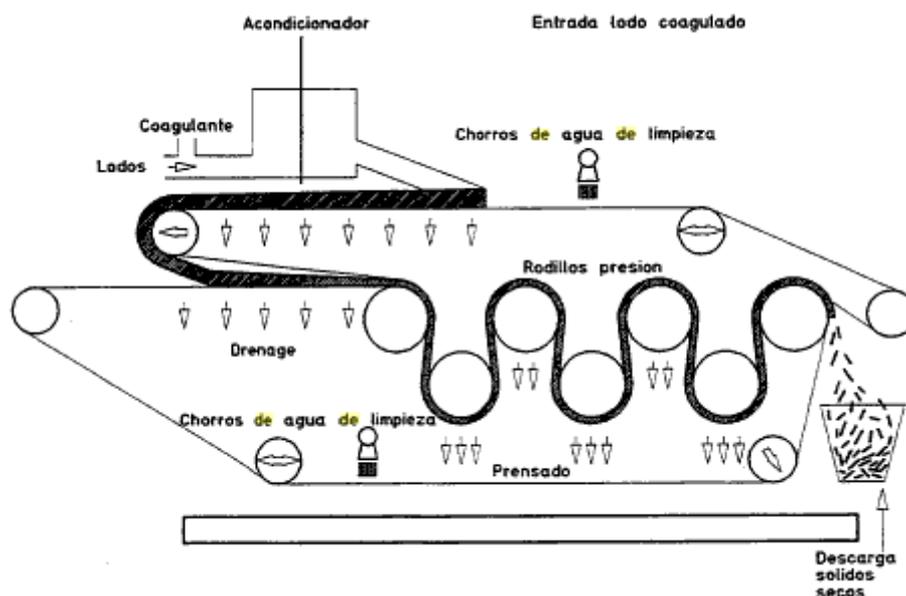


Figura 35: Esquema de un filtro tipo banda (Fundación Hogares Juveniles Campesinos, 2005).

El filtro prensa consiste en una cierta cantidad de bandejas, colocadas sobre guías que garantizan su alineación. Éstas son sometidas a presión por sistemas electromecánicos e hidráulicos entre un extremo fijo y uno móvil. La fase sólida presenta una concentración entre 15% y 25%. En la Figura 36 se observa un esquema de un filtro tipo prensa.

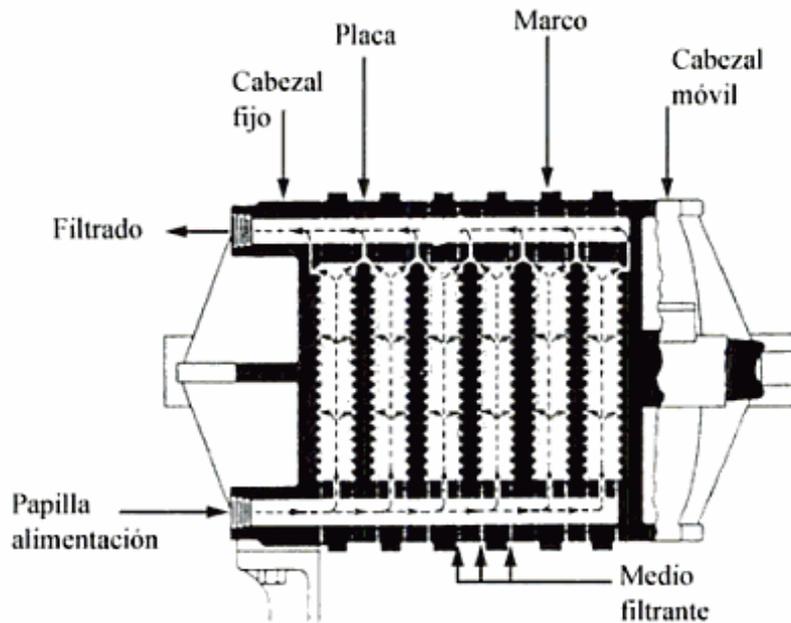


Figura 36: Esquema de un filtro prensa(Ramos Carrillo, 2010) .

Los filtros de vacío de disco rotativo constan de un tambor en forma cilíndrica con varias sectores que giran sobre su eje acial, en el que se ejerce un vacío en su interior para facilitar el paso del fluido. Los sólidos son retenidos sobre la superficie lateral (Ramos Carrillo, 2010). En la Figura 37 se presenta un esquema de este tipo de filtro.

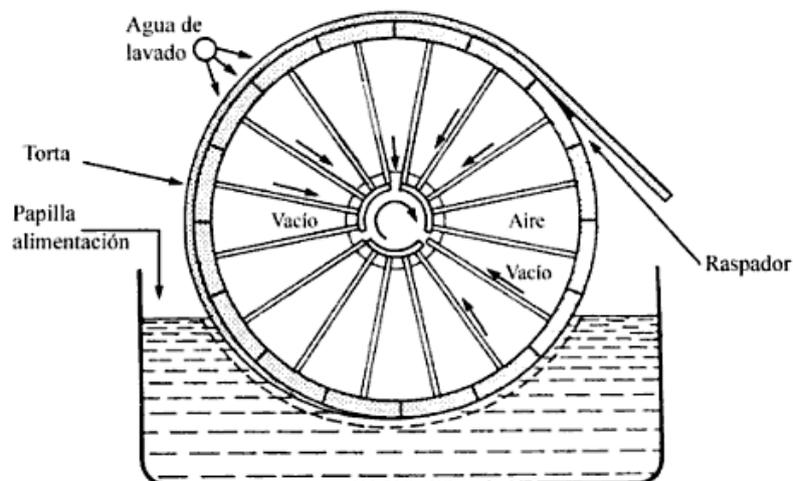


Figura 37: Esquema de un filtro de vacío disco rotativo (Ramos Carrillo, 2010).

## A.2.4 Procesos alimenticios

### a) Alimentación animal

Las excretas se utilizan en la alimentación animal debido a su alto contenido de materia mineral, fibra y nitrógeno. Las excretas de las aves constituyen un recurso abundante; sin embargo, es necesario tomar en cuenta los riesgos implicados cuando se suministran como alimento a los rumiantes. Aunque los riesgos no han sido comprobados, hay que tomar las precauciones correspondientes evitando su uso prolongado y en proporciones elevadas. En la actualidad, su uso se ha visto gravemente comprometido debido a los casos de influenza aviar.

El estiércol de cerdo, en cambio, está cobrando importancia en el engorde de rumiantes y piscicultura. Contiene más de un 20% de proteína bruta por lo que se utiliza como pienso para las aves de corral, así como un 15% es reciclado para autoconsumo. En las raciones de ovinos, se lo ha incluido en alrededor de un 40%. Hay que recalcar que para su utilización se debe asegurar las condiciones sanitarias adecuadas, por lo que el estiércol debe someterse a algún proceso físico, químico o biológico que genere un producto libre de patógenos. Algunos de los procesos son el secado artificial, procesos químicos que incluyen el uso de bactericidas biodegradables, o biológicos como el ensilaje y la fermentación aerobia y anaerobia (FAO, 2012). El sistema escogido y su implementación dependerán de la compatibilidad con el clima y las condiciones y recursos propios del lugar.

#### *Beneficios y Desventajas*

En el aspecto económico, disminuyen los costos de producción por concepto de alimentación, pues las excretas tienen un valor nutricional propio en cuanto a minerales y proteínas. En términos ambientales, permite una reducción de los gases generados, especialmente amoníaco. Su aprovechamiento puede ir combinado junto con otros procesos con los cuales se consigue un manejo integral de los desechos (RMR PRIDGEDS).

La preocupación más grande es tener información objetiva sobre los riesgos que implica la utilización de las excretas en la alimentación animal. Para ello debe crearse una normativa clara basada en investigaciones profundas para determinar las condiciones sanitarias requeridas para el desarrollo del proceso, que eviten problemas de salud pública en el futuro.

### b) Cultivo de hongos

Los hongos son organismos saprofitos, carentes de clorofila, que no pueden sintetizar carbono del ambiente. Es por ello que su cultivo conlleva un proceso previo, la preparación

del sustrato (materia orgánica en descomposición y excrementos) con las características físicas, químicas y microbiológicas que permitan el desarrollo del micelio (Barbado, 2003).

El sustrato es una mezcla de residuos orgánicos, los cuales se someten a un proceso de compostaje, es decir la fermentación de la materia orgánica para transformar los residuos en fuentes ricas en carbono y nitrógeno en forma de proteínas y aminoácido. El elemento básico del compost para el cultivo de hongos ha sido el estiércol de caballo por su contenido de celulosa y lignina presentes en la paja, componentes difícilmente degradables por otros microorganismos pero que sirven de alimento para los hongos. De preferencia debe utilizarse estiércol fresco pues contiene una adecuada cantidad de orines. De ser necesario pueden complementarse con deyecciones de cerdo o residuos de gallinaza (Hopp, 1994).

Una vez elaborada la mezcla, se regula la humedad hasta alcanzar porcentajes del 70%, lo que favorece la activación de los distintos microorganismos presentes en el estiércol, quienes atacan la capa cerosa de la paja. Se coloca en pilas para el compostaje, como se explicó en secciones precedentes. De requerirse, pueden añadirse distintos suplementos para asegurar la presencia de elementos y micro elementos en el medio que va a ser utilizado para el cultivo y regular además el pH, el cual debe ser cercano a la neutralidad. Cuando se utiliza el estiércol de caballo, el tiempo de compostaje es menor pues la paja ya ha sido rota con las pisadas de los caballos y los purines comienzan a suavizarla (López A. , 2004).

Una vez que la composta alcance un color café oscuro y las colonias de actinomicetos, sean fácilmente reconocibles como manchones blanquicos, ésta se encuentra lista para someterse al proceso de pasteurización en un cuarto acondicionado, donde se controla la temperatura, humedad y ventilación. Esta fase puede efectuarse en charolas colocadas en estantes o bien en un sistema de graneado o masa conocido como *bulk pasteurization*. El proceso se lleva a cabo a una temperatura entre 57°C y a 60°C durante un par de horas, eliminándose así los organismos perjudiciales para la composta. Posteriormente, se reduce la temperatura hasta 48°C y 52°C y se deja que el proceso continúe por alrededor de una semana más para asegurar la culminación de los procesos biológicos (Hopp, 1994). Una vez finalizado el proceso de fermentación, debe generarse un sustrato con características químicas y físicas uniformes, debe ser selectivo para el crecimiento del champiñón y excluyente para el desarrollo de organismos competidores (Hernández, 2003).

Con el sustrato listo se siembra el micelio, el cual debe ser incubado a una temperatura de 20°C a 25°C, y por último mantenerlo en un ambiente fresco, que no supere los 15°C para que broten las setas. La temperatura se controla mediante el aire circundante; en caso de requerirse pueden utilizarse sistemas de calentamiento o enfriamiento de acuerdo a las condiciones climáticas. Además, se debe tener regular la humedad del ambiente para que se encuentre en el rango entre 85% y 95% (Hopp, 1994).

Cuando se van a producir champiñones industrialmente, es necesario el acondicionamiento de dos instalaciones diferentes, una de incubación y otra de cultivo. Durante la incubación, se llevará a cabo el crecimiento del micelio sobre el sustrato. En el local de cultivo se producirán las setas sobre bloques ya invadidos de micelio. Estas instalaciones deben contar con sistemas de calefacción, humidificación, ventiladores, circulación de aire, entre

otras dependiendo del lugar donde se esté realizando el proceso. Después de dos o tres semanas se pueden recolectar las primeras setas; el crecimiento continúa en ciclos de brotes en intervalos entre 7 a 10 días. Durante los tres primeros ciclos se puede alcanzar el 70% de la producción, decayendo paulatinamente (Hernández, 2003).

### *Beneficios y Desventajas*

El utilizar los residuos agrícolas y ganaderos en la formación del compost para el cultivo de champiñones presenta beneficios en varios aspectos. En el económico, la producción de champiñones a gran escala, es una industria donde se obtienen regalías al comercializar un producto de consumo a nivel local e internacional por sus bondades nutritivas. En el ámbito social, los pequeños agricultores pueden mejorar sus condiciones alimentarias ingiriendo un producto rico en lisina y leucina, potasio, fósforo, hierro y manganeso así como vitaminas del complejo B (Hernández, 2003). A nivel ambiental, permite reducir los GEI al someter los desechos animales a un tratamiento adecuado. Los hongos además tienen una ventaja sobre la mayoría de microorganismos pues son capaces de degradar lignina y celulosa.

Algunas de las desventajas es el control de las condiciones de temperatura y humedad que debe existir en cada una de las etapas de su desarrollo. A nivel artesanal, el crecimiento depende de las condiciones ambientales por lo que se genera una producción con características irregulares en tamaño, cantidad y calidad. A nivel industrial en cambio, se requiere de una inversión significativa en equipos e infraestructura.

En el país el consumo de champiñones se centra a nivel urbano, por lo que es necesario plantear programas de capacitación sobre los beneficios nutricionales de esta especie a los pequeños agricultores en las zonas rurales. Solo así se logrará que consideren a ésta como una opción para autoconsumo.

### **c) Preparación de harinas**

La industria cárnica tiene como subproductos una gran cantidad de desechos (huesos, cartílagos, vísceras, sangre) que son usualmente aprovechados en la elaboración de harinas. Por su alto contenido de calcio, fósforo, proteínas y aminoácidos son utilizadas como suplementos alimenticios para consumo de ganado lechero, ganado de engorde y porcino y en la crianza de aves. Sin embargo, es necesario considerar las características físico-químicas de cada uno de los residuos para obtener una harina balanceada que favorezca el desarrollo de las especies (Amerling, 2001). En la actualidad, las harinas de sangre, de plumas, de carne, de hueso o una mezcla de éstas son las que se encuentran habitualmente en el mercado.

#### *Harinas de sangre*

Procede del secado y la molienda de sangre del ganado sacrificado. Este proceso se realiza artesanalmente recogiendo la sangre en grandes vasijas y se hierve a fuego lento, agitándola constantemente, hasta que el agua se evapore y la sangre se coagule. Esta

pasta homogénea se coloca en sacos de un material poroso para someterla a un prensado mecánico donde se extrae la mayor cantidad de líquido posible. El residuo sólido se seca al ambiente sobre superficies lisas y en capas delgadas para posteriormente ser molida en molinos artesanales, de martillo o tambor, dependiendo de la disponibilidad y los recursos existentes (Figuroa & Sánchez, 1997). A escala semicomercial, la harina de sangre se fabrica siguiendo los pasos anteriores pero coagulando la sangre al vapor. Hay que tomar precauciones para no dejar que la temperatura exceda los 120°C en cualquiera de las fases del proceso, ya que, de lo contrario, se obtendrá una harina de baja calidad.

Para la elaboración de harina a gran escala, se requieren de equipos de mayor tamaño y sofisticación. Los métodos modernos de producción de harina de sangre comprenden la desecación de la sangre en cooker o digestores o desecación por rociado o aspersión a baja temperatura principalmente. Estos procedimientos de desecación producen una harina de sangre soluble en agua.

El método de rociado es el más utilizado y el más recomendado en la actualidad. Elimina las bacterias de la sangre y evapora solo el agua, manteniéndose los niveles de proteína. La sangre se coloca en la parte superior de cilindros de acero inoxidable de gran tamaño por donde circula aire caliente. Para el proceso la concentración de sólidos no debe ser menor a un 20%. El eliminar el exceso de agua causa elevados costos y una incorrecta atomización del spray; por lo que de ser necesario, la sangre se concentra previamente usando evaporadores al vacío o ultra filtración (Madrid, 1999).

La harina de sangre se caracteriza por poseer un alto contenido de proteína y aminoácidos, particularmente lisina y aminoácidos azufrados. La digestibilidad de la proteína es sumamente variable dependiendo del proceso de secado utilizado. No es aconsejable incluirla en dosis superiores a un 5% en las raciones para porcinos y aves para evitar riesgos de diarrea (Buxadé Carbó, 1995). En el caso de los bovinos, una concentración más alta puede ser utilizada pero sin superar el 50% de la proteína requerida (FAO, Sistemas de Información de los recursos del pienso, 2010). En la Figura 38 se presenta un esquema de un equipo spray dryer.

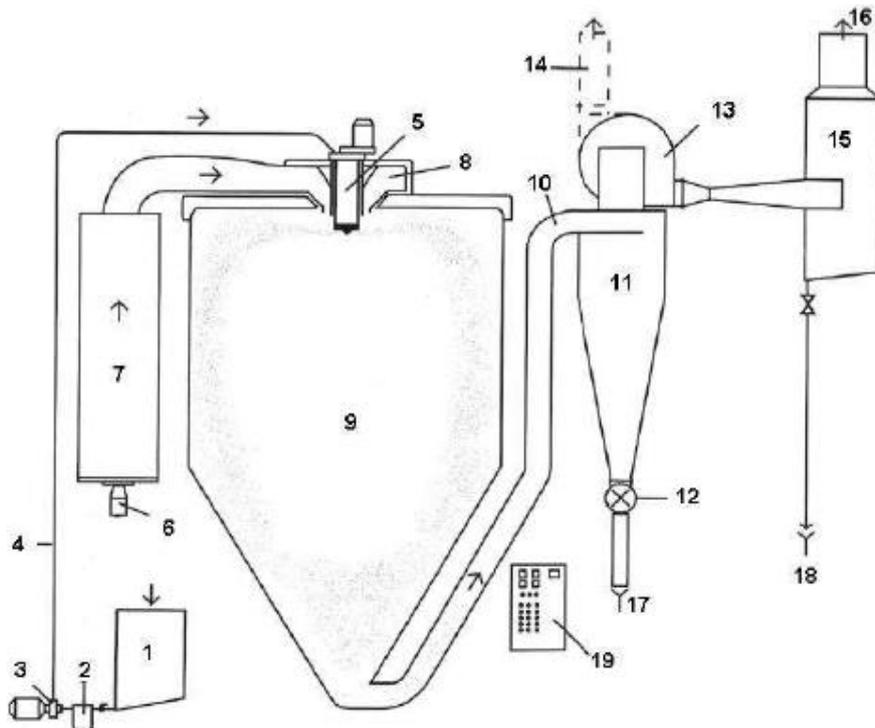


Figura 38: Esquema de un equipo spray dryer para elaboración de harina de sangre (GalaxieSC, 2006).

Donde: 1) Tanque de alimentación, 2) Filtro del líquido, 3) Bomba dosificadora, 4) Conjunto de cañerías, válvulas y accesorios, 5) Atomizador completo, 6) Quemador completo, 7) Generador de gases calientes directo, 8) Dispersor de aire caliente, 9) Cámara de secado con puerta y mirillas, 10) Conjunto de conductos de interconexión, 11) Ciclón de salida de producto, 12) Válvula rotativa, 13) Ventilador de aspiración, 14) Chimenea, 15) Lavador de gases efluentes, 16) Salida de aire limpio, 17) Salida del producto, 18) Salida del producto del lavador, 19) Tablero de control y comando completo.

El método tradicional es económico y de fácil operación. Sin embargo, el proceso es largo por lo que la calidad del producto se ve afectada al exponerse a altas temperaturas por tiempos prolongados. El método de spray dryer tiene un alto rendimiento dada la rapidez del proceso, asegurando así que las propiedades y composición del producto se mantengan intactas; aunque requiere de una gran inversión y un gasto considerable en la generación del aire caliente, por lo que solo es utilizada a escala industrial y para procesar volúmenes considerables de sangre (Guerrero, 2010).

### *Harina de Carne y Hueso*

La elaboración de harinas a partir de carne y hueso ha sido, por mucho tiempo, un método ampliamente utilizado alrededor del mundo para gestionar los residuos provenientes del sacrificio del ganado. Sin embargo, debido a los casos de encefalopatía espongiforme bovina, conocida como la enfermedad de “la vaca loca”, esta actividad se ha visto gravemente comprometida. En la actualidad, normativas y reglamentos más estrictos están siendo implementados para asegurar la inocuidad del producto (Donoso-Bravo, 2009).

El sistema más utilizado es la transformación por vía seca. El proceso comienza troceando y triturando los huesos para reducir la materia prima a dimensiones que permitan un tratamiento térmico uniforme. Los huesos se someten a cocción en digestores o marmitas para liberar los componentes adheridos (agua y grasa). La temperaturas fluctúan entre 115°C y 150°C durante 1 o 2 horas dependiendo del material (Anderson, 2006). El contenido final de agua debe encontrarse entre 5-10% como máximo. La torta proteica extraída pasa a prensado o centrifugación con el fin de separar la grasa de la harina. La harina se seca y finalmente se muele para ser almacenada en bolsas esterilizadas; este producto se conoce como harina de hueso al vapor (López & Casp, 2004). En otras plantas, los huesos se calcinan en hornos industriales u hornos artesanales para esterilizarlos y liberarlos de toda materia orgánica, obteniéndose la harina de hueso calcinado (Donoso-Bravo, 2009). Aunque estas harinas tienen un alto contenido de calcio, fósforo y microelementos, la dosis diaria incluida en la dieta no debe superar el 8% (Organización para la Alimentación y la Agricultura, 1994). En la Figura 39 se observa un esquema de una planta de producción de harina de carne y hueso.

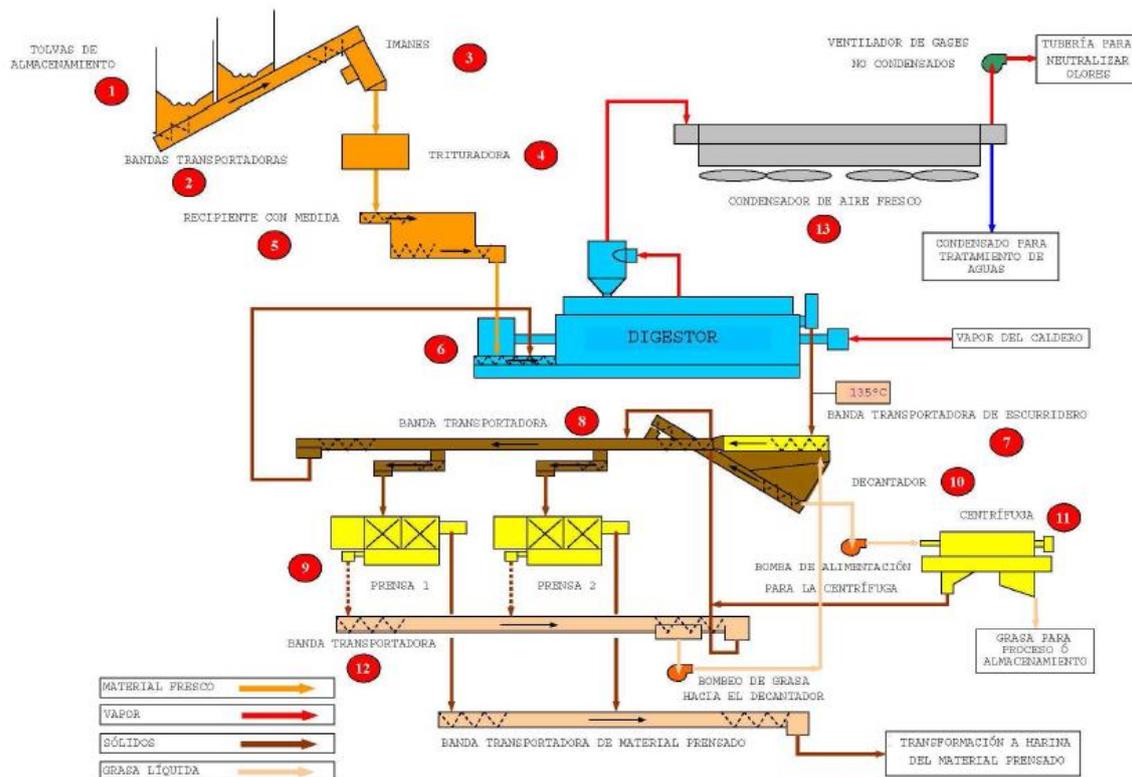


Figura 39: Esquema de una planta de producción de harina de carne y hueso (Ramos Carrillo, 2010).

## Harinas de Subproductos Avícolas

Los subproductos avícolas que se obtienen del despiece del pollo tales como patas, caparazones, cabezas, huevos no desarrollados y vísceras sirven de materias primas para la elaboración de harinas. Al igual que con la harina de carne y hueso se prefiere el método de fusión en seco, con el que se elimina el exceso de humedad sin perder el valor nutritivo. La fusión se realiza por diversos sistemas. El proceso general es la cocción de los residuos triturados en un tanque horizontal con un sistema de calentamiento por camisa de vapor con un agitador interno. Se busca elevar la temperatura hasta el punto de ebullición del agua rápidamente, liberándose la grasa. El material sólido se deposita sobre tamices para permitir que la grasa drene. Mientras está caliente se transfiere a una prensa hidráulica o un tornillo sin fin para liberar la grasa todavía existente. El material sobrante finalmente se muele para obtener la harina. Otro sistema utilizado es la turbina centrífuga en la que se hace circular vapor para desprender la grasa contenida mientras la fuerza centrífuga la expulsa hacia el exterior. La ración proporcionada de las aves no debe superar el 5% (Organización para la Alimentación y la Agricultura, 1994).

Las plumas también pueden ser utilizadas para la producción de harinas por su alto contenido de queratina. A la proteína sin embargo hay que hidrolizarla para que sea digerible. El proceso comienza con el lavado de las plumas y la eliminación del exceso de agua ya sea por presión o por desecación al aire. Luego se tratan con vapor, cociéndolas en húmedo con agitación constante y posteriormente se hidrolizan en seco a una presión mayor que la atmosférica (2-3 atm) y a una temperatura de 146°C. Se las deja enfriar y se desecan para culminar el proceso con su la molienda (Sala & Barroeta, 2003). En la Figura 40 se muestra el esquema de una planta de procesamiento de subproductos avícolas.

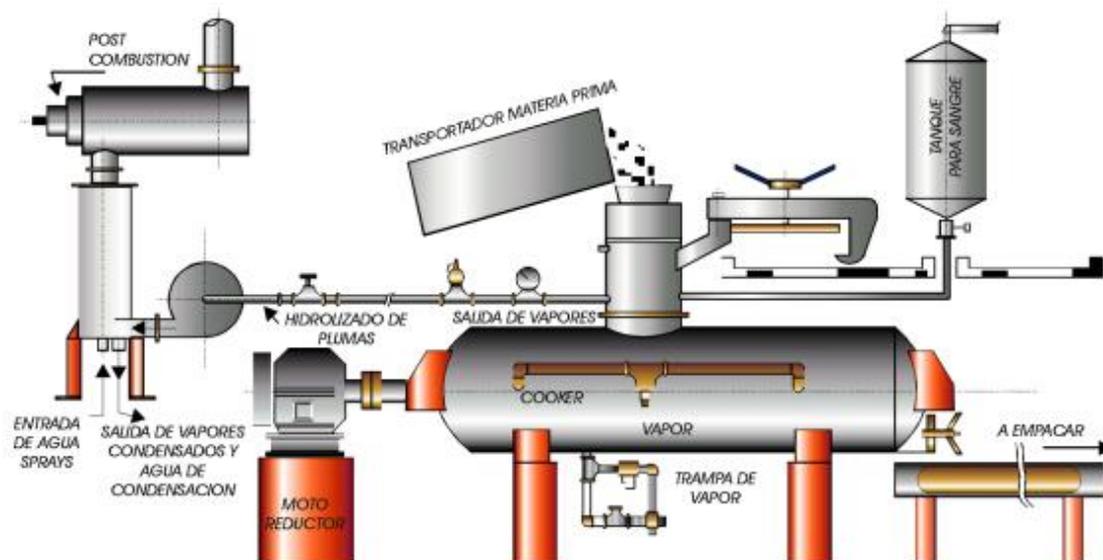


Figura 40: Esquema de una planta de procesamiento subproductos avícolas (Red Interinstitucional de Tecnologías Limpias, 2004).

### *Beneficios y Desventajas*

La producción de harinas elaboradas con subproductos de la industria cárnica y avícola presenta innumerables beneficios en el ámbito económico, social y ambiental. A nivel económico, se generan recursos por su comercialización, pues las harinas tienen una altísima demanda gracias a su rico contenido de nutrientes, por lo que son recursos preferidos para la elaboración de balanceados.

En el ámbito social, los pequeños ganaderos se ven favorecidos al suplir las graves deficiencias proteicas que afronta el sector pecuario, especialmente en Latinoamérica donde son escasos los recursos técnicos para implementar programas en alimentación animal. Las harinas son utilizadas como complementos alimenticios, asegurando un mejor crecimiento de su ganado y aves de corral. Sin embargo, es necesario emprender un plan de divulgación de la tecnología a nivel nacional, ya que en la actualidad la concentración de la información y los sistemas de procesamiento son casi nulos.

A nivel ambiental, permite dar un valor agregado a los desechos previniendo la contaminación de ríos y arroyos al no verter la sangre y contenido ruminal directamente sobre ellos. Además, se reducen olores desagradables que pueden atraer a insectos, degenerando las condiciones sanitarias.

Una de las desventajas son los olores producidos a causa de los vapores. Por lo que se requiere invertir en tecnología apropiada como los ciclones purificadores para su control. También se requiere tratar las aguas residuales del proceso, puesto que contienen cierta cantidad de proteínas disueltas. Estos tratamientos adicionales generan un gasto, elevando así el costo de producción (Herrera Ramírez, 2008).

Adicionalmente, es una tecnología preferentemente aplicada a mediana y gran escala para cubrir el costo/beneficio en la inversión de las instalaciones y equipos apropiados para llevar a cabo el proceso. De esta manera, se asegura un producto de excelente calidad, elaborado bajo las condiciones sanitarias requeridas.

Es indispensable que las distintas instituciones públicas unifiquen criterios, políticas y reglamentos y trabajen coordinadamente en planes de capacitación, implementación así como aporten con recursos económicos en pro de mejorar el manejo actual de los desechos (Organización para la Alimentación y la Agricultura, 1994).

### **A.2.5 Hojas de Datos tecnológicos y matriz de propiedades de las tecnologías**

Las hojas de datos tecnológicos y una matriz con las propiedades y características de todas las tecnologías seleccionadas se pueden encontrar a continuación.

### A.2.5.1 Procesos Bioquímicos

#### a) Compostaje

Título/ nombre de la tecnología	Compostaje de desechos ganaderos
Sector	Agrícola
División	
Sub sector	Manejo de estiércol
Nombre de tecnología	Compostaje
Nombre opcional	
Emisiones de GEI del Subsector (megatoneladas de CO <sub>2</sub> e)	3,9
Escala	Pequeña Escala
Disponibilidad	Corto Plazo
Tecnología a ser incluida en la priorización?*	SI
Racionalidad del proyecto ¿Por qué la opción ha sido considerada inapropiada? (por ejemplo si recursos hídricos no están disponibles)	Requiere manejo de ganado intensivo / semi-intensivo (establo/corral). El compostaje de desechos ganaderos es una práctica común para tratar y estabilizar desechos ganaderos sólidos por acción microbiana. Inclusive cuando los desechos permanecen en el campo, se ven sometidos a un proceso de compostaje natural. Se puede aplicar el proceso de compostaje desde nivel casero o traspatio hasta gran escala. Se vas a considerar en este estudio solo el nivel de traspatio y pequeña escala, ya que los costos y requerimiento de espacio a gran escala va más allá de los intereses de este estudio.
Antecedentes/ Notas Descripción corta de la opción tecnológica desde el ClimateTechWiki, Seminarios, etc.	El compostaje de los desechos ganaderos se aplica a desechos sólidos de material particulado, por lo cual requiere un pretratamiento. El pretratamiento consiste en recepción, clasificación, reducción de tamaño y humidificación. El material es degradado (fermentado) por acción microbiana a compost, un abono orgánico rico en nutrientes y carbono orgánico. Este proceso es exotérmico, por lo que libera calor. Se considera la fase mesofílica cuando la temperatura se encuentre entre 15 y 45°C y termofílica entre 45 y 70°C. Esta última es la responsable de la sanitización del compost. El oxígeno requerido se suministra por aireación pasiva o forzada. Para obtener un material homogéneo se debe mezclar / voltear el material hasta llegar al último paso de maduración en el que la tasa de degraación decrece y la temperatura siminuye. El tiempo de residencia necesario hasta alcanzar a tener un compost maduro se encuentra entre 6 y 10 semanas. Lo cual requiere de mucho espacio.

Supuestos de implementación ¿Cómo la tecnología será implementada y difundida en el subsector?	Se recomienda hacer la implementación del proceso de compostaje a pequeña escala, ya que la inversión de maquinaria necesaria para voltar las pilas de compost a gran escala es muy alto. el sistema más simple es la compostera que puede ser a nivel casero. Si ya se tiene un cantidad mayor se recomienda el sistema de pilas o hileras volteadas. Para asegurar un proceso exitoso, las partes interesadas tienen que entender el proceso y conocer la importancia de la aireación y humedad, así como guiarse por la temperatura.
Reducción de las Emisiones de GEI en 1 año (en megatoneladas de CO <sub>2</sub> e / ton desecho)**	Directo: 8,66      Indirecto: 8,20E-5      Total: 8,66
<b>Impactos</b> Cómo esta opción impacta las prioridades de desarrollo del país	
Prioridades de desarrollo social del país*	A pequeña escala tienen que trabajar las partes interesadas en mantener la calidad del compost adecuada. A mediana escala se necesita contratar uno a dos operarios que volteen, humedezcan y controlen el nivel de madurez del compost diariamente. Compostaje tiene un impacto positivo para las
Prioridades de desarrollo económico del país*	La tecnología del compostaje es tan sencilla que se puede replicar a pequeña escala (casa con animales) en varios lugares. Este compost se puede utilizar para los propios cultivos, pero sin un aseguramiento de calidad (aptógenos) no tiene valor comercial.
Prioridades de desarrollo ambiental del país*	El sistema de compostaje aireado reduce la cantidad de CH <sub>4</sub> que producirían estos desechos sin el tratamiento y la aireación adecuada. Además reduce los requerimientos de fertilizantes nitrogenados y por ende las emisiones de N <sub>2</sub> O.
Otras consideraciones y prioridades como el potencial de mercado	Compost a mediana escala y con un adecuado control de calidad tiene un alto valor comercial a nivel agrícola y doméstico. Sin embargo, es fundamental tecnificar de tal forma el proceso que se asegure una sanitización del compost. Esto no se puede hacer a nivel de traspatio u hogares.
<b>Costos</b>	
Costos de capital en 5 años*	(+)
Costos de operación y mantenimiento en 5 años*	(++)
Otros costos en 5 años	
* [++ muy altos, + altos. - bajos, -- muy bajos]	
** por tonelada de desecho	

## b) Digestión Anaerobia

Título/ nombre de la tecnología	Digestión anaerobia de desechos ganaderos		
Sector	Agrícola		
División			
Sub sector	Manejo de estiércol		
Nombre de tecnología	Digestión anaerobia de desechos ganaderos a pequeña escala		
Nombre opcional			
Emisiones de GEI del Subsector en 1 año (megatoneladas de CO <sub>2</sub> e)	3,9		
Escala	Gran Escala / Pequeña Escala		
Disponibilidad	Corto Plazo		
Tecnología a ser incluida en la priorización?*	SI		
Racionalidad del proyecto ¿Por qué la opción ha sido considerada inapropiada? (por ejemplo si recursos hídricos no están disponibles)	<p>Requiere manejo de ganado intensivo / semi-intensivo (establo/corral). Tecnología muy utilizada en todo el mundo, especialmente en Asia. Obtención de fuente de energía renovable (biogás) y fertilizante orgánico (biol). Aunque la producción de biogás a pequeña escala no es significativa. Como no se controlan las condiciones de operación para tener un proceso que funcione óptimamente (temperatura, pH, tiempo de residencia) esta tecnología es adecuada en climas tropicales o continentales.</p>		
Antecedentes/ Notas Descripción corta de la opción tecnológica desde el ClimateTechWiki, Seminarios, etc.	<p>Proceso biológico en el cual un consorcio de diversos microorganismos interactúa entre sí, en ausencia de oxígeno, para estabilizar la materia orgánica (biol) por conversión a biogás (CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, trazas H<sub>2</sub>S, H<sub>2</sub>O). A pequeña escala se trabaja con reactores discontinuos que se cargan una vez y se descargan una vez terminado el proceso, cuando no se produce más biogás. Cada lote tiene una duración entre 60 y 90 días dependiendo de la cantidad de materia a tratar.</p>		
Supuestos de implementación ¿Cómo la tecnología será implementada y difundida en el subsector?	<p>El proceso a pequeña escala se lleva a cabo en biodigestores artesanales, contruidos con materiales locales, como plásticos (geomembrana), tanques de polietileno y tubos de PVC. No requieren de un monitoreo sofisticado ni de inversión en equipos sofisticados.</p>		
Reducción de las Emisiones de GEI en 1 año (en megatoneladas de CO <sub>2</sub> e / ton desecho)**	Directo: 77,59	Indirecto: 7,33E-9	Total: 77,59
<b>Impactos</b>			
<b>Cómo esta opción impacta las prioridades de desarrollo del país</b>			
Prioridades de desarrollo social del país*	<p>Operación del digestor no requiere capacitación. El mismo ganadero puede cargar y descargar el biodigestor. Se puede replicar la tecnología para todos los ganaderos con ganado a pequeña escala o traspatio.</p>		
Prioridades de desarrollo económico del país*	<p>La producción de biogás es baja, pero se puede utilizarse localmente como fuente de energía térmica en cocina o calefacción, sustituyendo al GLP o leña. El efluente es un fertilizante orgánico estabilizado con alto contenido de nutrientes y sustituye el uso de fertilizante químicos, aumentando laproductividad de cultivos.</p>		

Prioridades de desarrollo ambiental del país*	Mediante el uso de biodigestores anaerobios se reducen las emisiones de GEI directamente, ya que no solo se captura el CH4 que de lo contrario iría a la estratosfera, sino que también se lo puede utilizar como una fuente de energía y por ende reducir indirectamente la contaminación por la reducción de fuentes de energía primarias (leña, GLP). Se da un manejo a los desechos animales, pero también se pueden degradar desechos orgánicos vegetales. Se aumenta el contenido de humus en los suelos y se reduce el uso de fertilizantes químicos que aportan con la emisión de N2O por el ciclo de nitrógeno.
Otras consideraciones y prioridades como el potencial de mercado	En el Ecuador ha habido unas pocas experiencias con biodigestores anaerobios, pero no han tenido mucho éxito ya que no hubo una selección adecuada de la tecnología aplicada ni una transferencia a las necesidades y realizadadas del país.
<b>Costos</b>	
Costos de capital en 5 años*	(-)
Costos de operación y mantenimiento en 5 años*	(++)
Otros costos en 5 años	
* [++ muy altos, + altos. - bajos, -- muy bajos]	
** por tonelada de desecho	

Título/ nombre de la tecnología	Digestión anaerobia de desechos ganaderos
Sector	Agrícola
División	
Sub sector	Manejo de estiércol
Nombre de tecnología	Digestión anaerobia de desechos ganaderos a gran escala
Nombre opcional	
Emisiones de GEI del Subsector (megatoneladas de CO <sub>2</sub> e)	3.9
Escala	Gran Escala
Disponibilidad	Corto Plazo
Tecnología a ser incluida en la priorización?*	SI
Racionalidad del proyecto ¿Por qué la opción ha sido considerada inapropiada? (por ejemplo si recursos hídricos no están disponibles)	Requiere manejo de ganado intensivo / semi-intensivo (establo/corral). Tecnología muy utilizada en todo el mundo, especialmente países desarrollados. Obtención de fuente de energía renovable (biogás) y fertilizante orgánico (biol). Importante controlar las condiciones de operación para tener un proceso que funcione eficientemente (Temperatura, pH, tiempo de residencia): alta producción de biogás y estabilización de la materia orgánica (cero patógenos)
Antecedentes/ Notas Descripción corta de la opción tecnológica desde el ClimateTechWiki, Seminarios, etc.	Proceso biológico en el cual un consorcio de diversos microorganismos interactúa entre sí, en ausencia de oxígeno, para estabilizar la materia orgánica (biol) por conversión a biogás (CH <sub>4</sub> , CO <sub>2</sub> , trazas H <sub>2</sub> S, H <sub>2</sub> O). El proceso microbiano es sumamente complejo y está integrado por múltiples reacciones paralelas y en serie interdependientes. Los sistemas a gran escala incluyen pretratamiento de la materia prima, acondicionamiento de biogás y biol, sistemas de agitación de la mezcla para asegurar una buena degradación. Os sistemas tecnificados requieren de un tiempo de permanencia de la materia orgánica entre 15 a 30 días, con lo cual se reduce considerablemente en tamaño específico en comparación con sistemas rurales.
Supuestos de implementación ¿Cómo la tecnología será implementada y difundida en el subsector?	Esta tecnología se rige por una economía de escala. Esto quiere decir que el proceso es más eficiente, mientras mayor la cantidad de desechos a tratar. Por esto se busca ganaderías con alta densidad de ganados o zonas que estén geográficamente cercanas e interesadas en asociarse para producir biol y biogás para el consumo interno o la venta a terceros.
Reducción de las Emisiones de GEI en 1 año (en megatoneladas de CO <sub>2</sub> e / ton desecho)**	Directo: 93,8      Indirecto: 7,33E-9      Total: 93,80
<b>Impactos</b>	
<b>Cómo esta opción impacta las prioridades de desarrollo del país</b>	
Prioridades de desarrollo social del país*	Operación de planta de digestión anaerobia requiere de personal operativo calificado, lo cual genera un gran desarrollo social por fuente de trabajo y capacitaciones en la zona de influencia.

Prioridades de desarrollo económico del país*	Gracias a la alta producción de biogás se tiene una fuente de energía renovable que va a mejorar la matriz energética del país aparte de la reducción de GEI que se alcanzan. El segundo producto que se obtiene con esta tecnología (biol) puede ser comercializado entre los mismos ganaderos para la fertilización de cultivos y pastizales, reduciendo la cantidad de fertilizantes químicos que se requieren.
Prioridades de desarrollo ambiental del país*	Mediante el uso de biodigestores anaerobios se reducen las emisiones de GEI directamente, ya que no solo se captura el CH <sub>4</sub> que de lo contrario iría a la estratosfera, sino que también se lo puede utilizar como una fuente de energía y por ende reducir indirectamente la contaminación por la reducción de fuentes de energía primarias. Con el biol se mejora el contenido de humus de los suelos, lo que a su vez mejora la retención de nutrientes y humedad, reduciendo las emisiones de N <sub>2</sub> O y en consecuencia aumenta la productividad y reduce el uso de fertilizantes utilizados.
Otras consideraciones y prioridades como el potencial de mercado	En el Ecuador se ha implementado sistemas de biodigestores anaerobios de gran escala. Es una tecnología sofisticada con alto nivel de tecnificación, pero garantiza su funcionamiento adecuado.
<b>Costos</b>	
Costos de capital en 5 años*	(++)
Costos de operación y mantenimiento en 5 años*	(++)
Otros costos en 5 años	
* [++ muy altos, + altos. - bajos, -- muy bajos]	
** por tonelada de desecho	

### c) Digestión Aerobia

Título/ nombre de la tecnología	
<b>Digestión aerobia de desechos ganaderos</b>	
Sector	Agrícola
División	
Sub sector	Manejo de estiércol
Nombre de tecnología	Digestión aerobia de desechos ganaderos
Nombre opcional	
Emisiones de GEI del Subsector (megatoneladas de CO <sub>2</sub> e)	3,9
Escala	Gran Escala
Disponibilidad	Corto Plazo
Tecnología a ser incluida en la priorización?*	SI
Racionalidad del proyecto ¿Por qué la opción ha sido considerada inapropiada? (por ejemplo si recursos hídricos no están disponibles)	Requiere manejo de ganado intensivo / semi-intensivo (establo/corral). Requiere manejo de ganado intensivo / semi-intensivo (establo/corral). Tecnología común para tratar desechos líquidos con alto contenido de carbono orgánico. Se puede alcanzar alta reducción en carbono orgánico (DQO y DBO), eliminar olores, fijar nitrógeno en forma de nitratos, estabilizar nutrientes para aplicación agrícola.
Antecedentes/ Notas Descripción corta de la opción tecnológica desde el ClimateTechWiki, Seminarios, etc.	Los tratamientos aerobios se basan en la descomposición de la materia orgánica con alto contenido de humedad (estiércol de lavado de establos, purines y agua de limpieza) en presencia de oxígeno, produciendo compuestos oxidados (degradados), agua y dióxido de carbono. El nitrógeno orgánico y amoniacal es transformado a nitratos, se eliminan malos olores y se estabiliza la cantidad de nutrientes.
Supuestos de implementación ¿Cómo la tecnología será implementada y difundida en el subsector?	El tratamiento aeróbico es utilizado para tratar efluentes líquidos y por lo general tienen oxigenación asistida sea por agitación, burbujeo o recirculación de lodos. El efluente estabilizado puede ser utilizado como un fertilizante orgánico. El tiempo de permanencia de los lodos en el digestor varía entre 10 a 30 días dependiendo del nivel de aireación.
Reducción de las Emisiones de GEI en 1 año (en megatoneladas de CO <sub>2</sub> e / ton desecho)**	Directo: 8,79E-4      Indirecto: 7,33E-9      Total: 8,79E-4
<b>Impactos</b>	
<b>Cómo esta opción impacta las prioridades de desarrollo del país</b>	
Prioridades de desarrollo social del país*	La operación del proceso de digestión aerobia requiere de la contratación de uno a dos operarios para dar mantenimiento al digestor (limpiar depósitos, ductos de afluentes y efluentes, eliminar capa de algas y demás incrustaciones.
Prioridades de desarrollo económico del país*	El uso de los efluentes del proceso de digestión aerobia como fertilizantes reduce los gastos directos en fertilizantes de los agricultores. Desventaja: requiere de inversión alta en equipos. Costos operativos también altos: energía, personal. Alto requerimiento de espacio.
Prioridades de desarrollo ambiental del país*	Principales ventajas: reducción de olores y estabilización de componentes amoniacales en nitratos. Reducción en emisiones de CH <sub>4</sub> y N <sub>2</sub> O comparado con la degradación natural sin tratamiento. Además reduce los requerimientos de fertilizantes nitrogenados y por ende las emisiones de N <sub>2</sub> O.

Otras consideraciones y prioridades como el potencial de mercado	Se debe ser muy cuidadoso en el manejo del efluente líquido de la digestión aeorbia, ya que en la mayoría de los casos no se logra tener un proceso de higienización completo y el efluente contiene coliformes.
<b>Costos</b>	
Costos de capital en 5 años*	(+)
Costos de operación y mantenimiento en 5 años*	(++)
Otros costos en 5 años	
* [++ muy altos,+ altos. - bajos, -- muy bajos]	
** por tonelada de desecho	

## d) Lombricultura

Título/ nombre de la tecnología	
Lombricultura de desechos ganaderos	
Sector	Agrícola
División	
Sub sector	Manejo de estiércol
Nombre de tecnología	Lombricultura
Nombre opcional	
Emisiones de GEI del Subsector (megatoneladas de CO <sub>2</sub> e)	3.9
Escala	Pequeña Escala
Disponibilidad	Corto Plazo
Tecnología a ser incluida en la priorización?*	SI
Racionalidad del proyecto ¿Por qué la opción ha sido considerada inapropiada? (por ejemplo si recursos hídricos no están disponibles)	Requiere manejo de ganado intensivo / semi-intensivo (establo/corral). La lombricultura es un proceso de descomposición natural, similar al compostaje, en el que el material orgánico es degradado por las lombrices y los microorganismos existentes en el medio. El producto obtenido es humus, abono orgánico rico en nutrientes. Es importante que el desecho se encuentre en forma seca, pero con un alto nivel de humedad y buena aireación para que las lombrices se puedan desplazar fácilmente e ingerir el alimento.
Antecedentes/ Notas Descripción corta de la opción tecnológica desde el ClimateTechWiki, Seminarios, etc.	La lombricultura es una tecnología basada en la crianza de lombrices que transforman los desechos orgánicos sólidos en humus. La especie más utilizada es la <i>Eisenia foetida</i> , comúnmente conocida como lombriz roja. Ésta es sumamente prolífica, vive en grandes densidades y puede producirse en cautiverio; es muy voraz alimentándose diariamente con un equivalente a su peso. Un 60% del alimento ingerido lo libera en forma de humus.
Supuestos de implementación ¿Cómo la tecnología será implementada y difundida en el subsector?	Los sistemas de lombriculturas son camas rectangulares con desnivel, buen drenaje y preferiblemente cubiertas. Existen sistemas a pequeña y gran escala. La eficiencia del sistema depende de la facilidad de cosechar el humus libre de lombrices, por lo que se prefieren sistemas en los que las lombrices migran de acuerdo a la provisión de alimentación (flujo vertical o flujo horizontal).
Reducción de las Emisiones de GEI en 1 año (en megatoneladas de CO <sub>2</sub> e / ton desecho)**	Directo: 8,66      Indirecto: 8,20E-5      Total: 8,66
<b>Impactos</b>	
<b>Cómo esta opción impacta las prioridades de desarrollo del país</b>	
Prioridades de desarrollo social del país*	Esta tecnología es especialmente interesante a escala de traspatio y casera, ya que la lombricultura es muy económica, fácil de manejar, no involucra costos adicionales de operación y produce el humus que se puede aplicar en los suelos y aumentar la productividad de los mismos.
Prioridades de desarrollo económico del país*	El abono natural puede disminuir y, en ciertos casos, sustituir el uso de los fertilizantes químicos, ahorrándole dinero al agricultor. Los abonos orgánicos se utilizan para mantener y mejorar la disponibilidad de nutrientes y las propiedades físicas del suelo y contribuir en la obtención de mayores rendimientos en los sembríos.

Prioridades de desarrollo ambiental del país*	Las emisiones de CH4 ocasionadas por los desechos ganaderos no tratados se reducen considerablemente. El proceso de degradación en la lombricultura produce CO2, pero dada la buena aireación no hay emisiones de CH4.
Otras consideraciones y prioridades como el potencial de mercado	La lombricultura es una técnica de baja inversión, mínimo riesgo, fácil administración y elevada rentabilidad, aplicada a pequeña, mediana o gran escala, presentando múltiples beneficios. Adicionalmente, las lombrices pueden utilizarse en forma de harinas como un buen alimento para peces, aves de corral y cerdos por su alto contenido proteico y mineral
<b>Costos</b>	
Costos de capital en 5 años*	(+)
Costos de operación y mantenimiento en 5 años*	(+)
Otros costos en 5 años	
* [++ muy altos,+ altos. - bajos, -- muy bajos]	
** por tonelada de desecho	

## e) Sistema de Lagunas

Título/ nombre de la tecnología	Sistemas de lagunas / estanques (proceso nuevo zelandés)
Sector	Agrícola
División	
Sub sector	Manejo de estiércol
Nombre de tecnología	Sistema de lagunas / estanques (proceso nueva zelandés)
Nombre opcional	
Emisiones de GEI del Subsector (megatoneladas de CO <sub>2</sub> e)	3.9
Escala	Gran escala
Disponibilidad	Corto Plazo
Tecnología a ser incluida en la priorización?*	SI
Racionalidad del proyecto ¿Por qué la opción ha sido considerada inapropiada? (por ejemplo si recursos hídricos no están disponibles)	Requiere manejo de ganado intensivo / semi-intensivo (establo/corral). Este sistema es ampliamente utilizado en Nueva Zelanda y otros países de Asia y Europa Oriental. Es un sistema complejo basado en una combinación de tecnologías conocidas para el tratamiento de aguas, lodos y sólidos.
Antecedentes/ Notas Descripción corta de la opción tecnológica desde el ClimateTechWiki, Seminarios, etc.	La tecnología se basa en la combinación de los procesos de digestión anaeróbica y aeróbica, y la decantación. Por lo general el primer paso consiste en un proceso anaeróbico en el cual se degrada la materia orgánica más fácil de digerir y se aprovecha la producción de biogás como una fuente de energía. Le siguen una o varias lagunas aeróbicas en las cuales se culmina el proceso de degradación de la materia orgánica y reducción de la DQO y DBO de los lodos. Los sólidos son recuperados en el fondo de las lagunas y por lo general se tienen una gran producción de algas y sedimentos que tienen que se retirados para poder mantener el sistema.
Supuestos de implementación ¿Cómo la tecnología será implementada y difundida en el subsector?	El sistema de lagunas consiste en dos o más lagunas conectadas en serie. Los lodos provenientes de los establos ingresa en la primera laguna que consiste en un digestor anaeróbico construido bajo tierra y rectangulares. El material de construcción es de geomembrana. Las lagunas facultativas u oxidativas son menos profunda, pero más grande para asegurar el tiempo de residencia necesario hasta alcanzar la remoción del material orgánico.
Reducción de las Emisiones de GEI en 1 año (en megatoneladas de CO <sub>2</sub> e / ton desecho)**	Directo: 93,80    Indirecto: 7,33E-9    Total: 93,80
<b>Impactos</b>	
<b>Cómo esta opción impacta las prioridades de desarrollo del país</b>	
Prioridades de desarrollo social del país*	Para el funcionamiento adecuado del sistema de lagunas se debe contratar personal a cargo de su mantenimiento continuo. Esto incluye limpieza, remoción de sedimentos y algas, control de tuberías y caudales, entre otros.
Prioridades de desarrollo económico del país*	El proceso no tiene potencial de desarrollo económico. Se produce algo de biogás, pero no es suficientes cantidades para que se economicamente interesante. Los demás prouctos no tienen interñes comercial.

Prioridades de desarrollo ambiental del país*	Los sistemas de lagunas son una excelente alternativa para el tratamiento de desechos ganaderos líquidos. La combinación de procesos anaeróbicos y aeróbicos permite que se alcance una reducción de la DQO lo suficientemente alta como para poder verter el efluente en ríos o fuentes de agua.
Otras consideraciones y prioridades como el potencial de mercado	La ventaja del sistema APS frente al tradicional TPS es que garantiza una higienización y reducción de patógenos, mientras que con el método tradicional se alcanzan niveles elevados de NH3 y se tiene problemas con el manejo de las algas. Se ha tenido dificultades en el funcionamiento de la laguna facultativa ya que el rendimiento de degradación es muy variable y no se alcanzan valores de remoción estables de patógenos. Además que la laguna no está diseñada para poder remover las grandes cantidades de sedimentos y algas que se producen.
<b>Costos</b>	
Costos de capital en 5 años*	(++)
Costos de operación y mantenimiento en 5 años*	(++)
Otros costos en 5 años	
* [++ muy altos, + altos. - bajos, -- muy bajos]	
** por tonelada de desecho	

## A.2.5.2 Procesos Físicos

### a) Almacenamiento en Seco

Título/ nombre de la tecnología	Almacenamiento en seco
Sector	Agrícola
División	
Sub sector	Manejo de estiércol
Nombre de tecnología	Almacenamiento en seco
Nombre opcional	
Emisiones de GEI del Subsector (megatoneladas de CO <sub>2</sub> e)	3,9
Escala	Gran escala
Disponibilidad	Corto Plazo
Tecnología a ser incluida en la priorización?*	SI
Racionalidad del proyecto ¿Por qué la opción ha sido considerada inapropiada? (por ejemplo si recursos hídricos no están disponibles)	Requiere manejo de ganado intensivo / semi-intensivo (establo/corral).
Antecedentes/ Notas Descripción corta de la opción tecnológica desde el ClimateTechWiki, Seminarios, etc.	<p>Cuando se recolecta el estiércol en forma de sólidos ya sea en camas o por pérdidas de orina, se puede secar y almacenar el estiércol. La capacidad de almacenamiento depende de la disponibilidad de espacio. El almacenamiento puede ser a cielo abierto o cubierto. En el caso de almacenamiento a cielo abierto se tiene pérdidas de nutrientes por lixiviación (K) en precipitaciones y por volatilización (N).</p> <p>Las excretas secas pueden ser utilizadas por su alto valor calórico como una fuente de energía en forma de combustible sólido, o puede ser utilizado como abono orgánico. El abono puede ser almacenado hasta la temporada de fertilización sin seguir emitiendo olores, GEI o contaminando aguas.</p>
Supuestos de implementación ¿Cómo la tecnología será implementada y difundida en el subsector?	El estiércol sólido debe ser sometido a un proceso de secado tecnificado, como en secadores por platos, o puede ser un secado natural. En este último caso se depende de las condiciones ambientales, por lo cual no es un proceso fiable. El material seco puede ser granulado o pelletizado para facilitar su comercialización ya sea como abono orgánico o como combustible.
Reducción de las Emisiones de GEI en 1 año (en megatoneladas de CO <sub>2</sub> e / ton desecho)**	Directo: 11,28    Indirecto: 7,91E-7    Total: 11,28
<b>Impactos</b>	
<b>Cómo esta opción impacta las prioridades de desarrollo del país</b>	
Prioridades de desarrollo social del país*	Dada la complejidad del sistema se requiere de la contratación de personal calificado, con lo cual se cumple con las metas de desarrollo social del país.
Prioridades de desarrollo económico del país*	La tecnología tiene un potencial económico por la pelletización del estiércol seco, el cual puede ser comercializado como un combustible sólido y sustituto de la leña o el carbon o como un abono sólido para ser aplicado en suelo.

Prioridades de desarrollo ambiental del país*	Este proceso tiene la ventaja de estabilizar el estiércol a través del secado. Con la estabilización se reducen las emisiones de GEI ya que la degradación de la materia orgánica se suspende.
Otras consideraciones y prioridades como el potencial de mercado	Desventajas de este proceso son los elevados costos energéticos por el proceso de secado y además involucra un alto costos de mano de obra.
<b>Costos</b>	
Costos de capital en 5 años*	(++)
Costos de operación y mantenimiento en 5 años*	(++)
Otros costos en 5 años	
* [++ muy altos,+ altos. - bajos, -- muy bajos]	
** por tonelada de desecho	

## b) Almacenamiento de lodos

Título/ nombre de la tecnología	Almacenamiento de lodos
Sector	Agrícola
División	
Sub sector	Manejo de estiércol
Nombre de tecnología	Almacenamiento de lodos
Nombre opcional	
Emisiones de GEI del Subsector (megatoneladas de CO <sub>2</sub> e)	3.9
Escala	Gran escala
Disponibilidad	Corto Plazo
Tecnología a ser incluida en la priorización?*	SI
Racionalidad del proyecto ¿Por qué la opción ha sido considerada inapropiada? (por ejemplo si recursos hídricos no están disponibles)	Requiere manejo de ganado intensivo / semi-intensivo (establo/corral). Los lodos compuestos de estiércol, orina y purines ingresan al tanque de almacenamiento sin ningún tratamiento previo. En el tanque de almacenamiento se volatilizan los nutrientes, especialmente nitrógeno en hasta el 35%. La volatilización depende del nivel de ventilación. Los lodos almacenados son aplicados posteriormente a los suelos de forma controlada. Entre las desventajas de proceso constan la liberación de GEI (CH <sub>4</sub> y CO <sub>2</sub> ) y la falta de estabilización de la materia final.
Antecedentes/ Notas Descripción corta de la opción tecnológica desde el ClimateTechWiki, Seminarios, etc.	El almacenamiento de lodos provenientes de estiércol y orina es el método más común para el manejo de desechos en algunos países desarrollados. Los lodos se almacenan en tanques o piscinas al aire libre o cubiertas. El nivel de emisiones de GEI depende del nivel de ventilación, de la profundidad del tanque y tiempo de almacenamiento. En países con cuatro estaciones se guarda en ocasiones los lodos durante todo el invierno, hasta que la legislación permita nuevamente el abonado orgánico con desechos orgánicos.
Supuestos de implementación ¿Cómo la tecnología será implementada y difundida en el subsector?	Se debe recolectar el desecho para poder utilizarlos como sustrato. Para esto se requiere trabajar a mediana o gran escala. Los lodos se ingresan al tanque de almacenamiento sin ningún tratamiento previo excepto la eliminación de sólidos. En el tanque de almacenamiento se volatilizan los nutrientes, especialmente nitrógeno en hasta el 35%. La volatilización depende del nivel de ventilación. Los lodos almacenados son aplicados posteriormente a los suelos de forma controlada. Entre las desventajas de proceso constan la liberación de GEI (CH <sub>4</sub> y CO <sub>2</sub> ) y la falta de estabilización de la materia final.
Reducción de las Emisiones de GEI en 1 año (en megatoneladas de CO <sub>2</sub> e / ton desecho)**	Directo: 62,34    Indirecto: 1,55E-6    Total: 62,34
<b>Impactos</b>	
<b>Cómo esta opción impacta las prioridades de desarrollo del país</b>	
Prioridades de desarrollo social del país*	La aplicación de esta tecnología no requiere de capacitación específica. Si se aplica a gran escala requiere de la contratación de uno a dos operarios para el manejo del tanque y de los afluentes / efluentes.

Prioridades de desarrollo económico del país*	El almacenamiento de lodos es interesante para el desarrollo de la zona, ya que el fertilizante está listo para iniciar su aplicación sin ningún proceso de tratamiento complicado. Los costos a los que se incurre son el tanque de grandes dimensiones y bombas de lodos, que pueden ser altos.
Prioridades de desarrollo ambiental del país*	Este proceso tiene un alto impacto ambiental, ya que los lodos almacenados siguen liberando GEI (CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O) y no hay una estabilización de materia orgánica.
Otras consideraciones y prioridades como el potencial de mercado	En este proceso no se somete a los lodos a ningún proceso de estabilización. Los lodos pueden contener patógenos y siguen produciendo emisiones de GEI durante su almacenamiento y posterior aplicación en el suelo.
<b>Costos</b>	
Costos de capital en 5 años*	(++)
Costos de operación y mantenimiento en 5 años*	(++)
Otros costos en 5 años	
* [++ muy altos, + altos. - bajos, -- muy bajos]	
** por tonelada de desecho	

## A.2.5.2 Procesos Mecánicos

### a) Centrifugación

Título/ nombre de la tecnología	Centrifugación
Sector	Agrícola
División	
Sub sector	Manejo de estiércol
Nombre de tecnología	Centrifugación
Nombre opcional	
Emisiones de GEI del Subsector (megatoneladas de CO <sub>2</sub> e)	3,9
Escala	Pequeña escala / Gran escala
Disponibilidad	Corto Plazo
Tecnología a ser incluida en la priorización?*	NO
Racionalidad del proyecto ¿Por qué la opción ha sido considerada inapropiada? (por ejemplo si recursos hídricos no están disponibles)	Requiere manejo de ganado intensivo / semi-intensivo (establo/corral). Separación física del material en una fase líquida y una sólida. La separación se logra por acción de una fuerza rotativa, mucho mayor que la gravedad. El movimiento del tambor provoca la sedimentación acelerada de las partículas
Antecedentes/ Notas Descripción corta de la opción tecnológica desde el ClimateTechWiki, Seminarios, etc.	La separación por centrifugación se logra gracias a la diferencia de densidades entre sólidos y líquidos o entre líquidos. Al realizar este proceso los líquidos más livianos permanecen cerca del centro de rotación y se desbordan sobre el vertedero. Los sólidos más pesados se mueven hacia la periferia del contenedor y son liberados de forma continua o intermitente. El diseño más utilizado es el cilindro- cónico. Consta de una unidad giratoria que incluye un tornillo de Arquímedes, que gira con diferente velocidad pero en el mismo sentido y es regulado por un sistema de platos-polea. Con este método se puede reducir entre un 40 y 60% de sólidos totales de los purines y mantener la fase sólida con una humedad del 70% aproximadamente
Supuestos de implementación ¿Cómo la tecnología será implementada y difundida en el subsector?	Se debe recolectar el estiércol junto con lodos y aguas de limpieza. Esta mezcla es introducida al proceso de centrifugación y se obtienen el desecho seco con contenidos de humedad variables ( 25 - 75%) y un efluente líquido libre de sólidos, pero con alto contenido de sólidos disueltos, especialmente materia orgánica. Los sólidos pueden ser sometidos a un proceso posterior de estabilización como el compostaje o la lombricultura. El líquido puede ser tratado en un proceso de digestión anaerobia o aerobia o puede ser utilizado como agua de riego.
Reducción de las Emisiones de GEI en 1 año (en megatoneladas de CO <sub>2</sub> e / ton desecho)**	Directo: 0    Indirecto: 8,20E-5    Total: 8,20E-5
<b>Impactos</b>	
<b>Cómo esta opción impacta las prioridades de desarrollo del país</b>	
Prioridades de desarrollo social del país*	Se elimina la práctica de desalojar en ríos y otras vertientes de agua los desechos ganaderos en forma de lodos. Si se implementa un proceso posterior para la estabilización de sólidos y el uso de las aguas, se tienen generación de trabajo y desarrollo en el país.

Prioridades de desarrollo económico del país*	El proceso de centrifugación no genera en sí un impacto económico. Si se implementa un proceso posterior para la estabilización de sólidos (compostaje o lombricultura) y se da un uso de las aguas como riego o producción de biogás se puede obtener un beneficio económico de este manejo
Prioridades de desarrollo ambiental del país*	El proceso de centrifugación no genera en sí un impacto ambiental. Pero al eliminar la práctica de desalojar en ríos y otras vertientes de agua los desechos ganaderos en forma de lodo y se implementa un proceso posterior para la estabilización de sólidos y el uso de las aguas, se tiene un manejo ambientalmente amigable y responsable de los desechos ganaderos con altos niveles de reducción de GEI
Otras consideraciones y prioridades como el potencial de mercado	Cabe señalar que esta tecnología no representan en sí un manejo frente a reducción de emisiones de GEI, riesgos sanitarios como patógenos o estabilización de la materia orgánica.
<b>Costos</b>	
Costos de capital en 5 años*	(+)
Costos de operación y mantenimiento en 5 años*	(+)
Otros costos en 5 años	
* [++ muy altos,+ altos. - bajos, -- muy bajos]	
** por tonelada de desecho	

## b) Decantación

Título/ nombre de la tecnología	Decantación
Sector	Agrícola
División	
Sub sector	Manejo de estiércol
Nombre de tecnología	Decantación
Nombre opcional	
Emisiones de GEI del Subsector (megatoneladas de CO <sub>2</sub> e)	3.9
Escala	Pequeña escala / Gran escala
Disponibilidad	Corto Plazo
Tecnología a ser incluida en la priorización?*	NO
Racionalidad del proyecto ¿Por qué la opción ha sido considerada inapropiada? (por ejemplo si recursos hídricos no están disponibles)	Requiere manejo de ganado intensivo / semi-intensivo (establo/corral). La decantación primaria tiene como objetivo eliminar los sólidos en suspensión (en un 60%, aproximadamente) presentes en aguas residuales y reducir la materia orgánica (en un 30%, aproximadamente).
Antecedentes/ Notas Descripción corta de la opción tecnológica desde el ClimateTechWiki, Seminarios, etc.	La decantación es un proceso de separación por gravedad que hace que una partícula, más densa que el líquido, tenga una trayectoria descendente, depositándose en el fondo de un decantador. La decantación depende de la densidad del líquido, tamaño, peso específico y características de las partículas. Esta operación es eficaz cuando el tamaño y la densidad de las partículas a separar son mayores que la del líquido. La velocidad de sedimentación depende de la morfología de las partículas, siendo el principal parámetro de diseño para estos equipos.
Supuestos de implementación ¿Cómo la tecnología será implementada y difundida en el subsector?	Se debe recolectar el estiércol junto con lodos y aguas de limpieza. Esta mezcla es introducida al proceso de decantación y se obtiene un líquido libre de sólidos suspendidos y un lodo con un alto contenido de humedad que puede ser secado o introducido en un proceso de compost o humus. Se tiene un alto requerimiento de espacio para los decantadores ya que el tiempo de decantación es largo.
Reducción de las Emisiones de GEI en 1 año (en megatoneladas de CO <sub>2</sub> e / ton desecho)**	Directo: 0    Indirecto: 8,20E-5    Total: 8,20E-5
<b>Impactos</b>	
<b>Cómo esta opción impacta las prioridades de desarrollo del país</b>	
Prioridades de desarrollo social del país*	Se elimina la práctica de desalojar en ríos y otras vertientes de agua los desechos ganaderos en forma de lodos. Si se implementa un proceso posterior para la estabilización de sólidos y se da un uso al agua, se puede combatir de manera eficaz erosión de suelos, sequías y escasez de aguas.
Prioridades de desarrollo económico del país*	El proceso de decantación no genera en sí un impacto económico. Si se implementa un proceso posterior para la estabilización de sólidos (compostaje o lombricultura) y se da un uso de las aguas para riego o se puede obtener un beneficio económico en el sector agrícola de este manejo

Prioridades de desarrollo ambiental del país*	El proceso de dcantación no genera en sí un impacto ambiental. Pero al eliminar la práctica de desalojar en ríos y otras vertientes de agua los desechos ganaderos en forma de lodo y se implementa un proceso posterior para la estabilización de sólidos y uso de las aguas, se tiene un manejo ambientalmente amigable y responsable de los desechos ganaderos con altos niveles de reducción de GEI.
Otras consideraciones y prioridades como el potencial de mercado	Cabe señalar que esta tecnología no representan en sí un manejo frente a reducción de emisiones de GEI, riesgos sanitarios como patógenos o estabilización de la materia orgánica.
<b>Costos</b>	
Costos de capital en 5 años*	(+)
Costos de operación y mantenimiento en 5 años*	(+)
Otros costos en 5 años	
* [++ muy altos,+ altos. - bajos, -- muy bajos]	
** por tonelada de desecho	

### c) Filtración

Título/ nombre de la tecnología	Filtración
Sector	Agrícola
División	
Sub sector	Manejo de estiércol
Nombre de tecnología	Filtración
Nombre opcional	
Emisiones de GEI del Subsector (megatoneladas de CO <sub>2</sub> e)	3,9
Escala	Pequeña escala / Gran escala
Disponibilidad	Corto Plazo
Tecnología a ser incluida en la priorización?*	NO
Racionalidad del proyecto ¿Por qué la opción ha sido considerada inapropiada? (por ejemplo si recursos hídricos no están disponibles)	Requiere manejo de ganado intensivo / semi-intensivo (establo/corral). La filtración es un proceso de separación de partículas sólidas de un lodo. La filtración se logra por medio de una membrana que permite el paso a partículas menores al tamaño de poro del filtro.
Antecedentes/ Notas Descripción corta de la opción tecnológica desde el ClimateTechWiki, Seminarios, etc.	La filtración es una operación que permite la separación de un sólido insoluble que está presente en una suspensión sólido-líquido, haciéndola pasar a través de una membrana porosa que retiene las partículas, siendo ésta el medio filtrante. Los sólidos atrapados se denominan torta y el líquido que atraviesa la membrana se conoce como filtrado. La filtración depende de un sinnúmero de factores como el tamaño y la forma de las partículas. Las partículas gruesas forman una torta porosa y no se compactan con facilidad, permitiendo una filtración adecuada. Así también las partículas redondas o esquinadas permiten el paso del líquido a filtrar compradas con las de tipo laminar.
Supuestos de implementación ¿Cómo la tecnología será implementada y difundida en el subsector?	Los filtros más utilizados son el filtro banda, el filtro prensa y el filtro rotativo al vacío. El filtro banda consta de dos cintas sin fin que convergen en forma de cuña, y son conducidos por rodillos mientras se presionan mutuamente. Normalmente se añaden coagulantes o floculantes. La concentración de sólidos a la salida se encuentra entre el 25 y el 75% . El filtro prensa consiste en una cierta cantidad de bandejas, colocadas sobre guías que garantizan su alineación. Éstas son sometidas a presión por sistemas electromecánicos e hidráulicos entre una extremo fijo y uno móvil. La fase sólida presenta una concentración entre 15% y 25%. Los filtros de vacío de disco rotativo constan de un tambor en forma cilíndrica con varias sectores que giran sobre su eje axial, en el que se ejerce un vacío en su interior para facilitar el paso del fluido. Los sólidos son retenidos sobre la superficie lateral
Reducción de las Emisiones de GEI en 1 año (en megatoneladas de CO <sub>2</sub> e / ton desecho)**	Directo: 0      Indirecto: 8,20E-5      Total: 8,20E-5
<b>Impactos</b>	
<b>Cómo esta opción impacta las prioridades de desarrollo del país</b>	
Prioridades de desarrollo social del país*	Se elimina la práctica de desalojar en ríos y otras vertientes de agua los desechos ganaderos en forma de lodos. Si se implementa un proceso posterior para la estabilización de sólidos y se da un uso al agua, se puede combatir de manera eficaz erosión de suelos, sequías y escasez de aguas.

Prioridades de desarrollo económico del país*	El proceso de filtración no genera en sí un impacto económico. Si se implementa un proceso posterior para la estabilización de sólidos (compostaje o lombricultura) y se da un uso de las aguas para riego o se puede obtener un beneficio económico en el sector agrícola de este manejo.
Prioridades de desarrollo ambiental del país*	El proceso de decantación no genera en sí un impacto ambiental. Pero al eliminar la práctica de desalojar en ríos y otras vertientes de agua los desechos ganaderos en forma de lodo y se implementa un proceso posterior para la estabilización de sólidos y uso de las aguas, se tiene un manejo ambientalmente amigable y responsable de los desechos ganaderos con altos niveles de reducción de GEI.
Otras consideraciones y prioridades como el potencial de mercado	Cabe señalar que esta tecnología no representan en sí un manejo frente a reducción de emisiones de GEI, riesgos sanitarios como patógenos o estabilización de la materia orgánica.
<b>Costos</b>	
Costos de capital en 5 años*	(+)
Costos de operación y mantenimiento en 5 años*	(+)
Otros costos en 5 años	
* [++ muy altos,+ altos. - bajos, -- muy bajos]	
** por tonelada de desecho	

### A.2.5.3 Procesos Alimenticios

#### a) Alimentación Animal

Título/ nombre de la tecnología	Desechos como alimento animal
Sector	Agrícola
División	
Sub sector	Manejo de estiércol
Nombre de tecnología	Desechos como alimento animal
Nombre opcional	
Emisiones de GEI del Subsector (megatoneladas de CO <sub>2</sub> e)	3,9
Escala	pequeña escala / gran escala
Disponibilidad	Corto Plazo
Tecnología a ser incluida en la priorización?*	SI
Racionalidad del proyecto ¿Por qué la opción ha sido considerada inapropiada? (por ejemplo si recursos hídricos no están disponibles)	Requiere manejo de ganado intensivo / semi-intensivo (establo/corral). Principalmente aplicado para excretas con un alto contenido de proteínas, fibras y como fuente de nitrógeno (cerdos) aunque tienen un bajo contenido nutricional. Se alimenta a peces y rumiantes aunque existe resistencia por parte de la opinión pública a esta práctica por los riesgos sanitarios relacionados.
Antecedentes/ Notas Descripción corta de la opción tecnológica desde el ClimateTechWiki, Seminarios, etc.	Las excretas se utilizan en la alimentación animal debido a su alto contenido de materia mineral, fibra y nitrógeno. Las excretas de las aves constituyen un recurso abundante; sin embargo, es necesario tomar en cuenta los riesgos implicados cuando se suministran como alimento a los rumiantes. Aunque los riesgos no han sido comprobados, hay que tomar las precauciones correspondientes evitando su uso prolongado y en proporciones elevadas. En la actualidad, su uso se ha visto gravemente comprometido debido a los casos de influenza aviar. Las excretas de cerdos tienen un alto contenido proteínico y son interesantes como alimento tanto para ganados como para la piscicultura.
Supuestos de implementación ¿Cómo la tecnología será implementada y difundida en el subsector?	Esta tecnología es interesante en lugares donde los balanceados y forrajes para animales son caros. Hay que recalcar que para su utilización se debe asegurar las condiciones sanitarias adecuadas, por lo que el estiércol debe someterse a algún proceso físico, químico o biológico que genere un producto libre de patógenos. Algunos de los procesos son el secado artificial, procesos químicos que incluyen el uso de bactericidas biodegradables, o biológicos como el ensilaje y la fermentación aerobia y anaerobia.
Reducción de las Emisiones de GEI en 1 año (en megatoneladas de CO <sub>2</sub> e / ton desecho)**	Directo: 77,59      Indirecto: 8,20E-5      Total: 77,59
<b>Impactos</b>	
<b>Cómo esta opción impacta las prioridades de desarrollo del país</b>	
Prioridades de desarrollo social del país*	Esta tecnología no contribuye considerablemente con el desarrollo social del país ya que no genera nuevas fuentes de trabajo o requiere de capacitación de personal.

Prioridades de desarrollo económico del país*	En el aspecto económico, disminuyen los costos de producción por concepto de alimentación, pues las excretas tienen un valor nutricional propio en cuanto a minerales y proteínas.
Prioridades de desarrollo ambiental del país*	En términos ambientales, permite una reducción de los gases generados, especialmente amoníaco. Su aprovechamiento puede ir combinado junto con otros procesos con los cuales se consigue un manejo integral de los desechos.
Otras consideraciones y prioridades como el potencial de mercado	La alimentación de excretas es un proceso que se realiza en casos donde su utilización como fertilizante o energía no es de interés. Las reducciones de emisiones de GEI es directa e indirecta a través de la reducción en requerimientos de alimentos primarios
<b>Costos</b>	
Costos de capital en 5 años*	(+)
Costos de operación y mantenimiento en 5 años*	(++)
Otros costos en 5 años	
* [++ muy altos, + altos, - bajos, -- muy bajos]	
** por tonelada de desecho	

## b) Cultivo de Hongos

Título/ nombre de la tecnología	Base para el cultivo de hongos
Sector	Agrícola
División	
Sub sector	Manejo de estiércol
Nombre de tecnología	Base para el cultivo de hongos
Nombre opcional	
Emisiones de GEI del Subsector (megatoneladas de CO <sub>2</sub> e)	3.9
Escala	Pequeña escala
Disponibilidad	Corto Plazo
Tecnología a ser incluida en la priorización?*	SI
Racionalidad del proyecto ¿Por qué la opción ha sido considerada inapropiada? (por ejemplo si recursos hídricos no están disponibles)	El utilizar los residuos agrícolas y ganaderos en la formación del compost para el cultivo de champiñones presenta beneficios en varios aspectos. No solo que se le proporciona un valor agregado a los desechos ganaderos, sino que aporta al desarrollo del país ya que crea una nueva empresa que necesita contratar operarios.
Antecedentes/ Notas Descripción corta de la opción tecnológica desde el ClimateTechWiki, Seminarios, etc.	Los hongos son organismos saprofitos, carentes de clorofila, que no pueden sintetizar carbono del ambiente. Es por ello que su cultivo conlleva un proceso previo, la preparación del sustrato (materia orgánica en descomposición y excrementos) con las características físicas, químicas y microbiológicas que permitan el desarrollo del micelio.
Supuestos de implementación ¿Cómo la tecnología será implementada y difundida en el subsector?	El sustrato es una mezcla de residuos orgánicos, los cuales se someten a un proceso de compostaje, es decir la fermentación de la materia orgánica para transformar los residuos en fuentes ricas en carbono y nitrógeno en forma de proteínas y aminoácido. El elemento básico del compost para el cultivo de hongos ha sido tradicionalmente el estiércol de caballo por su contenido de celulosa y lignina presentes en la paja, componentes difícilmente degradables por otros microorganismos, pero también se puede utilizar estiércol de ganado bovino. De preferencia debe utilizarse estiércol fresco pues contiene una adecuada cantidad de orines. De ser necesario pueden complementarse con deyecciones de cerdo o residuos de gallinaza.
Reducción de las Emisiones de GEI en 1 año (en megatoneladas de CO <sub>2</sub> e / ton desecho)**	Directo: 8,66      Indirecto: 8,20E-5      Total: 8,66
<b>Impactos</b>	
<b>Cómo esta opción impacta las prioridades de desarrollo del país</b>	
Prioridades de desarrollo social del país*	En el ámbito social, los pequeños agricultores pueden mejorar sus condiciones alimentarias ingiriendo un producto rico en lisina y leucina, potasio, fósforo, hierro y manganeso así como vitaminas del complejo B. Además tienen un producto adicional que pueden comercializar y tener una fuente adicional de ingreso.
Prioridades de desarrollo económico del país*	En el desarrollo económico, la producción de champiñones a gran escala, es una industria donde se obtienen regalías al comercializar un producto de consumo a nivel local e internacional por sus bondades nutritivas.
Prioridades de desarrollo ambiental del país*	A nivel ambiental, permite reducir los GEI al someter los desechos animales a un tratamiento adecuado. Los hongos además tienen una ventaja sobre la mayoría de microorganismos pues son capaces de degradar lignina y celulosa.

Otras consideraciones y prioridades como el potencial de mercado	<p>Algunas de las desventajas es el control de las condiciones de temperatura y humedad que debe existir en cada una de las etapas de su desarrollo. A nivel artesanal, el crecimiento depende de las condiciones ambientales por lo que se genera una producción con características irregulares en tamaño, cantidad y calidad. A nivel industrial en cambio, se requiere de una inversión significativa en equipos e infraestructura.</p> <p>En el país el consumo de champiñones se centra a nivel urbano, por lo que es necesario plantear programas de capacitación sobre los beneficios nutricionales de esta especie a los pequeños agricultores en las zonas rurales. Solo así se logrará que consideren a ésta como una opción para autoconsumo.</p>
<b>Costos</b>	
Costos de capital en 5 años*	(+)
Costos de operación y mantenimiento en 5 años*	(+)
Otros costos en 5 años	
* [++ muy altos,+ altos. - bajos, -- muy bajos]	
** por tonelada de desecho	

### c) Preparación de Harinas

Título/ nombre de la tecnología	Preparación de harinas
Sector	Agrícola
División	
Sub sector	Manejo de estiércol
Nombre de tecnología	Preparación de harinas
Nombre opcional	
Emisiones de GEI del Subsector (megatoneladas de CO <sub>2</sub> e)	3.9
Escala	Gran escala
Disponibilidad	Corto Plazo
Tecnología a ser incluida en la priorización?*	SI
Racionalidad del proyecto ¿Por qué la opción ha sido considerada inapropiada? (por ejemplo si recursos hídricos no están disponibles)	Requiere manejo de ganado intensivo / semi-intensivo (establo/corral). Principalmente aplicado para desechos por mortandad en ganado avícola. Las harinas de sangre, de plumas, de carne, de hueso o una mezcla de éstas son las que se encuentran habitualmente en el mercado.
Antecedentes/ Notas Descripción corta de la opción tecnológica desde el ClimateTechWiki, Seminarios, etc.	La industria cárnica tiene como subproductos una gran cantidad de desechos (huesos, cartílagos, vísceras, sangre) que son usualmente aprovechados en la elaboración de harinas. Por su alto contenido de calcio, fósforo, proteínas y aminoácidos son utilizadas como suplementos alimenticios para consumo de ganado lechero, ganado de engorde y porcino y en la crianza de aves. Sin embargo, es necesario considerar las características físico-químicas de cada uno de los residuos para obtener una harina balanceada que favorezca el desarrollo de las especies.
Supuestos de implementación ¿Cómo la tecnología será implementada y difundida en el subsector?	Los subproductos avícolas que se obtienen por la mortandad de pollos o del despiece del pollo tales como patas, caparzones, cabezas, huevos no desarrollados y vísceras sirven de materias primas para la elaboración de harinas. Al igual que con la harina de carne y hueso se prefiere el método de fusión en seco, con el que se elimina el exceso de humedad sin perder el valor nutritivo. La fusión se realiza por lo general mediante la cocción de los residuos triturados en un tanque horizontal con un sistema de calentamiento por camisa de vapor con un agitador interno. Se busca elevar la temperatura hasta el punto de ebullición del agua rápidamente, liberándose la grasa. El material sólido se deposita sobre tamices para permitir que la grasa drene. Mientras está caliente se transfiere a una prensa hidráulica o un tornillo sin fin para liberar la grasa todavía existente. El material sobrante finalmente se muele para obtener la harina.
Reducción de las Emisiones de GEI en 1 año (en megatoneladas de CO <sub>2</sub> e / ton desecho)**	Directo: 77,59      Indirecto: 8,20E-5      Total: 77,59
<b>Impactos</b> <b>Cómo esta opción impacta las prioridades de desarrollo del país</b>	
Prioridades de desarrollo social del país*	La preparación de harinas requiere de la instalación de una planta procesadora. Esto implica que se desarrolla la zona de interés y se genera nuevas fuentes de trabajo.

Prioridades de desarrollo económico del país*	La utilización de desechos como materias primas para nuevos productos genera un dinamismo económico muy importante, ya que se tiene una nueva fuente de ingreso, tanto para los ganaderos que pueden deshacerse de los cadáveres de pollos como para la empresa que elabora las harinas.
Prioridades de desarrollo ambiental del país*	En la actualidad no se tiene una solución para el manejo de los cadáveres de pollos en las granjas avícolas que asciende hasta al 10%. Los cadáveres de desalojan en las fuentes de aguas ocasionando grandes impactos ambientales y sanitarios, contaminando las fuentes de aguas y representando un alto riesgo de salud.
Otras consideraciones y prioridades como el potencial de mercado	Esta tecnología se aplica exclusivamente al manejo de los cadáveres de pollos en las granjas avícolas y no puede ser aplicado a los demás tipos de desechos.
<b>Costos</b>	
Costos de capital en 5 años*	(++)
Costos de operación y mantenimiento en 5 años*	(++)
Otros costos en 5 años	
* [++ muy altos, + altos. - bajos, -- muy bajos]	
** por tonelada de desecho	

## **A.3 Potencial específico de implementación de tecnologías en el país**

### **A.3.1 Cambio climático y emisiones de gases de efecto invernadero de los diferentes sectores**

En el “Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero” presentado en la Segunda Comunicación Nacional en el año 2011 (GEF/PNUD/MAE, 2011), se identifican a los sectores que mayor cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero ocasionan: uso del suelo cambio en el uso del suelo y silvicultura (USCUSS), agricultura, procesos industriales, energía (transporte) y desechos. Como se presenta en la sección 3.1 del informe ENT, en Ecuador el sector agrícola junto con el sector uso de suelos cambio en el uso de suelo y silvicultura (USCUSS) son los sectores que generan la mayor cantidad de emisiones de GEI. Esta información se correlaciona con la Figura 41 obtenida del Inventario Nacional de GEI, en la cual se puede observar que el principal gas emitido en Ecuador es el N<sub>2</sub>O, seguido por el CO<sub>2</sub> (GEF/PNUD/MAE, 2011). Dado que la fuente de las emisiones de óxido nitroso es la agricultura ocasionada por el ciclo de nitrógeno durante la fertilización y por las emisiones principalmente en los desechos líquidos de los animales, se puede identificar que el sector agrícola y el sector manejo de desechos son claves para la mitigación del cambio climático. Sin embargo, al ser Ecuador un país tradicionalmente agrícola, cuya economía depende directamente de la producción agrícola para el consumo interno y la exportación, es de interés nacional buscar tecnologías que no solo mitiguen el cambio climático, sino que simultáneamente aumenten el rendimiento de los cultivos y la productividad de ganados. La demanda de los productos de este sector sigue aumentando, lo cual se refleja en un aumento en las áreas de producción y esto significa deforestación y desplazamiento de la frontera agrícola por cambio en el uso del suelo. Con esto se evidencia que el sector agrícola y el sector USCUSS se encuentran estrechamente relacionados, ya que el principal uso del suelo en Ecuador es para uso agrícola, con lo cual las medidas que se tomen en el uno para reducir las emisiones de GEI, indirectamente benefician al otro, por ejemplo por un aumento en la productividad o reducción de áreas destinadas a la agricultura. En la actualidad el 62 % de la superficie del Ecuador se destina a la agricultura en forma de cultivos permanentes, cultivos transitorios, pastos cultivados y pastos naturales como se puede observar en la Figura 42. El cambio en el uso de suelo es generalmente para aumentar área de pastizales para ganado o incremento de área de cultivos (INEC, 2009). Asimismo la mayor parte del consumo de agua (80%) es utilizado para el riego (Ministerio de Salud Ecuador, 2009).

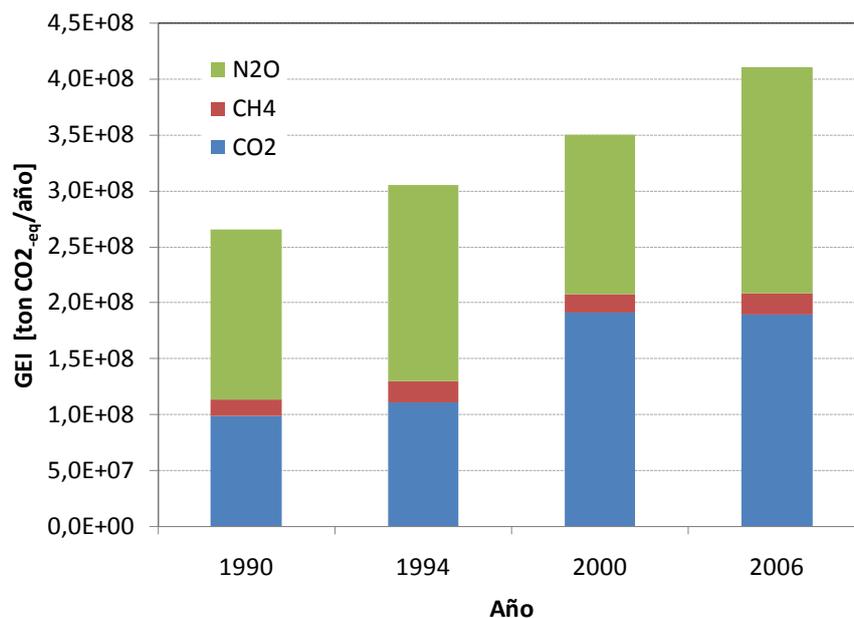


Figura 41: Relación de las emisiones de los gases CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O (GEF/PNUD/MAE, 2011)

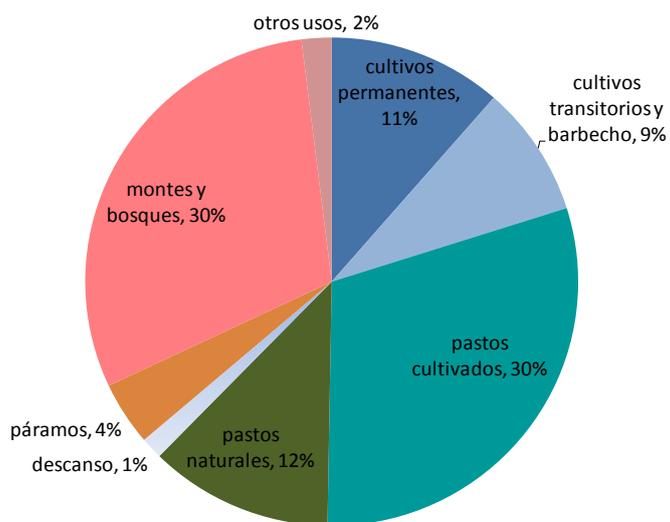


Figura 42: Distribución del uso de suelo en el año 2009 (INEC, 2009)

Dada la tendencia creciente de la distribución de las emisiones de GEI según los sectores y la producción de los diferentes gases, la comisión técnica del proyecto ENT selecciona al sector agrícola y al sector manejo de desechos como los sectores priorizados para mitigación al cambio climático. La tendencia de la producción de estos sectores es creciente, lo que indica que las emisiones seguirán aumentando si no se pone especial énfasis en controlar e inclusive reducir las emisiones de GEI con el fin de mitigar el cambio

climático. Con la aplicación de tecnologías que reduzcan las emisiones de GEI en estos sectores, se alcanzaría el mayor efecto sobre el inventario nacional de GEI.

Para definir el subsector priorizado dentro del sector agrícola, la Comisión Técnica debe identificar el impacto de cada subsector sobre las emisiones de GEI. Los subsectores del sector agrícola son (GEF/PNUD/MAE, 2011):

- Fermentación entérica
- Manejo de estiércol
- Cultivo de arroz
- Suelos agrícolas
- Quema de sabanas
- Quema de residuos agrícolas

La estimación de generación de los principales GEI en el sector agrícola en los años 1990, 1994, 2000 y 2006 se presenta en la Figura 43 (GEF/PNUD/MAE, 2011). Cabe mencionar que dadas las propiedades del metano y del óxido nitroso, como vida media y comportamiento en la estratósfera, se considera que el efecto invernadero de estos gases es 21 y 310 veces, respectivamente, más potente que el dióxido de carbono (Aranda, Zabalza, Martínez, & Scarpellini, 2005). Por esta razón y para poder comparar las emisiones y los efectos de los diferentes GEI se utiliza la metodología recomendada por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático, en la cual se multiplica a la cantidad de emisiones en giga gramos por estos factores para así obtener todos los valores en toneladas de CO<sub>2</sub> equivalentes (IPCC, 2008). Como se puede observar en la figura, las principales emisiones encontradas son las de óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) y metano (CH<sub>4</sub>). Esta distribución de los GEI llama la atención, ya que la contribución del dióxido de carbono, el gas de efecto invernadero más común, es insignificante comparada con la de los demás gases. Y el principal gas emitido en el sector agrícola es el N<sub>2</sub>O. Esta tendencia se confirma al observar las emisiones totales de GEI en [ton CO<sub>2</sub>-eq /año] en función de los diferentes sectores en la Figura 44 (GEF/PNUD/MAE, 2011). Podemos observar que las emisiones del subsector suelos agrícolas son tan elevadas que la gráfica tuvo que ser recortada. El valor alcanza en los dieciséis años de estudio un promedio de  $1,6 \cdot 10^8$  [ton CO<sub>2</sub>-eq /año] mientras que los subsectores que le siguen son el subsector fermentación entérica con  $5,8 \cdot 10^6$  [ton CO<sub>2</sub>-eq /año] y el manejo de estiércol con  $3,7 \cdot 10^6$  [ton CO<sub>2</sub>-eq], ambos con dos órdenes de magnitud más bajos. Las altas emisiones de N<sub>2</sub>O en el subsector suelos agrícolas se originan de la fertilización de los suelos con fuentes de nitrógeno y al urea en la orina de los animales. Dado el ciclo natural del nitrógeno, el nitrógeno de los fertilizantes añadidos no se absorbe en los suelos en su totalidad, sino que una parte considerable se pierde en la atmósfera en sus diferentes formas: N<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O y NO<sub>x</sub> (Fink, 1988).

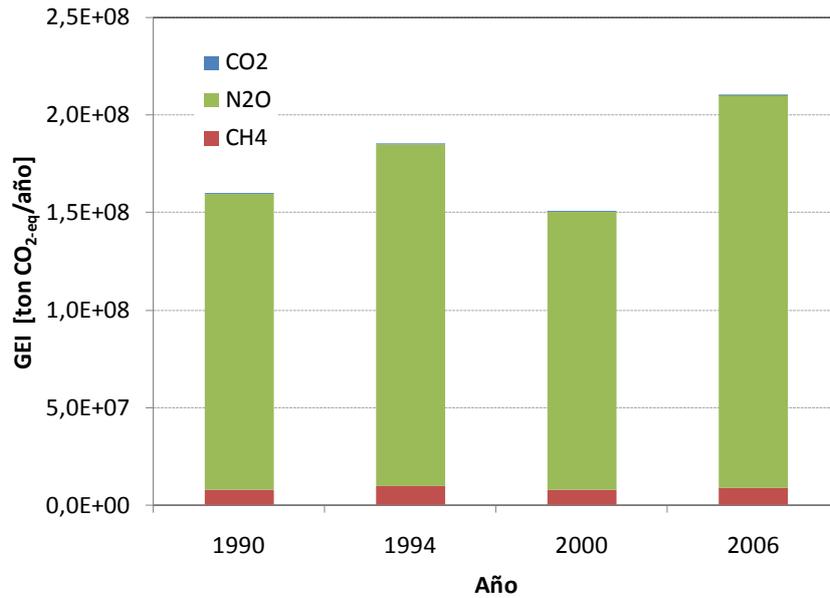


Figura 43: Relación de las emisiones de los gases CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O en el sector agrícola (GEF/PNUD/MAE, 2011)

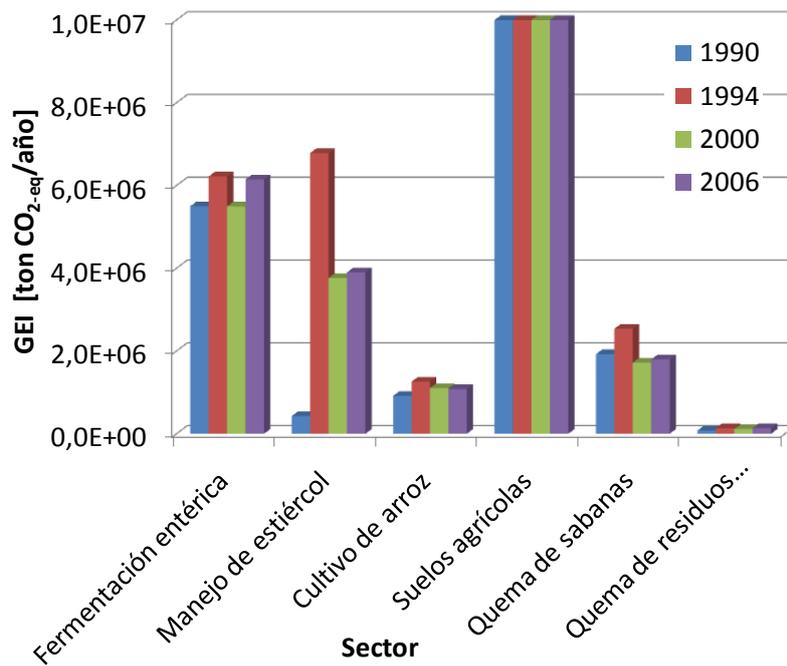


Figura 44: Emisiones de GEI según sub-sector del sector agrícola en [ton CO<sub>2</sub>-eq] (GEF/PNUD/MAE, 2011)

Observando estos datos, la Comisión Técnica para el sector Ganadero define que el subsector priorizado dentro del sector agrícola para el proyecto ENT en Ecuador es el manejo de los desechos sólidos y líquidos de la producción ganadera.

### **A.3.2 Resultados de la selección de sectores**

Utilizando los requisitos para las producciones objetivo de este estudio, presentados en la sección 3.2 del informe ENT, la Comisión Técnica del Sector Ganadería prosigue a seleccionar los cantones específicos de estudio dentro de cada provincia: Pichincha, Napo, Manabí y Santo Domingo de los Tsáchilas.

Para el estudio del desecho de ganado bovino de leche se debe definir los cantones a ser estudiados en Pichincha y en Napo. En la Figura 45 se puede observar que los cantones con mayor número de ganado son Quito y Santo Domingo. Cabe recalcar que en esta proyección del Sistema de Información Nacional de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y pesca (SINAGAP) del 2010 la provincia de Santo Domingo se encuentra todavía dentro de la provincia de Pichincha. Sin embargo, se selecciona solamente al cantón Quito y específicamente a la parroquia de Lloa para la realización del estudio del manejo de los desechos sólidos y líquidos. Para la región amazónica el ganado más representativo no es el lechero, ya que con 7764 cabezas distribuidas en los cinco cantones que conforman la provincia constituyen una minoría. En toda la provincia existen 50.984 cabezas de ganado bovino, por lo que el ganado bovino de leche representa solo el 15%. Sin embargo, la mayor producción de ganado bovino de leche se encuentra en el cantón El Chaco, seguido por el cantón Quijos, razón por la cual se seleccionó al cantón Quijos para el estudio. La Provincia de Manabí fue seleccionada para ganado bovino de carne, en función de los tres cantones más grandes en cuanto a población ganadera: El Carmen, Chone y Pedernales como se presenta en la Figura 47, aunque, con propiedad, no sea muy correcto referirse a ganaderías especializadas solo en la producción de carne, puesto que en la gran mayoría de fincas ganaderas se suele practicar el ordeño.

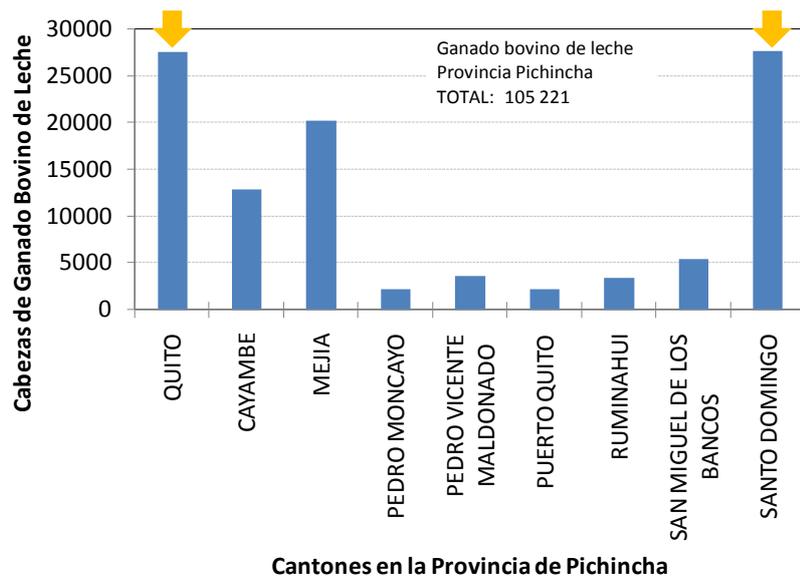


Figura 45: Distribución del ganado bovino de leche según cantones en la provincia de Pichincha (MAGAP - SINAGAP, 2000)

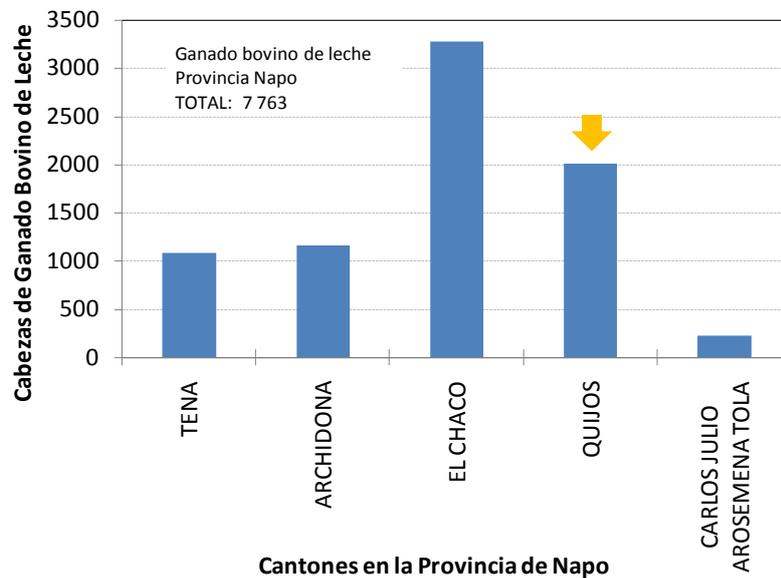
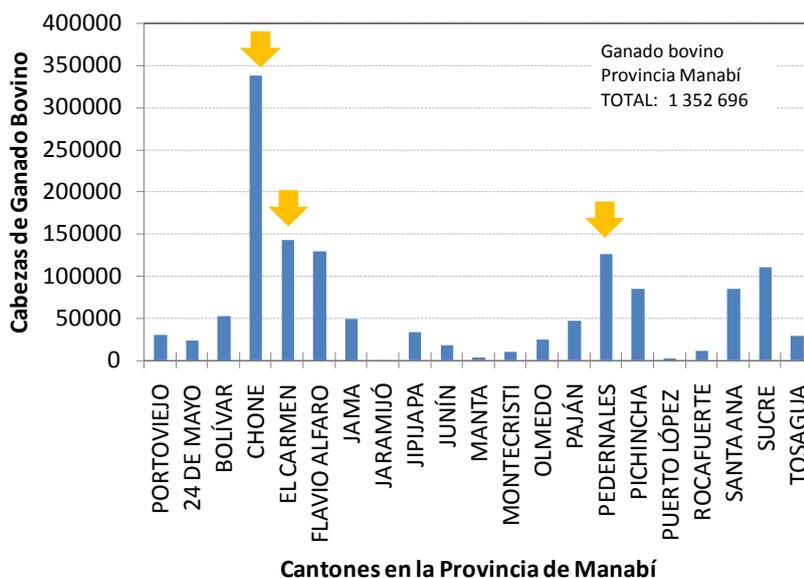
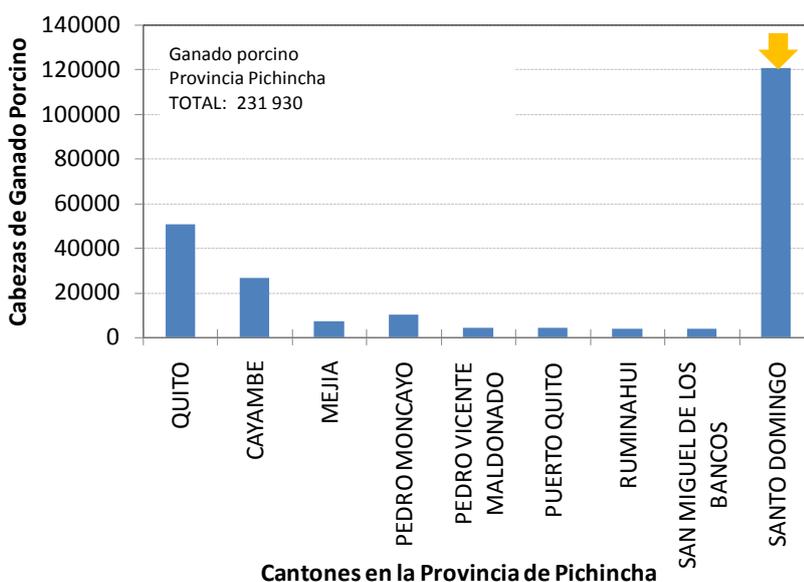


Figura 46: Distribución del ganado bovino de leche según cantones en la provincia de Napo (MAGAP - SINAGAP, 2000)

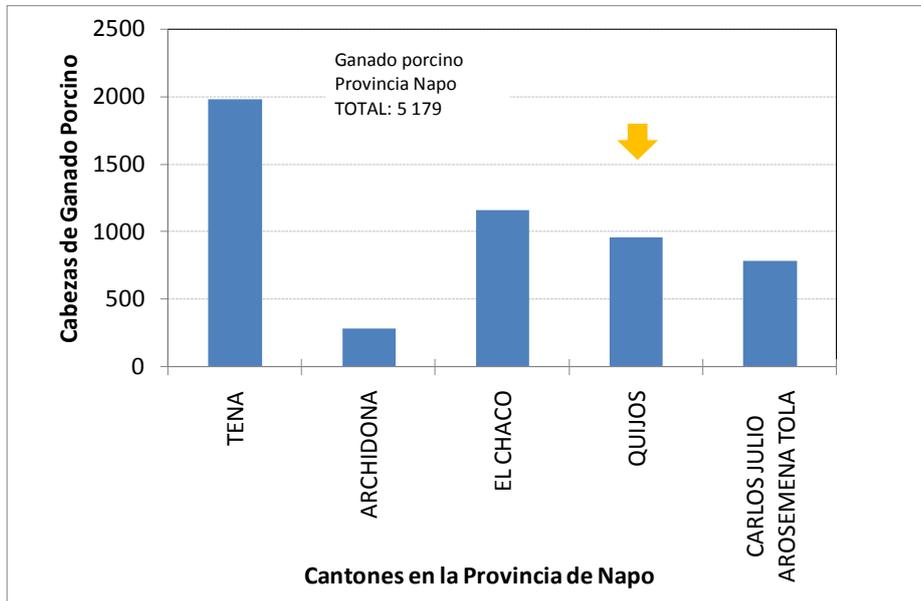


**Figura 47: Distribución del ganado bovino según cantones en la provincia de Manabí (MAGAP - SINAGAP, 2000)**

Para la definición de los cantones seleccionados para el estudio del ganado porcino se observa la producción animal en Pichincha, ya que Santo Domingo no está representado como Provincia independiente, y en Napo se observa la producción porcina en el valle del Quijos. En la Figura 48 se observa que la producción de ganado porcino en Santo Domingo es casi la mitad de la producción total en Pichincha con más de 121 000 cabezas de ganado. En la provincia de Napo se selecciona el cantón Quijos. Cabe recalcar que la producción porcina en toda la provincia de Napo es de apenas 5 179 cabezas.

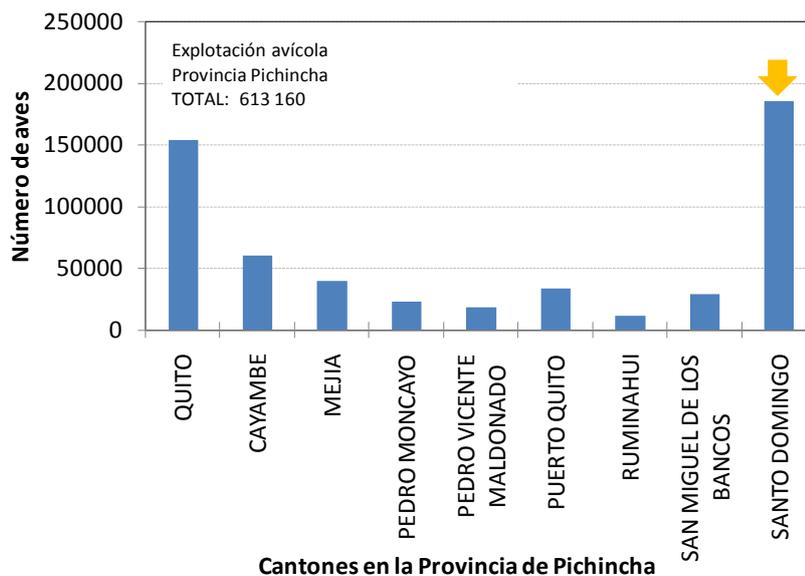


**Figura 48: Distribución del ganado porcino según cantones en la provincia de Pichincha (MAGAP - SINAGAP, 2000)**



**Figura 49: Distribución del ganado porcino según cantones en la provincia de Napo (MAGAP - SINAGAP, 2000)**

La explotación avícola se estudia en el cantón de Santo Domingo por lo cual se observa nuevamente la distribución en la provincia de Pichincha en la Figura 50. La densidad de explotación avícola en Santo Domingo es muy alta ya que supera las 180 000 aves. El criterio que se utiliza en el Proyecto ENT para determinar los pequeños avicultores es de una producción de menos de 5000 pollitos al mes. Por lo que la mayoría de productores son considerados pequeños productores.



**Figura 50: Distribución las explotaciones avícolas según cantones en la provincia de Pichincha (MAGAP - SINAGAP, 2000)**

En resumen la comisión técnica selecciona a las siguientes zonas para la elaboración del estudio del manejo de los desechos sólidos y líquidos en el sector ganadero. En la provincia de Manabí se seleccionan los cantones: Chone, Pedernales y El Carmen para el estudio del ganado bovino de carne. En la Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas se selecciona el cantón con el mismo nombre para el estudio de las explotaciones porcinas y avícolas. En la Provincia de Pichincha se selecciona la parroquia Lloa en el cantón Quito para el estudio del ganado bovino de leche. Y finalmente, en la provincia de Napo en el Cantón Quijos se estudia la explotación de ganado bovino de leche y porcino.

### A.3.3 Potencial de implementación

El potencial de implementación de las tecnologías seleccionadas es en general alto. Primero porque se seleccionó tecnologías ya probadas en otros países con excelentes resultados, no solo en cuanto a reducción de emisiones directas de GEI, sino también como fertilizantes orgánicos o fuentes de energía renovable o de alimento animal. Además es importante mencionar, que para la selección de tecnologías no sólo se recogieron experiencias en países del primer mundo con mayor infraestructura y capacidad económica, sino también en países en vías de desarrollo con niveles socio-económicos similares al Ecuador como es el caso de la tecnología Nueva Zelandesa o el secado para alimentación animal. Segundo el nivel actual de desarrollo para el manejo de los desechos en las zonas priorizadas es muy bajo, por lo que con pequeñas iniciativas ya se podría lograr mejoras significativas en cuanto al manejo de los desechos, reducción de GEI y obtención de subproductos.

Sin embargo, no se debe olvidar que de los cuatro tipos de ganados y las cuatro zonas priorizadas: Lloa, Valle de Quijos, Santo Domingo y Manabí; cada uno requiere un manejo diferente de sus desechos ya que cada zona vive condiciones diferentes en cuanto a disponibilidad de agua, carga animal, costumbres de manejo de desechos, responsabilidad ambiental y social, entre otras. Es por esto que la implementación de una tecnología dura o la imposición de un procedimiento generalizado para todas las zonas y ganados no traería consigo los beneficios esperados. Se debe estudiar la tecnología y la escala necesaria de aplicación en cada zona. Y lo más importante, es de fundamental importancia que los beneficiarios estén interesados en aplicar estas tecnologías, sea por beneficios económicos, ambientales o sociales que puedan percibir. Por esta razón se realizó el “Taller de Priorización de Tecnologías y Análisis de Barreras” con la participación de beneficiarios directos, como son empresarios ganaderos, representantes de las asociaciones y de las zonas de interés, y representantes institucionales.

En este taller se dio la oportunidad a las partes interesadas de participar en la priorización de las tecnologías en sus zonas de influencia a partir de análisis multi-criterio. Este ejercicio permite a los beneficiarios ser partícipes en la toma de decisiones y genera empoderamiento con los proyectos, lo cual es fundamental para una exitosa implementación de los mismos. Los resultados de las tecnologías priorizadas para cada zona se presenta en la Tabla 53. La aplicabilidad de estas tecnologías en las diferentes zonas es muy alto, ya que las tecnologías fueron seleccionadas por los mismos beneficiarios.

Tabla 53: Tecnologías priorizadas por zonas

Zona Ganado	Lloa / Cantón Quito	Valle de Quijos / Cantón Quijos	Cantón Santo Domingo / Provincia Santo Domingo de los Tsáchilas	Cantones Chone, Pedernales, El Carmen / provincia Manabí
Bovino de leche	<b>Sistema lagunas</b>	<b>Sistema lagunas</b>		
Bovino de carne			<b>Sistema lagunas</b>	<b>Lombricultura</b>
Porcino		<b>Digestión anaeróbica</b>	<b>Digestión anaeróbica</b>	
Avícola		<b>Compostaje</b>	<b>Compostaje</b>	

## A.4 Estado de las tecnologías en el país

Las tecnologías aplicadas hasta el momento para el manejo de los desechos sólidos y líquidos en el sector ganadero son muy pocas y las que se han aplicado han sido muy rudimentarias. Por ejemplo, se han instalado biodigestores rurales sin capacitar adecuadamente a los usuarios, lo que ha ocasionado que las tecnologías no sean sostenibles en el tiempo. También se ha identificado que las partes interesadas tienen una noción de las tecnologías más comunes, pero necesitan capacitaciones teóricas y prácticas de las diferentes alternativas existentes. Esto ha ocasionado que algunos beneficiarios desconfíen de la aplicación de tecnologías nuevas. Por esta razón es de vital importancia que las tecnologías priorizadas en este proyecto puedan ser implementadas en el futuro cercano, ya sea como proyectos pilotos o como guías de buenas prácticas de manejo de desechos y que se de continuidad a esta iniciativa para asegurar que las tecnologías funcionen exitosamente y beneficien a las partes interesadas como ejemplo a seguir para el manejo de sus desechos.

A continuación se presenta la situación actual en el manejo de las explotaciones ganaderas y avícolas en las diferentes zonas seleccionadas para el proyecto.

### A.4.1 Situación actual en el manejo de los desechos ganaderos en Parroquia de Lloa

#### Datos generales

Una de las zonas seleccionadas para el manejo de los desechos sólidos y líquidos generado por el ganado bovino de leche es la parroquia de Lloa, una de las 55 parroquias rurales del cantón Quito de la provincia de Pichincha. La división parroquial del cantón se presenta en la Figura 51. Esta parroquia rural ubicada 9 km al oeste de la ciudad de Quito tiene una extensión de 54.725 km<sup>2</sup>. Como se observa en la Figura 52 a) el uso del suelo está destinado principalmente a los recursos naturales renovables y a las áreas naturales como bosques y vegetación protectora. La principal actividad económica es la crianza y aprovechamiento de ganado lechero y en los últimos 15 años el turismo ecológico. Se estima que diariamente el conjunto de propiedades de la zona produce 8000 litros de leche que son destinados a la empresa Pasteurizadora Quito (Montesinos & de la Torre, 2012).

Dentro de la zona seleccionada existen pocas fuentes fluviales. Las cuencas hidrográficas se presentan en la Figura 52 b), de las cuales la principal es el río Cinto que atraviesa en forma longitudinal toda la parroquia. Por su caudal y al ser una fuente natural muy cercana a la ciudad de Quito, autoridades del Ilustre Municipio del Distrito Metropolitano de Quito han decidido usar el río como fuente de agua para abastecer a la población del sur de la ciudad de Quito. Por tal motivo en las cercanías de la población de Lloa se ha instalado una estación de bombeo que lleva el nombre de “Estación Santa Rosa” con el propósito de bombear el agua del río Cinto con destino a Quito, contribuyendo así al suministro del

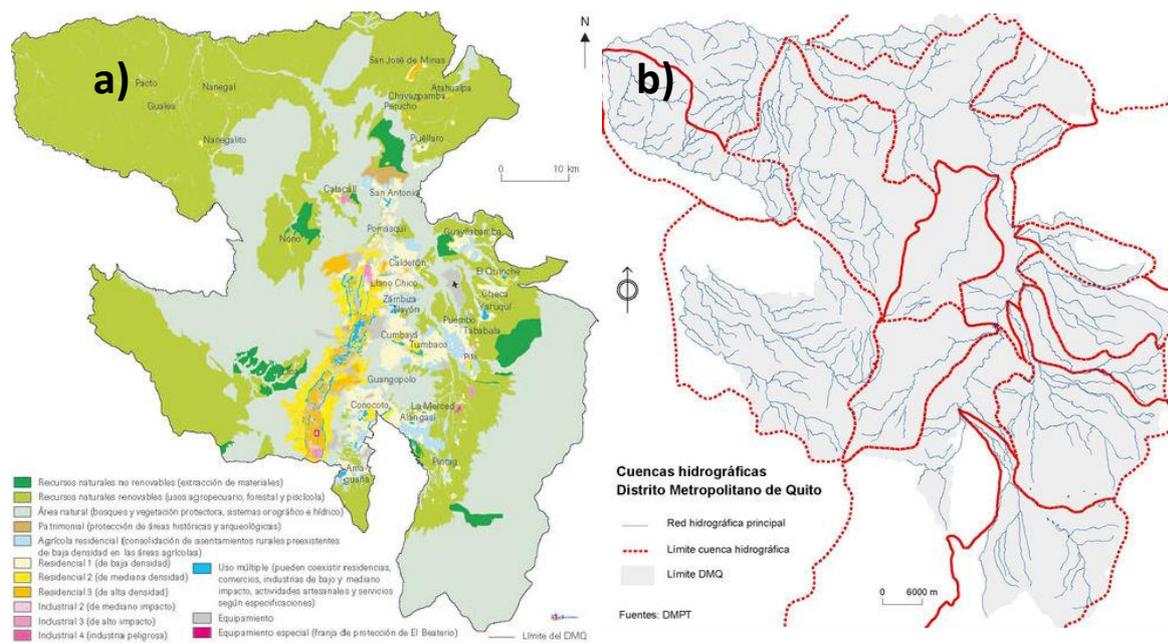
líquido vital a la población de la capital. Lamentablemente al no existir en Lloa una planta de tratamiento de aguas residuales, ya que se encuentra todavía a nivel de proyecto para futura ejecución, estos desechos son descargados en el mencionado río. Esta práctica constituye una grave amenaza para la salud pública puesto que el agua contaminada luego es bombeada a Quito. De igual forma como los desechos humanos del pueblo del valle de Lloa son eliminados al río Cinto, existen propiedades ganaderas que descargan los purines de los corrales al anteriormente mencionado río.

Actualmente ya existe un problema de contaminación ambiental por el crecimiento acelerado de la población de la ciudad de Quito. El abastecimiento del líquido vital se está quedando corto, la Empresa Municipal de Aseo y Agua Potable, EMAAP, planea construir en un futuro cercano una planta de tratamiento de agua más grande de la que existe en la actualidad para proveer agua al sur de Quito.

Es importante considerar los recursos hídricos existentes en la zona de interés porque las propiedades ganaderas utilizan el agua del río Cinto y las fuentes hídricas aledañas a sus lotes para la manutención de sus corrales y potreros. Muchas veces el agua es muy escasa o inexistente, ya sea porque la EMAAP requiere captar un alto porcentaje del agua del río para proveer al sur de Quito o por los fuertes veranos que últimamente golpean la zona. Al no ser proveídos de agua, se generan otros problemas ambientales por la acumulación de desechos sólidos de ganado. Por esta situación algunos propietarios han buscado e implementado sistemas para que los desechos sólidos no sean acumulados en zonas como los corrales donde pueda existir contaminación hacia la zona de ordeño. Igual se trata de evitar grandes acumulaciones de sólidos para evitar contaminación al ambiente y generar un riesgo sanitario.

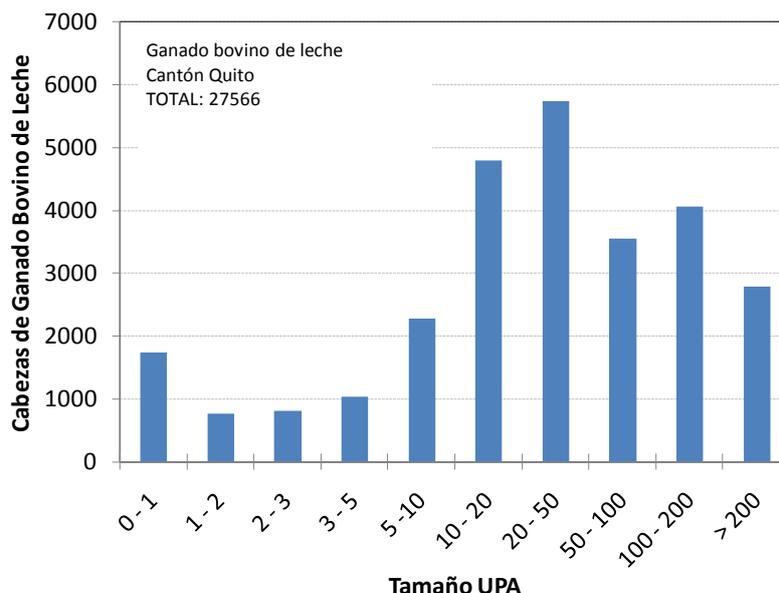


Figura 51: División Parroquial del Distrito Metropolitano de Quito (DMQ) (DMDT, 2003)



**Figura 52: a) Uso del suelo (DMDT, 2003) y b) Fuentes hidrográficas (DMPT, 2003) en el DMQ**

Los ganaderos de la zona seleccionada son principalmente pequeños y medianos productores con extensiones de tierra productiva de hasta 100 hectáreas. El ecosistema de la zona consta de pastizales, bosques y zonas con depresiones o quebradas. Por lo tanto, aproximadamente el 50% del área son potreros que pueden ser utilizados para mantener al ganado. Por esta razón se considerará como pequeños productores a los ganaderos con extensiones de hasta 40 hectáreas, ya que en ese caso se tienen 20 hectáreas productivas. Como se observa en la Figura 53 existe un número considerable de productores familiares o de traspaso con UPAs (Unidades Productivas Agropecuarias) de 0 a 1 hectáreas con 1.738 cabezas de ganado. Las UPAs de 1 – 10 hectáreas reúnen 4895 cabezas de ganado, mientras que las UPAs de 10 – 20 hectáreas suman sobre las 7.000 cabezas. Las UPAs de 20 a 50 hectáreas constituyen el 21% del ganado con 5.738 cabezas. Y las producciones de más de 50 hectáreas suman más de 10.000 cabezas de ganado.



**Figura 53: Distribución del ganado bovino en el Cantón Quito (MAGAP - SINAGAP, 2000)**

Las pequeñas y medianas haciendas ganaderas de hasta 20 y 100 hectáreas, respectivamente, trabajan bajo el sistema de pastoreo (Figura 54). Las haciendas medianas tienen en promedio un total de 170 vacas lecheras, además poseen aproximadamente 110 animales de distinta edad en crianza que no producen nada por el momento (desde terneras hasta vaconas de reemplazo). A estos animales se les mantiene sobre una superficie de pastizales promedio de 80 hectáreas. Es así que la carga animal en esta zona es 3.5 cabezas de ganado por cada hectárea de pastizal, lo que representa una productividad de más de 150 litros diarios de leche por hectárea. La capacidad específica en este caso es de 4.18 [litros de leche / cabeza \* ha]. Por otro lado, se encuentran los pequeños productores cuyas extensiones promedio se encuentra entre 10 a 20 hectáreas donde el número de cabezas de ganado no excede las 35 cabezas. Es así que la carga animal es aproximadamente 1.75 cabezas de ganado por cada hectárea de pastizal.

Finalmente, los productores familiares o de traspatio con hasta diez vacas acostumbran ordeñar las vacas a mano una vez al día con el ternero al pie para permitir bajar la leche. Luego del ordeño, al ternero se le permite mamar y permanecer con la vaca desde el ordeño de la mañana hasta media tarde cuando los terneros son encerrados y las vacas generalmente son dejadas a pastorear. La cantidad de leche ordeñada de este modo raramente excede los 5 kg por día durante lactaciones que se pueden extender entre 150 y 350 días o más, dependiendo de las necesidades financieras del propietario, el potencial lechero de la vaca y los recursos forrajeros disponibles. Constituye un sistema muy flexible en el cual si temporariamente la leche no puede ser llevada a los mercados locales o transformada en queso, es utilizada por el ternero para ganar peso (Vaca, 2003).



Figura 54: Sistema de pastoreo en Lloa

### **Diagnóstico del manejo actual del desecho de ganado bovino de leche en los pequeños y grandes productores**

En lo que se refiere al manejo de los desechos sólidos del ganado bovino lechero, los beneficiarios tienen conciencia del cuidado del medio ambiente y dada la escasez de agua en las propiedades, se han tomado medidas para reducir la cantidad de desechos acumulados en las zonas de ordeño y en los corrales. Este control se implementa desde una temprana edad del ganado. Apenas una ternera nace se le pasa a los potreros y durante toda la etapa de crianza se le mantiene ahí (Figura 55), así se aseguran de mantener todos los desechos del ganado en crianza dentro de los potreros para que sean absorbidos por los pastos. Sin embargo, esta práctica genera grandes cantidades de GEI ya que se deja degradar el desecho incontroladamente. Los principales gases que se liberan son  $N_2O$  de la desnitrificación de la orina de los animales y  $CH_4$  de la degradación anaerobia de los lodos o desechos sólidos.



**Figura 55: Crianza de terneras en potreros**

A pesar de los esfuerzos para reducir el problema, el ganado en producción genera gran cantidad de desechos (heces y orina) en los establos de ordeño y corrales de espera, lugares hacia donde las vacas son movilizadas diariamente para ser ordeñadas en las mañanas y tardes. Sin embargo, se trata que la acumulación sea mínima al reducir el tiempo de permanencia en el establo también a un mínimo, a diferencia de lo que ocurre en la generalidad de las lecherías donde los animales suelen recibir alimentación suplementaria antes y después del ordeño y permanecer por más tiempo en estas instalaciones. El desecho acumulado en los establos es lavado con agua y bombeado por tubería a potreros cercanos, cada tres a cuatro días. De esta manera se logra devolver los nutrientes a los potreros para que sean absorbidos por los pastizales y posteriormente sean devueltos a las vacas. Esta tecnología se conoce como almacenamiento de lodos y se la puede encontrar en la lista de tecnologías del presente proyecto en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** La reducción de emisiones de GEI que se logra al aplicar esta tecnología es de  $1.11E-2$  [ $Mg CO_{2-eq} / ton desecho * año$ ].

Para aprovechar al máximo el manejo integral de desechos, a todas las cabezas de ganado se les mantiene en los potreros y solo cuando se les ordeña entran en el corral. La vaca es ordeñada y vuelve a los potreros, por lo que el tiempo de residencia en el corral es muy corto. Una vez terminado el proceso de ordeño, se devuelve el ganado a los potreros de pastos frescos. La dieta se basa en pastos frescos para que el estiércol producido sea muy líquido y pueda ser absorbido por el terreno con mayor facilidad. Adicionalmente la dieta se complementa con rechazo de banano.

Dado a que el tiempo de permanencia en los corrales es muy corto, la acumulación de los desechos sólidos es mínima. En la actualidad no se ha cuantificado la cantidad de estiércol de los corrales pero a simple vista (Figura 56) se puede observar que no existe gran acumulación. Además se debe considerar que la acumulación corresponde a 3 – 4 días.



Figura 56: Sector del corral antes del ingreso a la zona de ordeño

El ganado antes de ingresar a la zona de ordeño espera en un corral adyacente. La Figura 57 muestra la acumulación de sólidos del ganado que espera su turno para el ordeño. De igual manera no existe gran acumulación ya que se procura mantener las vacas el menor tiempo posible.



Figura 57: Área del corral donde el ganado espera

El corral de espera es limpiado con agua y cada tres o cuatro días recolectado por el canal que se muestra en la Figura 58. Una vez recolectados los purines en la caja de recolección de la Figura 59, la mezcla de agua y desechos sólidos es bombeada de nuevo a los potreros para reutilizar los nutrientes que se quedan en los desechos sólidos. Este sistema podría ayudar a cuantificar la cantidad de desecho producido por los animales. Para poder cumplir el propósito se tataría la caja de captación y luego de la limpieza se mediría cuanto se ha recolectado en el canal y la caja.

En la Figura 60 se observa un corral que fue limpiado ese mismo día. Los desechos son recogidos en la caja de captación (Figura 61) y luego bombeados al potrero adyacente.



Figura 58: Canal de recolección de la mezcla de desechos sólidos y agua



Figura 59: Caja de captación de desechos antes de ser bombeados en los potreros



Figura 60: Corral de la segunda propiedad



Figura 61: Caja de captación de desechos sólidos

Durante el verano los desechos son bombeados a potreros adyacentes, pero en el invierno se deja acumular como se muestra en la Figura 62 porque con el exceso de humedad el suelo es susceptible a derrumbes o inundaciones.



Figura 62: Acumulación de sólidos en el potrero adyacente al corral

El poco estiércol que se pierde y se acumula en zonas donde no se puede limpiar (Figura 63) es el que cae en los caminos cuando se mueve el ganado de un potrero a otro o cuando van a los corrales para el ordeño. Ese estiércol permanece en los caminos hasta que el sol le seque.



Figura 63: Perdida de estiércol en caminos

Una de las grandes ganaderías de la parroquia (la hacienda La Marquesa), por temor al robo de animales, encierra a sus vacas en corrales, desde las últimas horas de la tarde hasta las primeras horas de la mañana, luego de concluidos los ordeños. Como resultado

la acumulación de estiércol es elevada y se necesita construir lagunas para la recolección, agitación adicional y bombeo de estos desechos hacia los potreros ya que esta tecnología es la que mejor se aplica al sector.

Los ganaderos del sector están intentando replicar el sistema de riego y lagunas de tecnología de Nueva Zelanda por el gran beneficio que se está logrando en la hacienda de la doctora Sotomayor. La reducción de emisiones de GEI se encuentra en 93,8 [Mg CO<sub>2</sub>-eq / ton desecho \* año]. Además la empresa Nestlé, que también adquiere leche de algunas ganaderías, paga un premio en el precio de la leche a aquellos ganaderos que aplican buenas prácticas en el manejo de desechos sólidos, esto con el propósito de conseguir un producto de mejor calidad al reducirse la contaminación.

Con respecto a los costos de operación y mantenimiento para las haciendas es problemático y costoso tener a una persona encargada de la limpieza del corral con métodos rudimentarios (agua y escoba). El costo aproximado mensual es de 50 – 90 USD, por lo que estarían interesados en aplicar una nueva tecnología para tratar los desechos sólidos. Existe conocimiento de otras tecnologías como compostaje y biodigestión anaerobia, pero por las cantidades de desechos sólidos los productores temen que un biodigestor no sería rentable. La rentabilidad de las tecnologías se definirán el momento de elaborar los planes de proyecto en el Plan de Acción Tecnológico en una futura etapa del proyecto.

Una característica peculiar de los sistemas de cría de ganado de los productores familiares en los Andes es la frecuencia del “soguelo”, una forma de atadura a través de la cual el ganado es atado individualmente con una soga larga a una estaca colocada en el potrero, de donde es movido diariamente o más frecuentemente. Según datos Vaca (Vaca, 2003) y del último censo agropecuario realizado en I 2002 (SICA/MAG, 2002) el soguelo implica un manejo del pastoreo y de trabajo muy intensivo practicado en el 27 por ciento de las fincas. Es más común en las fincas pequeñas, y su uso decrece desde 35 por ciento en el sector pequeño a 6 por ciento en las fincas grandes .

#### **A.4.2 Situación actual en el manejo de los desechos ganaderos en el Cantón Quijos**

##### **Datos generales**

En el oriente la zona seleccionada para el proyecto ENT es el cantón Quijos en la provincia de Napo. El cantón es uno de los cinco cantones de la provincia de Napo y está ubicado en el Centro Norte de la provincia. La provincia está dividida en dos partes, la una que está ubicada en la ramificación del flanco de la cordillera oriental de los Andes al pie del volcán Antisana, que es una de las zonas ecológicas más ricas en flora y fauna de la amazonia, y otra, en el sector del alto Napo que comprende las zonas pertenecientes al volcanismo moderno. El cantón forma parte de los valles constituidos por los ríos Papallacta, Quijos y Cosanga. Este cantón cubre un área de 1 612 km<sup>2</sup> y consta de cinco parroquias: Baeza,

Cosanga, Cuyuja, Papallacta, Sumaco y Borja (Almediam, 2002) (Figura 64). Los principales cauces de agua son el río Quijos y Borja. El valle de Quijos es una zona rica en restos arqueológicos; aguas termales, lagunas; cascadas, ríos de corriente rápida ideales para deportes de riesgo; su fauna y su flora.

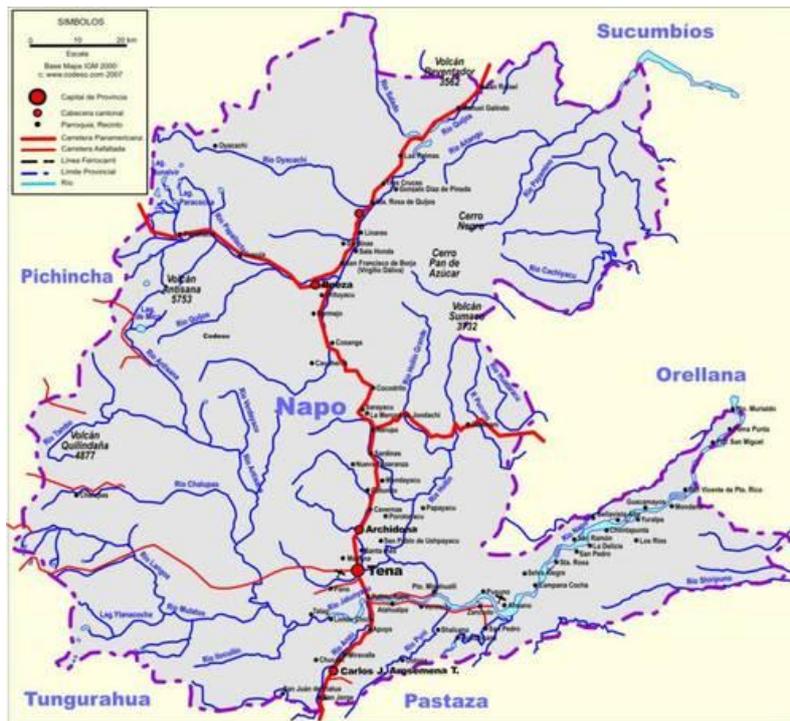


**Figura 64: Mapa físico de la provincia de Napo**

Como se puede observar en la Figura 65, al norte de la cordillera oriental andina se encuentra el valle del Quijos, que contiene una red hidrográfica importante cuyas aguas nacen en las estribaciones del Volcán Antisana y desembocan en el río Quijos. La red principal del río Quijos se forma a partir del afluente primario del río Papallacta cuyo origen se halla en la cordillera de los Andes, y su cuenca se encuentra dentro de la Reserva Antisana y la Reserva Ecológica Cayambe Coca. Entre sus afluentes se encuentran. Chalpi, Huangu, Blanco, Juaniquín, Huarmiyapag, Culinyacu, Maspá, Quinjua, Cuyuja y Victoria. El caudal del río Quijos se encuentra actualmente muy afectado debido al proyecto Papallacta del Empresa Municipal de Agua Potable Quito (EMAAP-Q), que canaliza sus aguas hacia Quito. Su recorrido aproximado es de 285 Km. Estos ríos pasan por los cantones Quijos y Chaco, y a su paso se juntan con una gran cantidad de ríos considerados prioritarios para formar el río Coca en la provincia de Sucumbíos, depositando estas aguas en el Gran Río Napo (Almediam, 2002).

Los recursos hídricos en la zona norte de la micro-cuenca del río Quijos, que abarca los cantones Quijos y Chaco, algunos son utilizados para captar agua para el consumo humano, mientras que la abundancia permite que dentro de los predios rurales de las comunidades, recintos y parroquias también se utilicen como medio de consumo directo

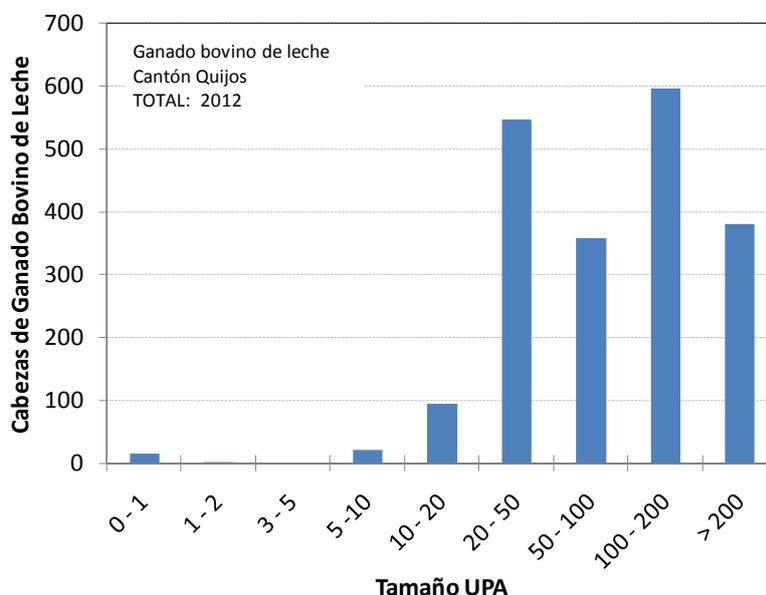
tanto para el uso familiar como para las actividades pecuarias (cría de ganado de leche, porcinos, pollos y especies menores). La forma extractiva y natural de las comunidades de Napo se determinan con la captación de agua en acequias y riachuelos, donde realizan diques para el almacenamiento de agua, luego la transportan por canales y tuberías a los tanques de almacenamiento, proceden a la cloración y posteriormente la distribuyen a través de tuberías a diferentes viviendas (Almediam, 2002).



**Figura 65: Cuencas hidrográficas de la Provincia de Napo**

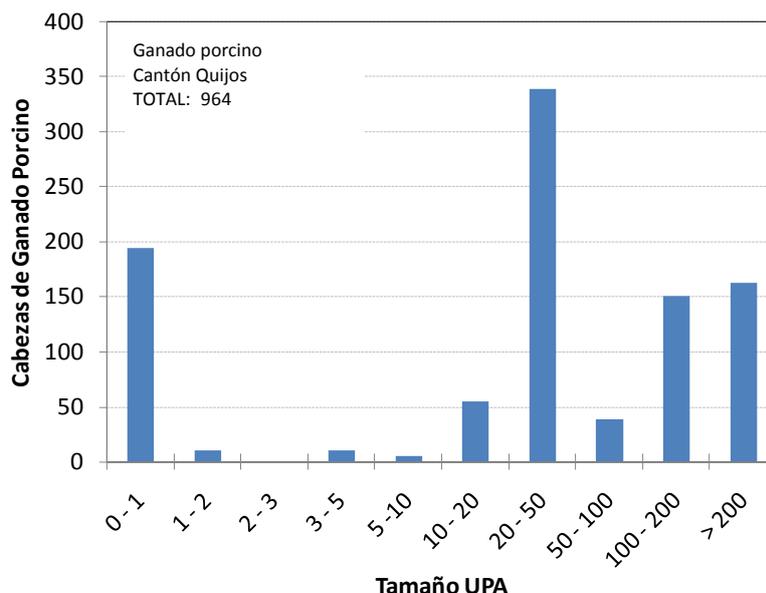
El cantón Quijos se ha destacado tradicionalmente por ser un cantón eminentemente ganadero orientado a la producción de leche con aproximadamente 2000 vacas en producción. Se estima que diariamente se producen 8 000 litros de leche que se comercializan mediante entrega a las empresas procesadoras Nestlé, El Ordeño y Rey Leche. (Montesinos & De la Torre, 2012) Es evidente la preponderancia de ganaderías en toda la zona, desarrolladas a partir del establecimiento de pastizales en las áreas originales de vegetación boscosa subtropical, proceso que se acrecentó luego de construida la carretera Papallacta-Baeza, y más tarde, las carreteras Baeza-Lago Agrio y Baeza-Tena. Dada la cercanía a Quito y a la influencia de la región interandina, la gran mayoría de la población ganadera está constituida por animales mestizos de la raza Holstein. Según el censo agropecuario del 2000 existen apenas 14 cabezas de ganado en producciones de traspatio y sobre 100 cabezas en producciones de hasta 20 hectáreas (MAGAP - SINAGAP, 2000). La zona consta principalmente de UPAs pequeñas de 20 a 50 hectáreas con aproximadamente igual número de cabezas de ganado, dando una carga animal de 1

cabeza de ganado por cada hectárea de terreno. Las UPAs de más de 100 hectáreas reúnen casi la mitad de la población total. El rendimiento medio es de 4 litros diarios de leche por vaca. Con lo cual se tiene una producción específica de 4 [litros leche /cabeza ganado \* ha].



**Figura 66: Distribución del ganado bovino de leche en el Cantón Quijos (MAGAP - SINAGAP, 2000)**

Aun cuando en el cantón también existen explotaciones de cerdos y, últimamente, de aves, estas actividades no revisten la misma importancia que la ganadería lechera en cuanto a su contribución a la economía del cantón, tanto por su menor tamaño como por el número de personas/empresas dedicadas a estas dos actividades. Como se puede observar en la Figura 67 existe en total casi 1000 cabezas de ganado porcino en el cantón y está distribuido principalmente en producción familiar y en producciones de 20 – 50 UPAS. Los grandes productores en UPAs de más de 100 hectáreas suman un tercio de la población ganadera total del valle. El poco desarrollo de la porcicultura y avicultura en la zona es explicable por la inexistencia de producción local del principal ingrediente empleado en la alimentación de las dos especies, el maíz, situación que resulta en un aumento de los costos de producción y la consecuente reducción de los márgenes de utilidad. La producción agrícola comercial es pequeña, mayormente representada por los cultivos de tomate de mesa y pimiento en invernaderos (100 hectáreas en área total estimada) y el tradicional cultivo frutal de la granadilla (aproximadamente 50 hectáreas), ahora con variedades introducidas de Colombia. En menor escala se cultiva también caña de azúcar y plátano, productos destinados al consumo humano y animal, principalmente para cerdos.



**Figura 67: Distribución del ganado porcino en el Cantón Quijos (MAGAP - SINAGAP, 2000)**

### **Diagnóstico del manejo actual del desecho de ganado bovino de leche**

El ganado en la zona del valle de Quijos es el soporte principal de la economía rural. Se estima que el 95 % del ingreso familiar es provisto por el ganado. Dependiendo de la localidad, puede predominar el doble propósito o el ganado de carne. El ganado es pastoreado todo el año, con muy poco o ningún alimento suplementario (Ramirez, Izquierdo, & Paladines, 1996). El ganado bovino de leche es mantenido principalmente en potreros. Pero existen dos fuentes de acumulación de estiércol y purines en las fincas: 1) los establos de ordeño y corrales de espera, y 2) los establos de crianza de terneros. En los establos de ordeño y de crianza de terneros los desechos normalmente son eliminados diariamente por lavado con agua a los cauces de agua más cercanos. En los corrales de espera se produce acumulación de estiércol por varios días con los consiguientes efectos ambientales, incluyendo la contaminación por escorrentía y los malos olores. Debido a la existencia de numerosos cursos de agua superficial entre arroyos, riachuelos y ríos los ganaderos no se han preocupado por el manejo adecuado ni ambientalmente razonable de los desechos sólidos generados en sus explotaciones. La facilidad natural que estas fuentes de agua brindan los ha conducido a adoptar como norma la opción del menor esfuerzo: emplearlos como destino final de los desechos sin tratamiento alguno. En muy pocas ganaderías se practica la recolección del estiércol después del lavado y su manejo tecnificado o por lo menos aplicación en los potreros. En la Figura 68 se puede observar el ganado esperando en el corral antes de ser ordeñado y la capa de desechos sólidos sobre la superficie. El destino final de estos desechos sólidos será el río Quijos.



Figura 68: Corral de espera donde existe acumulación de desechos sólidos

Los corrales no son limpiados con regularidad y por tanto la acumulación de sólidos es abundante. Incluso dentro de las áreas de ordeño se puede ver gran acumulación de desechos sólidos (Figura 69) que produce contaminación en el lugar y podría causar varias enfermedades. Por la poca higiene, la leche del ordeño podría estar contaminada. Además existe una población grande de moscas y un constante riesgo sanitario.



Figura 69: Acumulación de desechos sólidos en las zonas de ordeño

El suelo en la mayoría de los corrales de espera es de tierra, por lo cual son imposibles de limpiar y se convierte en un foco infeccioso y de contaminación. Este es el problema más grave de la zona ya que cada vez existe mayor acumulación de sólidos. El ganado continúa esperando en las zonas contaminadas y por tanto la contaminación luego será llevada a la

zona de ordeño. Actualmente en muchas partes es imposible entrar porque se ha convertido en verdaderos pantanos por la gran acumulación de desechos de ganado. Las siguientes tres gráficas muestran el mismo problema en tres propiedades diferentes.



Figura 70: Acumulación de desechos sólidos a un costado de la zona de ordeño



Figura 71: Corral de espera con gran acumulación de desechos sólidos



Figura 72: Zona pantanosa por acumulación de desechos sólidos

La contaminación resultante no solo constituye un problema ambiental sino también de salud pública puesto que el agua contaminada de los riachuelos donde se vierten los desechos muy probablemente es utilizada en su curso para consumo humano. De acuerdo a lo que se nos informó en la visita, los ganaderos están conscientes del problema. Pero consideran que la recolección representa un costo que no todos están dispuestos a asumir. Lo cual unido a la percepción de impunidad frente al incumplimiento de las leyes ambientales, y a que no han ocurrido aun desgracias o accidentes graves, retrasa la ejecución de cualquier proyecto de manejo de desechos ganaderos en la zona.

Al preguntar a las partes interesadas sobre las tecnologías existentes para el manejo de los desechos y la producción de subproductos como fertilizantes o energía, mostraron poco interés. No existe interés en organizarse para aumentar la disponibilidad del material y la capacidad de producción de los subproductos, primero debido a la dispersión geográfica de las explotaciones, segundo debido al tamaño de éstas y la percepción de que se genera poca cantidad de estiércol, y tercero a la falta de mano de obra y costo de la recolección. Los beneficiarios están interesados en la construcción de pequeños estanques para la recolección del efluente líquido, agitación y bombeo a los potreros al final de cada ordeño, un proceso similar al que se planteó en la Parroquia de Lloa y que se realiza en Nueva Zelanda. Sin embargo, en ninguna de las dos zonas no están conscientes que el método Nueva Zelandés también incluye una etapa anaeróbica y varias etapas de degradación aeróbica. Y, por lo tanto, esta tecnología es más compleja de lo que se percibe. El costo de los equipos mínimos (agitador y bomba de gran alcance) no sería mayor, razón por la cual cualquier ganadero de la zona podría adquirirlos.

En la parroquia un solo ganadero, el señor Pedro Cisneros, recolecta diariamente el efluente de sus establos y corrales para elaborar biol que lo utiliza en la fertilización de sus potreros, con aparentes buenos resultados.

### Diagnóstico del manejo actual del desecho de ganado porcino

Existen varias explotaciones porcinas de tamaño pequeño, sobre todo en la parroquia Borja, en ninguna de las cuales se da un tratamiento apropiado al estiércol producido sino que se lo elimina vertiéndolo a los ríos circundantes. Las porquerizas del sector de escala familiar tienen aproximadamente en promedio 60 lechones en distintas fases de crecimiento. En cada galpón se tiene aproximadamente 40-50 cerdos de diferentes tamaños (Figura 73).

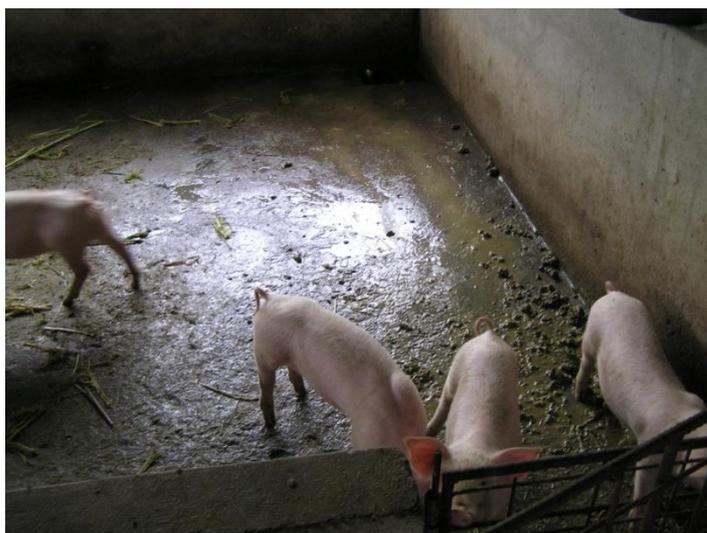


Figura 73: Cerdos en cada corral

Hasta hace poco tiempo la explotación abarcaba todas las fases del negocio, esto es, el mantenimiento del pie de cría, la producción de lechones y las fases de crecimiento y acabado, habiéndose decidido eliminar la operación de cría para dedicarse exclusivamente al descollo y acabado de animales comprados al destete en otras granjas. Actualmente dos veces al día recolectan el estiércol. La cantidad de estiércol recolectado en cada limpieza es de 1 carretilla por todo el corral. La limpieza se realiza en seco, es decir que no se utiliza agua para evitar humedad, se utiliza pala y escoba. Estos desechos posteriormente se los trasladan en carretillas hasta los pequeños campos de cultivo de caña de azúcar y plátano cuyos productos contribuyen a la alimentación de los cerdos.



Figura 74: Cantidad de estiércol luego de 3-4 horas después de la limpieza

Existen propiedades que tenían biodigestores en forma de salchicha que se alimentaban con los desechos de los corrales que eran recolectados en canales y una caja recolectora (Figura 75). Los biodigestores no funcionaron por un mal diseño, se destruyó y todo fue desechado.



**Figura 75: Canal y caja recolectora de desecho porcino**

En la zona visitada existe una nueva empresa porcina de grandes dimensiones, la misma que opera tres granjas porcinas altamente tecnificadas donde se crían 4.800 animales; estas granjas son consideradas un ejemplo de explotación moderna, tanto en el plano

estrictamente zootécnico como en lo concerniente al manejo de los desechos sólidos. Las granjas porcinas trabajan en una modalidad bastante interesante, pues se han especializado en la operación de cría de lechones hasta que alcanzan un peso de 20 kg; estos animales son transferidos luego a otra granja en Lago Agrio para su desarrollo y, finalmente a Riobamba, a una granja donde son terminados de cebar (hasta los 100 kg de peso).

Su propietario con gran responsabilidad ambiental, lleva a cabo desde el inicio del negocio un plan para tratar técnicamente el estiércol producido y evitar impactos ambientales, creando al mismo tiempo una fuente adicional de ingresos mediante la elaboración de biol. Para el efecto en cada una de las granjas existen las instalaciones de biodigestores que constan de seis cámaras y que producen aproximadamente 5.000 m<sup>3</sup> de biol por mes (Figura 76). Lamentablemente solo una pequeña parte del biol producido está siendo comercializado en la actualidad (150.000 litros / mes), el resto es vertido a los ríos o potreros.



**Figura 76: Biodigestores de la propiedad del Sr. González**

#### **A.4.3 Situación actual en el manejo de los desechos ganaderos en el Cantón Santo Domingo**

##### **Datos generales**

Santo Domingo de los Tsáchilas logró su provincialización en el año 2007, después de un largo proceso que inició en 1966. Desde el año 2012 consta de dos cantones: Santo Domingo y La Concordia. El cantón Santo Domingo consta de siete parroquias urbanas y siete parroquias rurales como se puede observar en la Figura 77. Santo Domingo, su capital, es la cuarta ciudad con más población después de Guayaquil, Quito y Cuenca. Tiene de superficie 3 857 km<sup>2</sup>. Su población va creciendo rápidamente ya que cuenta con

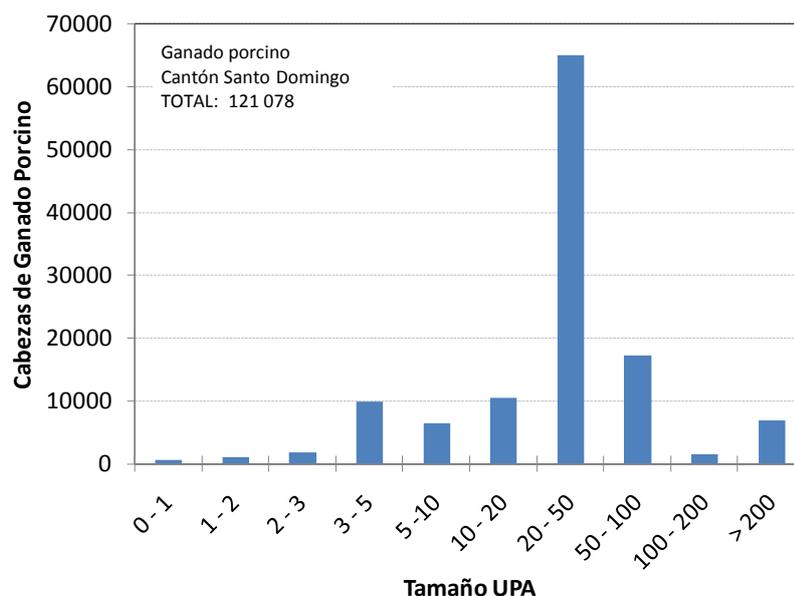
un rico comercio y el mayor mercado ganadero del país. Por su ubicación geográfica, constituye el principal punto de conexión entre la Costa y la Sierra. Exhibe una intensa actividad productiva y comercial en el ámbito pecuario, dentro del cual destacan la ganadería bovina (tradicionalmente de carne y en años recientes también orientada a la producción de leche), la porcicultura y la avicultura (casi exclusivamente dedicada a la cría de pollos parrilleros). En la ciudad de Santo Domingo de los Colorados se realiza semanalmente una feria en la que se comercializan animales vivos al por mayor y menor, tanto de cría, como animales para el sacrificio.



**Figura 77: Mapa político del cantón Santo Domingo de los Colorados**

Santo Domingo está ubicado en los flancos externos de la cordillera occidental de los Andes, en una planicie costeña a 655 msnm, es una de las zonas con la mayor pluviosidad del país, con volúmenes de precipitación de 3 000 a 4 000 mm anuales. Tiene una gran riqueza hidrológica, existen cinco cuencas y micro cuencas importantes: al este y noreste, el curso medio y bajo del Toachi, perteneciente a la cuenca del río Blanco; al sur, la subcuenca del Borbón, que pertenece a la gran cuenca del río Guayas y empata con el Babis (Niño Torres); al suroeste, la subcuenca del río Peripa; al noreste, la subcuenca del Quinindé, que al igual que la subcuenca del Blanco, al noroeste, pertenecen a la cuenca del río Esmeraldas (GAD Municipalidad de Santo Domingo, 2011).

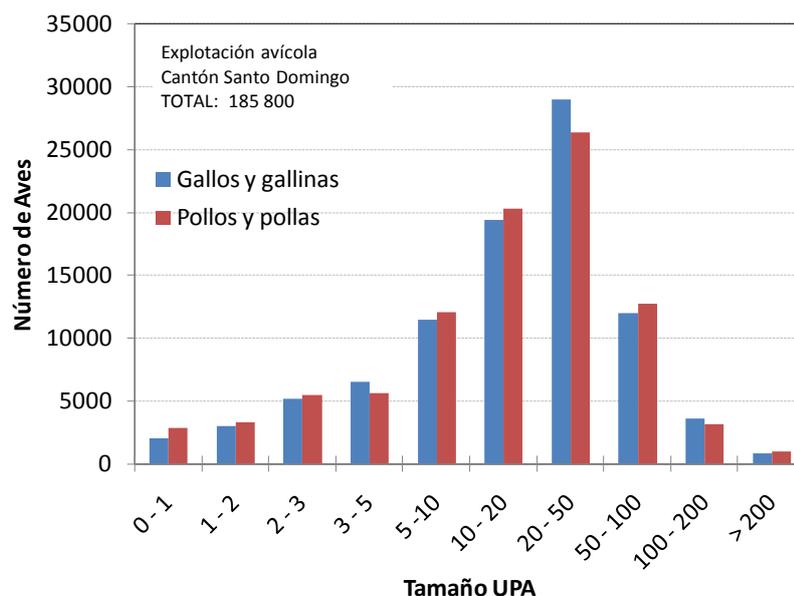




**Figura 79: Distribución del ganado porcino en el Cantón Santo Domingo (MAGAP - SINAGAP, 2000)**

La avicultura es una actividad que se divide en la cría pollos parrilleros (de carne) y gallinas ponedoras. En la provincia también están ubicadas varias incubadoras comerciales que producen pollitos de carne y pollitas para postura, empleando huevos fértiles producidos en otras provincias. La producción de carne de pollo suplente la demanda de los restaurantes y consumidores de la provincia, con pequeños excedentes que son vendidos en Quito (normalmente animales en pie).

Los porcicultores comerciales son parte de la Asociación Nacional de Porcicultores del Ecuador (ASPE). Pero en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas existen dos asociaciones de avicultores: AVISAD, que agrupa a 16 avicultores medianos y grandes; y PROAVITSA, que congrega a pequeños avicultores comerciales. Se estima que en la provincia existen 185.800 aves y el 50% es producido por producciones medianas en UPAs de 10 – 50 hectáreas. En estas granjas se producen y se venden en pie 3.000 pollos semanales; el estiércol (cama de viruta de madera) es vendido a comerciantes de Quito. Las granjas avícolas pequeñas producen entre 1.000 y 2.000 pollos semanales. Por otra parte, La producción familiar o de traspatio ocupa el 3% y la de pequeños productores en UPAs de 1 – 10 hectáreas, el 28%. En Santo Domingo se distinguen tres tipos de explotaciones: reproducción y venta de crías, ceba y acabado de cerdos y cría, crecimiento y acabado, siendo el segundo el más común. Pese a este hecho y al alto número de ganado porcino en el cantón, resulta paradójico que no exista una sola industria procesadora de carne de cerdo (jamones y embutidos).



**Figura 80: Distribución de la explotación avícola en el Cantón Santo Domingo (MAGAP - SINAGAP, 2000)**

### Diagnóstico del manejo actual del desecho de ganado porcino

En las granjas seleccionadas para el estudio se mantienen de 20 - 50 cerdas reproductoras y todos los lechones producidos para los procesos de crecimiento y engorde; de acuerdo al número de animales, el tamaño de explotación correspondería al de una granja comercial pequeña. Parte del estiércol es recogido con palas y apilado en montones para secarlo y más tarde aplicarlo a los lotes vecinos. Sin embargo, en las condiciones del invierno actual, el estiércol no llega a secarse y se producen pérdidas por lavado y escorrentía y contaminación de gases. El estiércol producido en los pisos de plástico que se emplean en las parideras y lotes de lechones destetados hasta los 70 días de edad es lavado con agua y conducido a pozos sépticos que estarían próximos a llenarse.

Las porquerizas generan grandes cantidades de estiércol y orina, las cuales si no reciben el apropiado tratamiento constituyen fuentes de contaminación ambiental. Como se puede observar en las Figura 81 y Figura 82 los cerdos pisan constantemente sus propios desechos y duermen sobre ellos. En algunas explotaciones los purines son lavados diariamente con manguera y depositados en un colector desde el cual son bombeados a los potreros contiguos. Todos los porquicultores están de acuerdo en seguir al pie de la letra el Manual de Buenas Prácticas Porcinas para obtener la licencia ambiental que les permita seguir en la actividad, pero han encontrado dificultades prácticas.

Dados estos problemas se ha planificado construir reservorios de cemento de mayor capacidad con agitadores para mezclar el estiércol con más agua y poder bombearlo. Otra solución que se ha venido experimentando con los cerdos de engorde desde hace poco es el mantenimiento en establos con pisos de tierra, pero cubiertos por una cama de cáscara de arroz. El estiércol acumulado durante tres ciclos de engorde (con adiciones de cáscara

de arroz al concluir cada ciclo) es recolectado y aplicado en potreros y lotes de cultivo. Pese a los buenos resultados en los cultivos, se ha discontinuado la práctica por la menor ganancia de peso exhibida por los animales.



Figura 81: Manejo de ganado porcino en corrales en Santo Domingo



Figura 82: Manejo de ganado porcino durante la alimentación

El Presidente de la Asociación informa del interés que anima a los porcicultores por construir un centro de recolección de estiércol y un biodigestor industrial, contando para ello

con la participación de 22 granjas en un radio de 50 km a la redonda. Los directivos de la Asociación han mantenido reuniones con funcionarios de los Ministerios del Ambiente y del Ministerio de Electricidad y Energías Renovables para exponer las necesidades de apoyo para un proyecto de generación eléctrica a partir de biogás producido con desechos de la porcicultura, sin resultados pese a la aparente acogida.

### **Diagnóstico del manejo actual del desecho de las explotaciones avícola**

Para el manejo de desechos sólidos, el estiércol generado por las granjas avícolas es recogido en camas de viruta, aserrín o cáscara de arroz. La mayor parte del estiércol es recolectada al término de cada ciclo de crianza (7 semanas) y vendido a transportistas-comerciantes de Pichincha que, a su vez, lo venden a varias empresas florícolas y agrícolas en general. En algunas granjas y viveros de palma aceitera se emplea el estiércol como abono orgánico, compostado con otros desechos agrícolas. Toda la gallinaza producida es vendida a los ganaderos de la zona para fertilización de sus potreros.

La explotación avícola en el cantón Santo Domingo es muy representativa, ya que se encuentran producciones desde traspatio hasta escala comercial. En Santo Domingo se encuentran principalmente incubadoras que vienen de diferentes zonas de país, como el mismo Valle de Quijos. Toda la gallinaza producida es vendida a ganaderos de la zona para fertilización de sus potreros. En la Figura 83 se observa el mantenimiento de las gallinas ponedoras en una producción de mediana escala.

No se pudo conocer sobre el destino final de los desechos provenientes del faenamiento de pollos (sangre, plumas, vísceras), pero los cuerpos por mortandad son mezclados con las camas de aserrín, ya que se descompone rápidamente por compostaje.

La tradicional cría de aves de traspatio es bastante difundida en la zona puesto que en la mayoría de las fincas se acostumbra criar un pequeño número de gallinas (antes de raza criolla y en la actualidad cruzadas con razas comerciales) para producir huevos y pollones para la producción de carne. Las aves son normalmente mantenidas durante el día a campo abierto y encerradas durante la noche para protegerlas de posibles depredadores, con lo cual la mayor parte de las excretas producidas son vertidas al campo y no causan problemas de acumulación.

A más de las gallinas, pero a una muy inferior escala, se suele criar patos y pavos.



Figura 83: Explotación avícola en Santo Domingo

#### **A.4.4 Situación actual en el manejo de los desechos ganaderos en la Provincia de Manabí**

La provincia seleccionada en la zona costera o litoral para el proyecto ENT es Manabí, específicamente los cantones de Chone, Pedernales y el Carmen. La provincia de Manabí está dividida en 22 cantones y tres secciones geográficas: las zonas norte, centro y sur (Gobierno Provincial de Manabí, 2012). Los cantones de interés en este proyecto se encuentran en la zona norte como se puede observar en la Figura 84 (Gobierno Provincial de Manabí, 2012-2).



**Figura 84: Mapa físico de la provincia de Manabí (Gobierno Provincial de Manabí, 2012)**

El cantón de Chone tiene una superficie de 3 570 km<sup>2</sup> y cuenta con la reserva de humedales más grande del país, en el sitio “La Segua”. Sus principales actividades económicas son la agricultura, el comercio y la ganadería. Este último rubro convierte al cantón en el principal centro ganadero de la provincia, existiendo alrededor de 300 mil cabezas de ganado vacuno adaptadas a las duras condiciones de la montaña tropical. El principal río es el Chone (Figura 85), que desemboca en un estuario de la Bahía de Caráquez; y como tributarios están el Garrapata, San Lorenzo y el Tosagua, por el sur, que nace en las montañas de Bolívar y Junín (Gobierno Provincial de Manabí, 2012).

Pedernales es un cantón desde 1992 que ocupa 1.460 km<sup>2</sup>. Las principales actividades económicas son la ganadería, la agricultura, la producción camaronero y el turismo. Pedernales es un polo de desarrollo, debido a que la naturaleza lo ha dotado de diferentes atractivos. Está atravesado por la Línea Ecuatorial y tiene un suelo accidentado. En las partes altas se hallan bosques madereros, además de varias especies animales propias del lugar. Por lo montañoso del terreno existen muchos ríos, riachuelos y arroyos, que en época lluviosa aumentan su caudal. El cerro más alto es el Pata de Pájaro, con 860 metros de altura sobre el nivel del mar (Gobierno Provincial de Manabí, 2012). En la Figura 85 se presenta la hidrografía del cantón.

El Carmen representa aproximadamente el 10% de la población de Manabí y tiene una superficie de 1245 km<sup>2</sup>. La densidad poblacional del cantón se calculó en 2001 en 56.2

habitantes por kilómetro cuadrado. Con relación a los servicios básicos, el censo de 2001 reveló que la cobertura de agua potable era del 38.5%, mientras que 44.7% de la población se abastecían de pozos. El porcentaje restante lo hacía de ríos, carros repartidores y otros medios. La principal fuente de ingreso del cantón es el cultivo del plátano de la variedad Barraganete. Además se cultiva café, cacao, maíz y gran variedad de frutas. Una buena parte de la región la constituye terrenos aptos para el cultivo de pastizales y plantaciones. Su suelo es excelente tanto por su composición química como por su profundidad. En la ganadería se destaca la cría de ganado vacuno, equino, porcino y aves de corral. Los principales sectores que lo constituyen son los medianos y pequeños productores del campo. Sin embargo, al no estar organizados pierden casi siempre su producción por el bajo volumen y la dificultad de transportar el producto a los centros de alto consumo. El comercio es muy activo, especialmente a través de las carreteras Quito - Santo Domingo - El Carmen - Flavio Alfaro – Chone, que actualmente ya son de primer orden. Varios ríos cruzan el cantón El Carmen como los afluentes del Daule que son: La Esperanza y Pupusa y los afluentes del Quinindé que son: El Suma y el Chila.

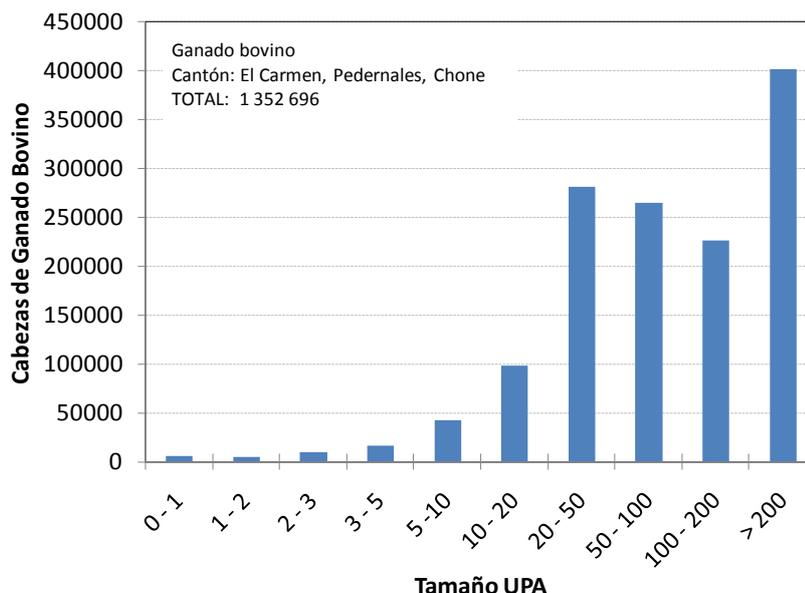


**Figura 85: Mapa hidrográfico de la Provincia de Manabí (Gobierno Provincial de Manabí, 2012)**

Datos del Censo Nacional Agropecuario del año 2000 señalan la existencia de 783,592 cabezas de ganado bovino en la provincia de Manabí, siendo ésta la provincia más ganadera del país. La población de ganado bovino nacional en el año censal registró un total de 4 486 020 cabezas de ganado, lo que significa que la población ganadera de Manabí representó el 17.4% del total nacional.

Hasta antes de la creación de los cantones Pedernales y Cojimíes, las existencias de ganado en el cantón Chone representaban el 60% de la población ganadera provincial y aún después del desmembramiento territorial, Chone continúa ocupando el primer lugar, seguida ahora de los cantones Pedernales y El Carmen como se observa en la Figura 47.

Según el último Censo Agropecuario Nacional los hatos de pura sangre en la provincia de Manabí se encontraban representados por 120 ganaderías de carne con 10.318 cabezas, 43 ganaderías lecheras con 1.539 animales y 27 explotaciones de doble propósito con 949 animales (MAGAP, 2000). Por otra parte el número de animales mestizos presentes en 10.649 fincas alcanzó la importante cifra de 515.197 cabezas de ganado, en tanto que los animales clasificados como criollos fueron 255.588 en 15.038 fincas (aunque sin precisar la orientación de la producción), lo cual corrobora la apreciación anterior en el sentido de que la mayoría de la población ganadera es racialmente mestiza. Como se observa en la Figura 86 el 47% de la producción en los tres cantones se hace en haciendas con UPAs de más de 100 ha. Las producciones medianas representan el 20% de los animales. Los pequeños productores de hasta 50 hectáreas incluyen 458.473 cabezas de ganado y representan el 34% de la producción. Apenas el 5% se produce en UPAs de menos de 10 hectáreas. Y las producciones de traspatio, en UPAs de 0 – 1 hectáreas, con menos de 5 700 cabezas de ganado representan el 0,4% de la producción de la zona.



**Figura 86: Distribución del ganado bovino en los Cantones El Carmen, Pedernales y Chone (MAGAP - SINAGAP, 2000)**

Aunque se suele referir a Manabí como una provincia típicamente productora de ganado de carne, la realidad es que, con la salvedad de muy pocas explotaciones de gran tamaño, la gran mayoría de ganaderías practica el ordeño con el objeto de producir leche y, de este modo, percibir un ingreso diario que les ayuda a solventar los gastos familiares. Los ganaderos suelen seleccionar algunas vacas por su aparente aptitud lechera y ordeñarlas parcialmente, una vez al día en presencia del ternero, dejando parte de la producción para la cría. Podría hablarse, entonces, de una ganadería orientada a la producción de doble propósito, eso sí, con rendimientos bajos, tanto de leche como de carne.

### **Diagnóstico del manejo actual de los desechos de ganado bovino de carne**

Dado que Manabí es la única provincia de la Costa que no posee ríos permanentes y la que registra los mayores déficits hídricos debido a sus características climáticas, el Estado ha dotado a la provincia de algunos sistemas de riego que apuntan a suplir esta deficiencia mediante la provisión de agua destinada al consumo humano y a la agricultura, obviamente priorizando el uso humano a la producción de cultivos. Lo anterior significa que los pastizales donde se aloja la población ganadera dependen casi exclusivamente de la lluvia para su crecimiento, razón por la cual sus requerimientos de agua no son satisfechos durante varios meses del año con la consecuente reducción de la producción forrajera. La ganadería en Manabí es típicamente mantenida bajo condiciones de pastoreo extensivo como se observa en la Figura 87 y la escasez de pastos durante buena parte del año incide en los sistemas de producción ya que pocos son los ganaderos que tienen acceso a agua de riego o a fuentes de alimentación suplementaria. Como resultado, una buena parte de ganaderos se dedica solamente a la producción de crías para su venta al destete (6 a 8

meses), mientras que quienes tienen posibilidad de conseguir suplementos (normalmente subproductos agrícolas o agroindustriales) o disponen de agua de riego para irrigación de sus potreros o producción de pastos de corte completan todo el ciclo de producción ofreciendo al mercado animales para el sacrificio.

El ganado pastorea la tierra de la Costa, por otro lado no apta para agricultura, como los campos ondulados de la provincia de Manabí, las planicies fluviales estacionalmente inundadas, o las partes semiáridas en el sur (Vaca, 2003). Los sistemas de doble propósito predominan en el área de la Costa, donde se estima que se practica en el 75 por ciento de las fincas (Ramírez, Izquierdo, & Paladines, 1996), mientras que el resto tienen sistemas de cría de ganado de carne basados en razas de *Bos indicus*. En general, todo el ganado pastorea directamente las pasturas disponibles y puede ser suplementado con forraje cortado (pasto elefante, caña de azúcar, etc.) durante la parte seca del año. Datos a nivel de finca (Ramírez et al., 1996) muestran que la producción de leche para la venta (o para hacer queso) es generalmente baja (3-4 kg/vaca/día). Similarmente, en los sistemas ganaderos la ganancia de peso de los novillos de un año no excede los 400 g/cabeza/día (Vaca, 2003).



**Figura 87: Ganado bovino en pastoreo de productores medianos en Manabí**

La fluctuación en la disponibilidad de alimento para el ganado vuelve poco eficiente a la producción de carne, puesto que la mayor parte del peso que los animales ganan durante el invierno, se pierde durante los meses de verano, dilatándose así el tiempo que los animales requieren para alcanzar el peso de mercado. Esto se observa en la Figura 88 donde se ve a ganados adultos y terneros muy flacos y comiendo algo de forraje suplementario.



**Figura 88: Ganado bovino en época de sequía en Manabí**

Una característica importante en el manejo de las ganaderías de Manabí es la costumbre de encerrar a los animales al final del día para que permanezcan en corrales durante la noche, sobre todo entre los pequeños productores y en traspatio como se observa en la Figura 89. De esta forma el estiércol acumulado, durante el invierno, da lugar a la formación de lodo que no puede ser aprovechado, sino al final de la estación, una vez que éste se ha secado, mientras que en la época de verano el material es recogido periódicamente y utilizado como abono en huertas de café, cacao u hortalizas, o más comúnmente vendido a comerciantes de otras provincias.



**Figura 89: Ganado bovino en pastoreo en corrales de producción de traspatio en Manabí**

## A.5 Beneficios al desarrollo económico, social y ambiental

Los beneficios al desarrollo económico, social y ambiental que las cuatro tecnologías priorizadas brindan se presentan en la Tabla 54. El principal beneficio económico es la sostenibilidad del proyecto gracias a la obtención de subproductos. El beneficio social más importante es la generación de empleo y la capacitación. El beneficio ambiental se da por la reducción de GEI y la eliminación de contaminación por lixiviación de las aguas

Tabla 54: Beneficios al desarrollo económico, social y ambiental

Tecnologías Seleccionadas	Beneficio		
	Económico	Social	Ambiental
<b>Digestión anaerobia</b>	Autosustentable gracias a la producción de biol (fertilizante orgánico) y biogás (fuente de energía renovable)	Generación de empleo para operación de biodigestor. Desarrollo de la zona.  Capacitaciones al personal. Asociatividad.	Alta reducción de GEI [93,8 Mg CO2-eq / ton. Desecho*año]. Elimina riesgos de lixiviación a fuentes de aguas. Reduce consumo de fertilizantes sintéticos
<b>Compostaje</b>	Producción de abono orgánico que puede ser comercializado	A gran escala si genera empleo para trabajos con compostera. A pequeña escala puede llegar a ser una práctica muy beneficiosa dentro del marco del proyecto. Se necesita capacitación	Reducción de GEI media [8,66 Mg CO2-eq / ton.des.*año]. Elimina riesgos de lixiviación a fuentes de aguas. Provee de carbono orgánico y micronutrientes a los suelos.
<b>Lombricultura</b>	abono orgánico / humus	A gran escala si genera empleo para trabajos con lombricultura A pequeña escala puede llegar a ser una práctica muy beneficiosa dentro del marco del proyecto. Se necesita capacitación.	Reducción de GEI media [8,66 Mg CO2-eq / ton.des.*año]. Elimina riesgos de lixiviación a fuentes de aguas. Provee de carbono orgánico y micronutrientes a los suelos.

<b>Lagunas</b>	Producción de agua tratada para riego y biogás como fuente de energía renovable.	Generación de empleo para operación y mantenimiento de lagunas. Desarrollo de la zona. Capacitaciones al personal. Asociatividad.	Alta reducción de GEI por paso anaeróbico [93,8 Mg CO <sub>2</sub> -eq / ton. des.*año]. Elimina riesgos de lixiviación a fuentes de aguas. Provee de agua de riego para cultivos.
----------------	--	---	--

## A.6 Beneficios para mitigación al cambio climático

Los beneficios para mitigación al cambio climático se expresan en forma de beneficios ambientales. Cabe destacar que todas estas tecnologías aportan considerablemente a la reducción de emisiones de GEI, principalmente por la estabilización de los desechos, la obtención de subproductos e inclusive la producción de biogás. La reducción de emisiones de GEI con las tecnologías priorizadas por cada tonelada de desechos tratado se presenta en la Tabla 55. La reducciones obtenidas con todas las tecnologías son considerables y muy importantes para el inventario nacional. En el plan de acción tecnológica se cuantifica la cantidad de desechos generados al año en cada zona y el potencial de tratamiento, con lo cual se podrá calcular la cantidad exacta de GEI reducidos al aplicar la tecnología en cada zona.

Tabla 55: Costos que representa la aplicación de cada tecnología

Tecnologías Priorizadas	Reducción de emisiones de GEI [Mg CO <sub>2</sub> -eq / ton desecho año]		
	Directa	Indirecta	Otros Costos
<b>Digestión anaerobia PE</b>	77,59	7,33E-09	77,59
<b>Digestión anaerobia GE</b>	93,8	7,33E-09	93,80
<b>Compostaje</b>	8,66	8,20E-05	8,66
<b>Lombricultura</b>	8,66	8,20E-05	8,66

Lagunas	93,8	7,33E-09	93,80
---------	------	----------	-------

## A.7 Requerimientos financieros y costos

Los requerimientos financieros para cada tecnología solo pueden ser estimados en este punto del proyecto. Pero se conoce si una tecnología es costosa en su inversión o en su mantenimiento, aunque no se pueda dar un valor fijo, ya que depende de las cabezas exactas que se van a manejar y del grado de tecnificación que se desea implementar y esta información recién se obtiene el plan de proyecto. En la Tabla 56 se presenta una estimación de los costos para cada tecnología. Se observa que las tecnologías más costosas son la digestión anaerobia y el sistema de lagunas, mientras que la lombricultura y el compostaje son tecnologías más económicas. Los costos de mantenimiento son altos en las tres tecnologías: digestión anaerobia, compostaje y sistema de lagunas. El análisis financiero se irá elaborando en el transcurso del proyecto.

**Tabla 56: Costos que representa la aplicación de cada tecnología**

Tecnologías Priorizadas	Costos		
	Costos de Inversión	Costos de Mantenimiento y operación	Otros Costos
Digestión anaerobia PE	(-)	(-)	
Digestión anaerobia GE	(++)	(++)	
Compostaje	(+)	(++)	
Lombricultura	(+)	(+)	
Lagunas	(++)	(++)	

## AnexoII. Beneficiarios involucrados y talleres

### B.1 Lista de beneficiarios involucrados y sus datos de contacto

Título	Nombre	Cargo	Institución	Dirección	Ciudad	Correo electrónico
Ing.	José Orellana	Director Ejecutivo	Corporación de Avicultores del Ecuador / Asociación de Porcicultores del Ecuador	Av. Gaspar de Villaroel 1179 y París	Quito	jorellana@conave.org
Ing.	Gruber Cesario Zambrano Azúa	Presidente	Asociación de Ganaderos de Santo Domingo	Vía Quinindé Km. 7 Margen Derecho	Santo Domingo de los Tsáchilas	info@asogansd.com
Ing.	Byron Touma	Director Ejecutivo	Asociación de Ganaderos de Santo Domingo	Vía Quinindé Km. 7 Margen Derecho	Santo Domingo de los Tsáchilas	info@asogansd.com
Ing.	Juan Pablo Grijalva	Gerente General	Asociación de Ganaderos de la Sierra y Oriente	Diguja 751 y Carondelet	Quito	asoganaderos@agso.com.ec
Ing.	Maritza Guevara	Directora Ejecutiva	Asociación de Avicultores de la Sierra y Oriente del Ecuador	Diguja 751 y Carondelet	Quito	asoganaderos@agso.com.ec
Ing.	Javier Lugo	Presidente	Asociación de Porcicultores de Santo Domingo	Colegio Federico González Suárez. Catford 504 entre Egüez y Gachet	Santo Domingo de los Tsáchilas	xls31775@hotmail.com
Sr.	Pablo Chuquilla	Empresario Porcicultor	Asociación de Porcicultores de Santo Domingo	Colegio Federico González Suárez. Catford 504 entre Egüez y Gachet	Santo Domingo de los Tsáchilas	pchuquilla@hotmail.com
Ing.	Oswaldo Granizo	Empresario Porcicultor	Asociación de Porcicultores de Santo Domingo	Colegio Federico González Suárez. Catford 504 entre Egüez y Gachet	Santo Domingo de los Tsáchilas	oswaldogm8968@hotmail.com
Sr.	Renán Loaiza	Empresario Avicultor	Asociación de Porcicultores de Santo Domingo	Colegio Federico González Suárez. Catford 504 entre Egüez y Gachet	Santo Domingo de los Tsáchilas	apsd2007@hotmail.com
Sr.	Luis Yáñez	Presidente	Asociación de Avicultores AVISAD	Consejo Provincial de Sto. Domingo	Santo Domingo de los Tsáchilas	lyanez_01@hotmail.com
Dra.	Liliana Sotomayor	Empresaria Ganadera y Consultora	Hacienda Carrión y la Compañía	Ana de Ayala N27-130 y La Tolita	Quito	lilicowvet@gmail.com
Sr.	Leonardo Román	Empresario Ganadero		Parroquia Borja	Quijos	elenacandela2009@yahoo.es

Dr.	Eduardo Uzcátegui	Empresario Porcicultor	Santo Domingo	Universidad San Francisco de Quito	Cumbaya	euzcategui@usfq.edu.ec
Ing.	Mauricio Castillo	Especialista Adjunto del Sector de Ciencias Naturales de UNESCO- Quito	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura	Av. Eloy Alfaro y Amazonas. Edificio MAGAP	Quito	m.castillo@unesco.org
Sr.	Freddy García	Gerente	Asociación de Ganaderos de Chone	CPAC	Chone	cpac1307@hotmail.com
Sr.	Julián Carrión	Empresario Ganadero			Quito	juliancarrion@hotmail.com
Sr.	Virgilio Dueñas	Empresario Ganadero			Quito	virgilioduenas@hotmail.com
Dr.	Jorge Zambrano Mejía		Asociación de Ganaderos de Santo Domingo	Vía Quinindé Km. 7 Margen Derecho	Santo Domingo de los Tsáchilas	drjorgezambra@hotmail.com
Dr.	Alejandro Zambrano		Asociación de Ganaderos de Santo Domingo	Vía Quinindé Km. 7 Margen Derecho	Santo Domingo de los Tsáchilas	info@asogansd.com
Ing.	Elizabeth Guevara		Corporación Nacional de Avicultores, CONAVE		Quito	eguevara@aspe.org.ec
Ing.	Juan Fernando Aulestia		Asociación de Ganaderos de la Sierra y Oriente	Diguja 751 y Carondelet	Quito	asoganaderos@agso.com.ec
Sr.	Ramón Pulido	Empresario Ganadero	Asociación de Ganaderos de Chone	CPAC	Chone	cpac1307@hotmail.com
Ing.	Isabel Sangucho	Programa Prometeo	Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación	Whymper E7-37 y Alpallana	Quito	lberrazueta@senescyt.gob.ec
Ing.	Paulina Vicuña	Consultora Optime	Optime Cía. Ltda.	Daniel Comboni N61-118 y Santa Lucía	Quito	paulina.vicuna@optime.ec
Ing.	Geovanny Puente	Empresario Ganadero Quijos			Quito	geovanny.puente@arcacontal.com

## B.2 Cronograma del Taller “Identificación de las tecnologías y barreras para el aprovechamiento de desechos en el sector ganadero (bovino, porcino, aviar)”

Actividad	Responsable
<b>Llegada</b>	
<b>Bienvenida y Presentación del Proyecto</b>	MAE
<b>Presentación Tecnologías para el aprovechamiento de desechos sólidos</b>	CTT-USFQ
<b>Exhibición y discusión de tecnologías / Coffee Break</b>	
<b>Selección de Tecnologías por zonas</b>	TRABAJO GRUPAL
<b>Presentación de Barreras</b>	CTT-USFQ
<b>Definición de barreras por zonas</b>	TRABAJO GRUPAL
<b>Discusión y palabras finales</b>	MAE Y CTT-USFQ

## Anexo III. Mapeo de Mercado

### a) Mapeo de Mercado para bienes de consumo obtenidos del manejo de los desechos ganaderos (biol o compost)

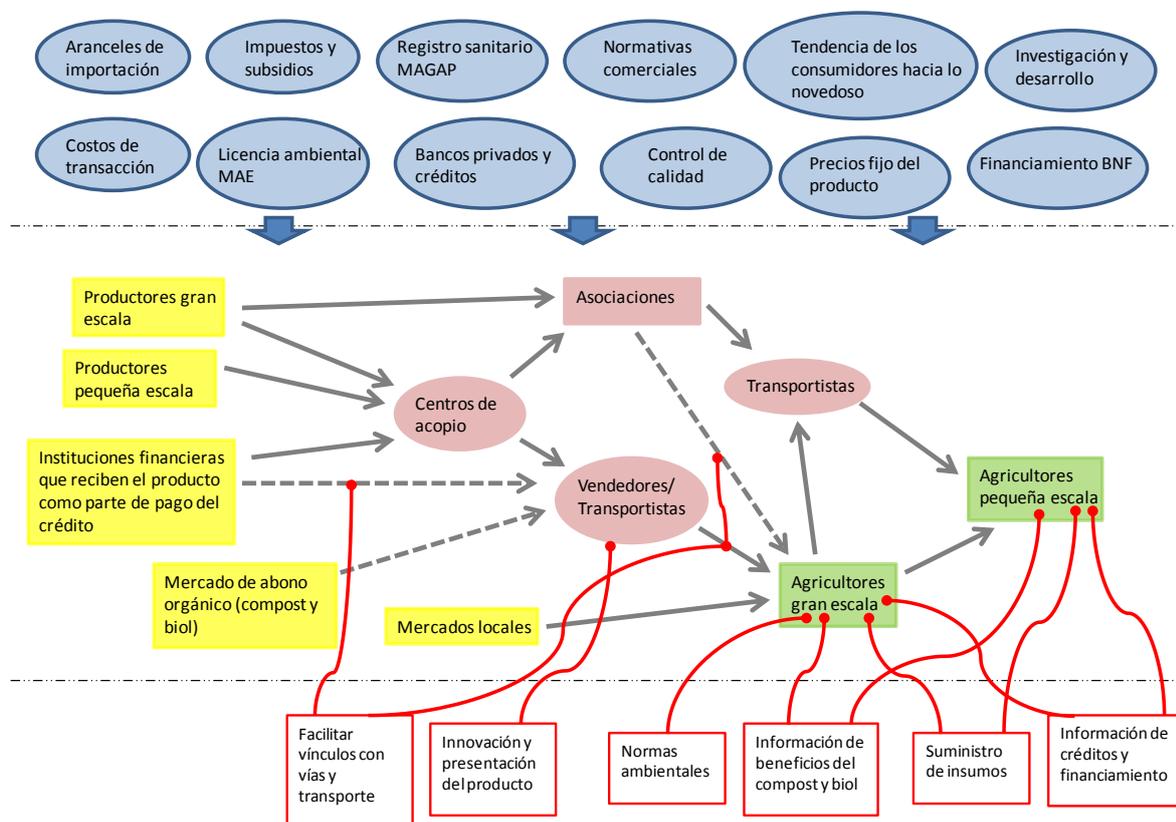


Figura 90: Mapeo de mercado de la venta de subproductos del manejo de desechos (biol / compost)

## Anexo IV. Lista de beneficiarios involucrados y sus datos de contacto

No.	Nombre	Apellido	e-mail	Teléfono	Dirección	Empresa Cargo	Tipo de Explotación	Zona
1	Juan Fernando	Aulestia	asoganaderos@agso.com.ec	-	Diguja 751 y Carondelet	Asociación de Ganaderos de la Sierra y Oriente	bovino	Quito
2	Liliana.	Sotomayor	lilicowvet@gmail.com	-	Ana de Ayala N27-130 y La Tolita	Empresaria Ganadera y Consultora - Hacienda Carrión y la Compañía	bovino	Quito
3	Gruber Cesario	Zambrano Azúa	info@asogansd.com	-	Vía Quinindé Km. 7 Margen Derecho	Presidente - Asociación de Ganaderos de Santo Domingo	bovino	Santo Domingo de los Tsáchilas
4	Beccy	Alcívar	kellialcivar	093388009	Chone Manabí	Productor Independiente	Bovino	Manabí
5	Julio	Aronade	juliceam@yahoo.es	094485424	Manabí Chone	MAGAP	todos	Manabí
6	Eduardo	Balseca	ebalseca45@hotmail.com	094632725	Santa Rosa el Chaco	Privado Propietario	Porcino	Baeza
7	Beatriz	Carpio		099190066	Santo Domingo	Productor Asociado	avial	Santo Domingo
8	Julián	Carrión	juliancarrion@hotmail.com	-		Empresario	bovino	Quito
9	Mauricio	Castillo	m.castillo@unesco.org	-	Av. Eloy Alfaro y Amazonas. Edificio MAGAP	Especialista Adjunto del Sector de Ciencias Naturales de UNESCO-Quito - Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura	-	Quito
10	Patricio	Checa	transcheca@hotmail.com	097170784	Baeza	La Planada	Agricultura	Baeza
11	Pablo	Chuquilla	pchuquilla@hotmail.com	-	Colegio Federico González Suárez. Catford 504 entre Egüez y Gachet	Empresario- Asociación de Porcicultores de Santo Domingo	porcino	Santo Domingo de los Tsáchilas
12	Julio	de la Cruz		080433499	Santa Rosa el Chaco	Privado Propietario	bovino leche	Baeza
13	Virgilio	Dueñas	virgilioduenas@hotmail.com	-		Empresario		Quito

14	Esteban	Fuentes	estebanfuentes@hotmail.com	087749921	Quito	Magap- PNC	bovino	Quito
15	Freddy	García	cpac1307@hotmail.com	-	CPAC	Gerente - Asociación de Ganaderos de Chone	bovino	Chone
16	Mora Ledy	Gardenas	lmora@ambiente.gob.ec	092750220	Quito-Kennedy	MAE-PNUMA	-	-
17	Jose	Gonzalez			LloaUrauco		bovino leche	Urauco
18	Francisco	González		095389942	LloaUrauco	Presidente	bovino leche	Lloa
19	Oswaldo	Granizo	oswaldogm8968@hotmail.com	-	Colegio Federico González Suárez. Catford 504 entre Egüez y Gachet	Empresario - Asociación de Porcicultores de Santo Domingo	porcino	Santo Domingo de los Tsáchilas
20	Juan Pablo	Grijalva	asoganaderos@agso.com.ec	-	Diguja 751 y Carondelet	Gerente General - Asociación de Ganaderos de la Sierra y Oriente	bovino	Quito
21	Karen	Guerrero	karenguerrero@enyatec.com.ec	098038333	Cumbaya			
22	Jorge	Guerrero	george_7@live.com	094046593	El carmenmanabi	Asociacion 23 de Enero el carmen Manabí	Cultivo platano	Manabí
23	Elizabeth	Guevara	eguevara@aspe.org.ec	2464281	Av Gaspar de Villaroel	ASPE Técnico Porcicola	Asociación de Porcicultores	Nacional
24	Maritza	Guevara	asoganaderos@agso.com.ec	-	Diguja 751 y Carondelet	Directora Ejecutiva - Asociación de Avicultores de la Sierra y Oriente del Ecuador	avial	Quito
25	Elizabeth	Guevara	eguevara@aspe.org.ec	-		Corporación Nacional de Avicultores, CONAVE	avial	Quito
26	Mario	Hidalgo		094344366	LloaUrauco	Socio	bovino leche	Lloa
27	Yesenia	Jimenez	yeyejiguz@hotmail.com	093831729	Santo Domingo	Técnico Porcino	porcino	Santo Domingo
28	Nancy	Llulluna	corporacionsanmarcos@yahoo.com	080220263	El Chaco - Napo	Corporacion A. San Marcos	Porcino	Baeza

29	Renán	Loaiza	apsd2007@hotmail.com	-	Colegio Federico González Suárez. Catford 504 entre Egüez y Gachet	Empresario - Asociación de Porcicultores de Santo Domingo	avial	Santo Domingo de los Tsáchilas
30	Leila	Loor	leilaloor@hotmail.com	094243177	San Isidro	personal	Bovino	Manabí
31	Javier	Lugo	xls31775@hotmail.com	-	Colegio Federico González Suárez. Catford 504 entre Egüez y Gachet	Presidente - Asociación de Porcicultores de Santo Domingo	porcino	Santo Domingo de los Tsáchilas
32	Lastania	Mendoza	negrita_linda_89@hotmail.com	093650061	Manabí Chone	Productor Independiente	Bovino	Manabí
33	Ruben	Nevarez		081335682	Manabí Chone	Productor Independiente	bovino	Manabí
34	Christian	Ochoa		099177598	Santo Domingo	Facilitador Eros	todos	Santo Domingo
35	José	Orellana	jorellana@conave.org	-	Av. Gaspar de Villaroel 1179 y París	Director Ejecutivo Corporación de Avicultores del Ecuador / Asociación de Porcicultores del Ecuador	Avial	Quito
36	Marco	Pecedmie		1738988878	Borja Quijos	Productor Independiente	Avial	Borja
37	Geovanny	Puente	<a href="mailto:geovanny.puente@arcacontal.com">geovanny.puente@arcacontal.com</a>	-		Empresario Ganadero Quijos	bovino	Quito
38	Ramón	Pulido	cpac1307@hotmail.com	-	CPAC	Empresario - Asociación de Ganaderos de Chone	bovino	Chone
39	Leonardo	Román	elenacandela2009@yahoo.es	-	Parroquia Borja	Empresario Ganadero	bovino	Quijos
40	Pedro	Samaniego	fernando281209@hotmail.es	094756848	Borja Quijos Napo	El super productor	avial- porcino	Baeza
41	Isabel	Sangucho	lberrazueta@senescyt.gob.ec	-	Whymper E7-37 y Alpallana	Programa Prometeo - Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación	-	Quito
42	Marco	Saobay		085886479	Santo Domingo	Productor Asociado	avial	Santo Domingo
43	Byron	Touma	info@asogansd.com	-	Vía Quinindé Km. 7 Margen Derecho	Director Ejecutivo - Asociación de Ganaderos de Santo Domingo	bovino	Santo Domingo de los Tsáchilas
44	Marcelo	Troya	troyamarcelo@yahoo.es	093597908 3826393	Borja Quijos	Asociacion productores Napo	Bovino	Baeza

45	Eduardo	Uzcátegui	euzcategui@usfq.edu.ec	-	Universidad San Francisco de Quito	Empresario Santo Domingo	porcino	Cumbaya
46	Mario	Vásquez	vasquezanaluisa@yahoo.com	091648884	Quijos- Napo	Productor Independiente	porcino	Napo
47	Geovanny	Vásquez	geovannyv@yahoo.es	085213219	Quijos- Napo	Productor Independiente	porcino	Napo
48	Karina	Vásquez	kavasquez@hotmail.com	093170373	Eloy Alfaro y Amazonas	MAGAP-SG	-	-
49	Guido	Vega	guidoe2000@hotmail.com	094176845	Borja Quijos Napo	La Pradera	Bovino	Borja
50	Luis Alberto	Vega	coveva@hotmail.com	096504225	Baeza	Magap- PNC	bovino	Baeza
51	Manolo	Velasco		062320379	Santa Rosa el Chaco	Privado Propietario	bovino leche	Baeza
52	Paulina	Vicuña	paulina.vicuna@optime.ec	-	Daniel Comboni N61-118 y Santa Lucía	Consultora Optime	-	Quito
53	Luis	Yáñez	lyanez_01@hotmail.com	-	Consejo Provincial de Sto. Domingo	Presidente Asociación de Avicultores AVISAD	avial	Santo Domingo de los Tsáchilas
54	Eduardo	Yepez	eyepezo@magap.gob.ec	084549990	Magap Santo Domingo	Técnico	-	Quito
55	Kleber	Zambrano		088349342	Santo Domingo	Productor Asociado	porcino	Santo Domingo
56	Alejandro	Zambrano	info@asogansd.com	-	Vía Quinindé Km. 7 Margen Derecho	Asociación de Ganaderos de Santo Domingo	bovino	Santo Domingo de los Tsáchilas
57	Jorge	Zambrano Mejia	drjorgezambra@hotmail.com	-	Vía Quinindé Km. 7 Margen Derecho	Asociación de Ganaderos de Santo Domingo	bovino	Santo Domingo de los Tsáchilas

## Anexo V. Hojas Informativas de políticas

POLITICA	Constitución de la República del Ecuador
Nombre del Campo:	Art. 413
Fecha de Vigencia:	20 Octubre 2008
Fecha Anunciada:	N/A
Fecha Promulgada:	N/A
Fecha de finalización:	En Vigencia
Unidad:	EE : Eficiencia Energética
País:	Ecuador
Año:	2008
Estado de la Política:	En vigencia
Agencia:	Asamblea Constituyente
Financiamiento:	Presupuesto General del Estado
Mayor Información:	<a href="http://www.asambleanacional.gov.ec/documentos/Constitucion-2008.pdf">http://www.asambleanacional.gov.ec/documentos/Constitucion-2008.pdf</a>
Objetivo Establecido:	Mitigación Cambio Climático
Tipo de Política:	Biosfera, ecología urbana y energías alternativas
Meta de la Política:	Promover la eficiencia energética, el desarrollo y uso de prácticas y tecnologías ambientalmente limpias y sanas.
URL:	<a href="http://www.asambleanacional.gov.ec/">http://www.asambleanacional.gov.ec/</a>
Descripción:	El Estado promoverá la eficiencia energética, el desarrollo y uso de prácticas y tecnologías ambientalmente limpias y sanas, así como de energías renovables, diversificadas, de bajo impacto y que no pongan en riesgo la soberanía alimentaria, el equilibrio ecológico de los ecosistemas ni el derecho al agua

POLITICA	Constitución de la República del Ecuador
Nombre del Campo:	Art. 414
Fecha de Vigencia:	20 Octubre 2008
Fecha Anunciada:	N/A
Fecha Promulgada:	N/A
Fecha de finalización:	En Vigencia
Unidad:	CC :Cambio Climático
País:	Ecuador
Año:	2008
Estado de la Política:	En vigencia
Agencia:	Asamblea Constituyente
Financiamiento:	Presupuesto General del Estado
Mayor Información:	<a href="http://www.asambleanacional.gov.ec/documentos/Constitucion-2008.pdf">http://www.asambleanacional.gov.ec/documentos/Constitucion-2008.pdf</a>
Objetivo Establecido:	Mitigación Cambio Climático
Tipo de Política:	Biosfera, ecología urbana y energías alternativas
Meta de la Política:	Adoptar medidas para la mitigación del cambio climático
URL:	<a href="http://www.asambleanacional.gov.ec/">http://www.asambleanacional.gov.ec/</a>
Descripción:	El Estado adoptará medidas adecuadas y transversales para la mitigación del cambio climático, mediante la limitación de las emisiones de gases de efecto invernadero, de la deforestación y de la contaminación atmosférica; tomará medidas para la conservación de los bosques y la vegetación, y protegerá a la población en riesgo

POLITICA	Constitución de la República del Ecuador
Nombre del Campo:	Art. 415
Fecha de Vigencia:	20 Octubre 2008
Fecha Anunciada:	N/A
Fecha Promulgada:	N/A
Fecha de finalización:	The date the policy ended if no longer in force or superseded; sometimes the planned end date for a policy
Unidad:	CC :Cambio Climático
País:	Ecuador
Año:	2008
Estado de la Política:	En vigencia
Agencia:	Asamblea Constituyente
Financiamiento:	Presupuesto General del Estado
Mayor Información:	<a href="http://www.asambleanacional.gov.ec/documentos/Constitucion-2008.pdf">http://www.asambleanacional.gov.ec/documentos/Constitucion-2008.pdf</a>
Objetivo Establecido:	Establecer planes de ordenamiento territorial para el buen uso del suelo
Tipo de Política:	Biosfera, ecología urbana y energías alternativas
Meta de la Política:	Desarrollar políticas integrales para el uso racional de los recursos hídricos y manejo de desechos
URL:	<a href="http://www.asambleanacional.gov.ec/">http://www.asambleanacional.gov.ec/</a>
Descripción:	El Estado central y los gobiernos autónomos descentralizados adoptarán políticas integrales y participativas de ordenamiento territorial urbano y de uso del suelo, que permitan regular el crecimiento urbano, el manejo de la fauna urbana e incentiven el establecimiento de zonas verdes. Los gobiernos autónomos descentralizados desarrollarán programas de uso racional del agua, y de reducción reciclaje y tratamiento adecuado de desechos sólidos y líquidos. Se incentivará y facilitará el transporte terrestre no motorizado, en especial mediante el establecimiento de ciclo vías

POLITICA	Plan Nacional para el Buen Vivir
Nombre del Campo:	Cambio de la Matriz Energética
Fecha de Vigencia:	2009
Fecha Anunciada:	N/A
Fecha Promulgada:	N/A
Fecha de finalización:	2013
Unidad:	RE: Energía Renovable
País:	Ecuador
Año:	2009
Estado de la Política:	En vigencia
Agencia:	Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES)
Mayor Información:	<a href="http://www.patrimonio.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/07/Plan_Nacional_del_Buen_Vivir_-_Resumen.pdf">http://www.patrimonio.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/07/Plan_Nacional_del_Buen_Vivir_-_Resumen.pdf</a>
Políticas Relacionadas:	<a href="http://plan.senplades.gob.ec/inicio">http://plan.senplades.gob.ec/inicio</a>
Objetivo Establecido:	Incrementar la participacion de energías Renovables
Tipo de Política:	Energía Renovables
Meta de la Política:	Reorientar el sistema energético nacional
URL:	<a href="http://plan.senplades.gob.ec/inicio">http://plan.senplades.gob.ec/inicio</a>
Referencia Legal:	Constitucion de la Republica del Ecuador
Descripción:	Incrementar la participación de las energías renovables. Para ello, los proyectos hidroeléctricos deben ejecutarse sin dilación y, adicionalmente, debe impulsarse los proyectos de utilización de otras energías renovables: geotermia, biomasa, eólica y solar

POLITICA	Plan Nacional para el Buen Vivir
Nombre del Campo:	Garantizar los derechos de la naturaleza y promover un ambiente sano y sustentable
Fecha de Vigencia:	2009
Fecha Anunciada:	N/A
Fecha Promulgada:	N/A
Fecha de finalización:	2013
Unidad:	RE: Energía Renovable
País:	Ecuador
Año:	2009
Estado de la Política:	En vigencia
Agencia:	Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES)
Mayor Información:	<a href="http://www.patrimonio.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/07/Plan_Nacional_del_Buen_Vivir_-_Resumen.pdf">http://www.patrimonio.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/07/Plan_Nacional_del_Buen_Vivir_-_Resumen.pdf</a>
Políticas Relacionadas:	<a href="http://plan.senplades.gob.ec/inicio">http://plan.senplades.gob.ec/inicio</a>
Objetivo Establecido:	Mitigación Cambio Climático
Tipo de Política:	Proteccion de Recursos Naturales
Meta de la Política:	Crear planes de adaptación y mitigación al cambio climático
URL:	<a href="http://plan.senplades.gob.ec/inicio">http://plan.senplades.gob.ec/inicio</a>
Referencia Legal:	Constitucion de la Republica del Ecuador
Descripción:	Fomentar la adaptación y mitigación a la variabilidad climática con énfasis en el proceso de cambio climático

POLITICA	Plan Nacional para el Buen Vivir
Nombre del Campo:	Garantizar los derechos de la naturaleza y promover un ambiente sano y sustentable
Fecha de Vigencia:	2009
Fecha de finalización:	2013
Unidad:	CC: Cambio Climático
País:	Ecuador
Año:	2009
Estado de la Política:	En vigencia
Agencia:	Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES)
Mayor Información:	<a href="http://www.patrimonio.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/07/Plan_Nacional_del_Buen_Vivir_-_Resumen.pdf">http://www.patrimonio.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/07/Plan_Nacional_del_Buen_Vivir_-_Resumen.pdf</a>
Políticas Relacionadas:	<a href="http://plan.senplades.gob.ec/inicio">http://plan.senplades.gob.ec/inicio</a>
Objetivo Establecido:	Mitigación y adaptación al cambio Climático
Tipo de Política:	Proteccion de Recursos Naturales
Meta de la Política:	Crear planes de adaptación y mitigación al cambio climático
URL:	<a href="http://plan.senplades.gob.ec/inicio">http://plan.senplades.gob.ec/inicio</a>
Referencia Legal:	Constitucion de la Republica del Ecuador
Descripción:	Reducir la vulnerabilidad social y ambiental ante los efectos producidos por procesos naturales y antrópicos generadores de riesgos.

POLITICA	Plan Nacional para el Buen Vivir
Nombre del Campo:	Garantizar los derechos de la naturaleza y promover un ambiente sano y sustentable
Fecha de Vigencia:	2009
Fecha de finalización:	2013
Unidad:	CC: Cambio Climático
País:	Ecuador
Año:	2009
Estado de la Política:	En vigencia
Agencia:	Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES)
Mayor Información:	<a href="http://www.ancupa.com/images/stories/vivir.pdf">http://www.ancupa.com/images/stories/vivir.pdf</a>
Políticas Relacionadas:	<a href="http://plan.senplades.gob.ec/inicio">http://plan.senplades.gob.ec/inicio</a>
Objetivo Establecido:	Mitigación del Cambio Climático
Tipo de Política:	Mitigación y adaptación al cambio Climático
Meta de la Política:	Mejorar la calidad de vida controlando la contaminación ambiental
URL:	<a href="http://plan.senplades.gob.ec/inicio">http://plan.senplades.gob.ec/inicio</a>
Referencia Legal:	Constitucion de la Republica del Ecuador
Descripción:	Prevenir, controlar y mitigar la contaminación ambiental como aporte para el mejoramiento de la calidad de vida

POLITICA	Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la prevención y control de la contaminación ambiental
Nombre del Campo:	Título VII Del Cambio Climático Art 107
Fecha de Vigencia:	2003
Fecha de finalización:	En vigencia
Unidad:	CC: Cambio Climático
País:	Ecuador
Año:	2003
Estado de la Política:	En vigencia
Agencia:	Ministro de Medio Ambiente, Ministro de Energía y Minas, Consejo Nacional de Educación Superior, Comité Ecuatoriano para la Defensa de la Naturaleza y el Medio Ambiente - CEDENMA-.
Mayor Información:	<a href="http://www.cig.org.ec/archivos/documentos/_reglamento_a_ley_de_gestion_ambiental.pdf">http://www.cig.org.ec/archivos/documentos/_reglamento_a_ley_de_gestion_ambiental.pdf</a>
Políticas Relacionadas:	Legislación Ambiental Secundaria
Objetivo Establecido:	Investigar y desarrollar normas ambientales para evaluar la calidad ambiental.
Tipo de Política:	Consideraciones Generales de las Normas Técnicas de Calidad Ambiental, Emisión y Descarga
Meta de la Política:	Elaborar normas para evaluar la calidad ambiental
URL:	<a href="http://www.ambiente.gob.ec/">http://www.ambiente.gob.ec/</a>
Descripción:	Las normas técnicas de calidad ambiental y de emisión y descargas, serán elaboradas mediante procesos participativos de discusión y análisis en el Sistema, Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental. Estas normas serán dictadas mediante acto administrativo de la autoridad ambiental competente

POLITICA	Lesgislación Ambiental Secundaria
Nombre del Campo:	Título VII Del Cambio Climático Art 108
Fecha de Vigencia:	2003
Fecha de finalización:	En vigencia
Unidad:	CC: Cambio Climático
País:	Ecuador
Año:	2003
Estado de la Política:	En vigencia
Agencia:	Ministro de Medio Ambiente, Ministro de Energía y Minas, Consejo Nacional de Educación Superior, Comité Ecuatoriano para la Defensa de la Naturaleza y el Medio Ambiente -CEDENMA-.
Mayor Información:	<a href="http://www.cig.org.ec/archivos/documentos/_reglamento_a_ley_de_gestion_ambiental.pdf">http://www.cig.org.ec/archivos/documentos/_reglamento_a_ley_de_gestion_ambiental.pdf</a>
Políticas Relacionadas:	Legislación Ambiental Secundaria
Objetivo Establecido:	Investigar y desarrollar norms ambientales para evaluar la calidad ambiental.
Tipo de Política:	Consideraciones Generales de las Normas Técnicas de Calidad Ambiental, Emisión y Descarga
Meta de la Política:	Elaborar normas para evaluar la calidad ambiental
URL:	<a href="http://www.ambiente.gob.ec/">http://www.ambiente.gob.ec/</a>
Descripción:	<p>Para la elaboración de las normas de calidad ambiental, emisión, descargas y vertidos, se observará lo dispuesto en el Art. 4 de la Ley de Gestión Ambiental, así se desarrollarán las siguientes etapas:</p> <p>a) Desarrollo de los estudios científicos, técnicos y económicos necesarios;</p> <p>b) Consultas a nivel del Consejo Nacional de Desarrollo Sustentable y del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental, así como a organismos competentes públicos y privados y de la sociedad civil;</p> <p>c) Análisis de las observaciones recibidas.</p>
POLITICA	Estrategia Nacional Cambio Climático
Nombre del Campo:	Estrategia Nacional Cambio Climático
Fecha de Vigencia:	Julio 2012

Fecha Anunciada:	N/A
Fecha Promulgada:	N/A
Fecha de finalización:	2025
Unidad:	CC: Cambio Climático
País:	Ecuador
Año:	2012
Estado de la Política:	En Vigencia
Agencia:	Ministerio del Ambiente –MAE, Ministerio Coordinador de Desarrollo Social – MCDS, Ministerio Coordinador de la Producción Empleo y Competitividad- MCPEC, Ministerio Coordinador de los Sectores Estratégicos -MICSE, Ministerio Coordinador de Patrimonio Natural y Cultural – MCPNC, Ministerio de Relaciones Exteriores, Comercio e Integración –MRECI, Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos – SNGR, Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo - SENPLADES, Secretaría Nacional del Agua – SENAGUA.
Mayor Información:	<a href="http://www.ambiente.gob.ec">www.ambiente.gob.ec</a>
Políticas Relacionadas:	Constitución Nacional del Ecuador
Objetivo Establecido:	Guiar y dictar las acciones preventivas y correctivas para enfrentar el cambio climático
Tipo de Política:	Adaptación y Mitigación al Cambio Climático
Meta de la Política:	Preparar la Ecuador para las consecuencias del cambio climático
URL:	<a href="http://www.ambiente.gob.ec">www.ambiente.gob.ec</a>
Referencia Legal:	Constitución de la República del Ecuador (2008) Plan Nacional para el Buen Vivir 2009 - 2013;
Descripción:	La ENCC guiará y dictará de manera ordenada y coordinada las acciones y medidas que el Ecuador necesita impulsar para preparar a la Nación a enfrentar los eventos extremos climáticos de mayor intensidad y frecuencia; que tendrán sin duda afectaciones en todos los sectores de la economía de nuestro país. Por otro lado, dictará las acciones que el Ecuador proactivamente implementará para reducir el nivel de emisiones de gases de efecto invernadero en los sectores estratégicos productivos y sociales para contribuir a un esfuerzo mundial que busca, con respecto a su nivel de desarrollo y capacidades, estabilizar las emisiones a un nivel que no interfiera con el sistema climático, permitiendo a los ecosistemas adaptarse naturalmente a un incremento de la temperatura del planeta

POLITICA	Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial
Nombre del Campo:	Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Quijos
Fecha de Vigencia:	2011
Fecha Anunciada:	2011
Unidad:	CC: Cambio Climático
País:	Ecuador
Año:	2012
Estado de la Política:	En vigencia
Agencia:	Ministerio del Ambiente –MAE
Objetivo Establecido:	Desarrollar planes de ordenamiento territorial mediante el uso sustentable del suelo
Tipo de Política:	Cambio Climático Preservación Recursos Naturales
Meta de la Política:	Garantizar la sostenibilidad y sustentabilidad ambiental
URL:	<a href="http://www.napo.gob.ec">www.napo.gob.ec</a> <a href="http://www.ambiente.gob.ec">www.ambiente.gob.ec</a>
Referencia Legal:	Constitución Nacional del Ecuador
Descripción:	<p>Los Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial son los instrumentos de planificación previstos por la Constitución, y los Códigos Orgánicos de Organización Territorial, Autonomías y Descentralización y el de Planificación y Finanzas Públicas -COOTAD Y COPFP- (en vigencia desde octubre del 2010), que permiten a los Gobiernos Autónomos Descentralizados -GADS-, desarrollar la gestión concertada de su territorio, orientada al desarrollo armónico e integral.</p> <p>Promover programas que tiendan a preservar las áreas naturales, el uso sustentable del suelo dedicado a actividades agropecuarias y la provisión de servicios ambientales de interés nacional y regional.</p> <p>Buscar el apoyo de la cooperación internacional para la asistencia técnica en el manejo y gestión de los recursos hídricos.</p> <p>Recuperar los suelos degradados y la cobertura vegetal a través de programas de resiliencia y reforestación de espacios deteriorados.</p> <p>Promover la conservación, manejo y buen uso del patrimonio natural protegido.</p> <p>Implementar sistemas de monitoreo, vigilancia y control, que permitan la alerta temprana sobre posibles afectaciones ambientales</p>

<b>POLITICA</b>	<b>Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial</b>
<b>Nombre del Campo:</b>	Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Lloa
<b>Fecha de Vigencia:</b>	2012
<b>Fecha de finalización:</b>	2025
<b>Unidad:</b>	<b>CC:</b> Cambio Climatico
<b>País:</b>	Ecuador
<b>Año:</b>	2012
<b>Estado de la Política:</b>	En Vigencia
<b>Agencia:</b>	Ministerio del Ambiente -MAE
<b>Objetivo Establecido:</b>	Desarrollar planes de ordenamiento territorial mediante el uso sustentable del suelo
<b>Tipo de Política:</b>	Cambio Climático Preservación Recursos Naturales
<b>Meta de la Política:</b>	Garantizar la sostenibilidad y sustentabilidad ambiental
<b>URL:</b>	<a href="http://www.pichincha.gob.ec">www.pichincha.gob.ec</a> <a href="http://www.ambiente.gob.ec">www.ambiente.gob.ec</a>
<b>Referencia Legal:</b>	Constitución Nacional del Ecuador
<b>Descripción:</b>	<p>Frenar los procesos del deterioro ambiental y lograr niveles efectivos de protección, conservación, restauración, recuperación gradual y uso sostenible de los ecosistemas y el ambiente, a través de una política pública consistente y de largo alcance, un marco normativo e institucional eficaz, la coordinación interinstitucional, la participación de la ciudadanía y el potenciamiento de una cultura para la edificación de una sociedad sustentable.</p> <p>Institucionalizar y dinamizar un sistema de gestión del ordenamiento ambiental y desarrollo del territorio con visión de cuenca, como</p>

	<p>elemento indisociable de la planificación, que integre gestión de riesgo enfocada en la sustentabilidad y basada en la prevención, mitigación, adaptación y efectiva protección civil frente al cambio climático.</p>
--	--

POLITICA	Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial
Nombre del Campo:	Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Santo Domingo de los Tsáchilas
Fecha de Vigencia:	2010
Fecha de finalización:	N/A
Unidad:	CC: Cambio Climatico
País:	Ecuador
Año:	2010
Estado de la Política:	En Vigencia
Agencia:	Ministerio del Ambiente - MAE
Mayor Información:	<a href="http://www.gptsachila.gob.ec">http://www.gptsachila.gob.ec</a>
Objetivo Establecido:	Desarrollar planes de ordenamiento territorial mediante el uso sustentable del suelo
Tipo de Política:	Cambio Climático Preservación Recursos Naturales
Meta de la Política:	Garantizar la sostenibilidad y sustentabilidad ambiental
URL:	<a href="http://www.gptsachila.gob.ec">http://www.gptsachila.gob.ec</a>
Referencia Legal:	Constitución Nacional del Ecuador
Descripción:	<p>La provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas es un claro ejemplo de la relación contradictoria que existe entre el desarrollo de la sociedad humana y los recursos naturales, éstos últimos son utilizados de manera indiscriminada lo que causa daños ambientales en diversos grados de acuerdo con las técnicas de producción y explotación utilizadas. Si analizamos parámetros que causan el deterioro de la calidad ambiental como: la sobrexplotación, destrucción del hábitat, introducción de especies exóticas y contaminación, podemos observar que todos ellos están presentes en la provincia. Las malas prácticas agropecuarias como el uso de técnicas no aptas para el tipo de suelos que tiene la provincia, además de la contaminación del suelo producida por el abuso en la utilización de pesticidas y fertilizantes.</p>

POLITICA	Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial
Nombre del Campo:	Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Manabí
Fecha de Vigencia:	2011
Fecha de finalización:	2020
Unidad:	CC: Cambio Climatico
País:	Ecuador
Año:	2011
Estado de la Política:	En Vigencia
Agencia:	Ministerio del Ambiente – MAE
Mayor Información:	<a href="http://www.manabi.gob.ec">www.manabi.gob.ec</a>
Objetivo Establecido:	Cambio Climático Preservación Recursos Naturales
Tipo de Política:	Based on policy type list (provided); or filled in based on information provided regarding policy type.
Meta de la Política:	Based on policy target list (provided), or filled in . Please feel free to provide detail regarding sectors/technologies, as these can be more specific in the renewable energy and energy efficiency databases.
URL:	<a href="http://www.manabi.gob.ec">www.manabi.gob.ec</a>
Referencia Legal:	Constitución Nacional del Ecuador
Descripción:	La tierra, el agua, el medio físico, la naturaleza, constituyen la base de las disposiciones de la Constitución y a partir de ellas se propone la construcción del “buen vivir”. Y es la naturaleza, que se convierte en sujeto de derecho, en el que, todos los ciclos vitales han de ser respetados, preservados y regenerados. Se anota que, el “buen vivir” cuestiona el crecimiento económico y las estrategias de desarrollo centradas solo en la extracción creciente de recursos naturales; por lo que, se propone la ejecución de una “revolución ecológica”, como elemento sustancial de la “época de cambios” en la que se jerarquiza la sustentabilidad de la economía.