

Universidad de Costa Rica
Facultad de Ciencias Agroalimentarias
Escuela de Economía Agrícola y Agronegocios

Estudio de mercado para la comercialización del biodigestor de pequeña y mediana escala en
fincas pecuarias de la Región Central Sur, San José, Costa Rica

Trabajo Final de Graduación para optar por el Grado de Licenciatura en Economía Agrícola con
énfasis en Agroambiente

Modalidad: Proyecto de graduación.

Sustentante


Michael Andrés Piedra Orozco

A74923

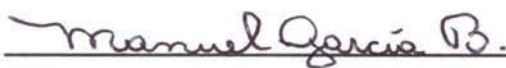
2023

HOJA DE APROBACIÓN


Este trabajo final de graduación fue aceptado por el Tribunal Examinador de la Escuela de Economía Agrícola y Agronegocios de la Universidad de Costa Rica como requisito para optar por el grado académico de Licenciatura en Economía Agrícola y Agronegocios, con énfasis en Agroambiente.




Lic. Jonathan Fernández González
Representante de Dirección



MAE. Manuel García Barquero
Director del Proyecto



MGA. Luis Ricardo Solís Rivera
Miembro del Tribunal



Lic. Esteban Ricardo Acosta Pereira
Miembro del Tribunal

M.Sc. Nelson Ricardo Ramírez Sánchez
Miembro del Tribunal



Michael Andrés Piedra Orozco
Sustentante

Dedicatoria

Este proyecto se lo dedico a Dios por darme las fuerzas y la perseverancia para realizarlo.

A mi papá Marco Tulio (q.D.g.) y a mi mamá Ana Lucía por todo su apoyo, esfuerzo y sacrificio en cada etapa de mi vida.

Agradecimientos

A Yossel Piedra, Alexander Hernández y Nathalie Martínez por ayudarme cuando lo necesité.

A los profesores MAE. Manuel García Barquero, MGA. Luis Ricardo Solís Rivera y al M.Sc. Nelson Ramírez Sánchez por sus consejos profesionales a lo largo del proyecto.

Al Lic. Esteban Acosta Pereira por compartir su experiencia y visión de los sistemas agropecuarios sostenibles.

A todos los profesionales relacionados con la biodigestión que me comunicaron sus experiencias y conocimientos.

A los productores por su colaboración y permitirme entrar a sus fincas para llevar a cabo el proyecto.

TABLA DE CONTENIDO

Hoja de aprobación.....	ii
Dedicatoria.....	iii
Agradecimientos.....	iii
Índice de Tablas.....	viii
Índice de Figuras.....	x
Lista de Abreviaturas.....	xiii
Capítulo 1	1
Introducción.....	1
1.1 Descripción Del Problema.....	3
1.2 Justificación.....	8
1.3 Objetivos.....	10
1.3.1 Objetivo General.....	10
1.3.2 Objetivos Específicos.....	10
Capítulo 2	11
2.1 Marco de Antecedentes.....	11
2.2 Marco Geográfico.....	17
2.3 Marco Teórico – Conceptual.....	17
2.3.1 Clasificación de la Investigación de Mercados.....	17
2.3.2 Estrategia de Mercadeo.....	19
2.3.3 Mezcla de Mercadeo.....	19
2.3.4 Análisis de Producto.....	20
2.3.5 Análisis de Precio.....	23
2.3.6 Análisis de Plaza.....	23
2.3.7 Análisis de Promoción.....	23
2.3.8 Plan de Mercadeo Estratégico.....	24
2.3.9 Mezcla Promocional.....	24
2.3.10 Análisis de Demanda.....	26
2.3.11 Influencias en el Comportamiento del Consumidor.....	28
2.3.12 Análisis de Oferta.....	29

2.3.13 Productos Sustitutos o Complementarios	30
2.3.14 Segmento de Mercado.....	30
2.4 Marco Metodológico.....	33
2.4.1 Enfoque de la Investigación	33
2.4.2 Recolección de Datos	34
2.4.3 Población.....	34
2.4.4 Muestra.....	35
2.4.5 Encuesta Piloto.....	36
2.4.6 Método de Validación del Proyecto Investigación	36
2.4.7 Temporalidad.....	36
2.4.8 Cuadro de Operacionalización de Variables	37
Capítulo 3	38
Caracterización del Sistema de Biodigestión de Pequeña y Media Escala en Fincas Pecuarias	38
3.1 Descripción del Proceso de Biodigestión	38
3.1.1 Filtro de Separación de Sólidos	39
3.1.2 Características físicas del biodigestor.....	44
3.1.3 Determinación del Tamaño del Biodigestor.....	46
3.2 Construcción de la Zanja o Fosa.....	48
3.3 Protección o Resguardo del Biodigestor	49
3.4 Proceso de Alimentación del Biodigestor	50
3.5 Componentes Adicionales del Sistema de Biodigestión	50
3.5.1 Válvula de Alivio	51
3.5.2 Sello Hidráulico.....	51
3.5.3 Purga de Lodos	51
3.6 Usos de Productos Complementarios en el Sistema de Biodigestión.....	52
3.6.1 Usos del Biogás.....	52
3.6.2 Usos del Efluente (Biol) para Fertilización de Pastos o Cultivos	58
3.7 Recirculación de la Biomasa y Economía Circular	61

Capítulo 4	63
Oferta y demanda de los sistemas de biodigestión	63
4.1 Principales Oferentes a Nivel de Costa Rica	63
4.1.1 Marca Homebiogas.....	63
4.1.2 Marca Viogaz.....	64
4.1.3 Bioingeniería AVA.....	65
4.1.4 Covertech CR	65
4.1.5 El Colono Agropecuario	66
4.2 Oferentes de Servicio de Instalación.....	66
4.2.1 Entrevista a Gerardo Umaña de Arietes y Biodigestores	66
4.2.2 Entrevista al Dr. Raúl Botero Botero	67
4.3 Resultados de la Entrevista a Productores que Cuentan con un Biodigestor	69
4.4 Estudios de Casos en Productores con un Biodigestor	73
4.4.1 Estudio de Caso 1	73
4.4.2 Estudio de Caso 2	78
4.4.3 Estudio de Caso 3	79
4.4.4 Estudio de Caso 4	81
4.5 Demanda de Biodigestores en la RCS	82
4.5.1 Mercado Total.....	82
4.5.2 Mercado Potencial	82
4.5.3 Demanda Real.....	83
Capítulo 5	84
Percepción de la Muestra piloto hacia los Sistemas de Biodigestión Anaeróbico.....	84
5.1 Posicionamiento del Cliente con el Producto.....	84
5.1.1 Interés o Aceptación	86
5.2 Caracterización de las Fincas Pecuarias.....	88
5.2.1 Tratamiento de Aguas Residuales de la Muestra en Estudio	88
5.2.2 Principales Costos de las Fincas	89
5.2.3 Formas de Disminuir el Costo en las Fincas.	90
5.2.4 Compra de Insumos.....	92
5.3 Decisión de Compra.....	93
5.3.1 Interés de Compra	95
5.4 Percepción del Precio y Disposición a Pagar	96

Capítulo 6	100
Estrategia de Comercialización y Distribución de Biodigestores	100
6.1 Situación Actual de la Organización Sembrando Flores	100
6.2 Producto	103
6.2.1 Nivel de Clasificación	104
6.3 Plaza	114
6.3.1 Cobertura Geográfica	115
6.3.2 Canal de Distribución	115
6.4 Precio	116
6.4.1 Estrategias para Minimizar el Costo del Producto	116
6.4.2 Descuentos por Volumen	118
6.4.3 Descuentos en Asistencia Técnica	118
6.4.4 Descuentos o Regalías en Equipos	119
6.5 Promoción	119
6.6 Mezcla Promocional	120
6.6.1 Segmento de Mercado Definido	120
6.6.2 Estrategia de Customer Journey	120
6.6.3 Diseño del Mensaje	122
6.6.4 Selección de los Medios de Difusión	123
6.6.5 Selección de la Fuente del Mensaje	125
6.6.6 Otras Promociones de Ventas	128
6.6.7 Ventas Personales	128
6.6.8 Relaciones Públicas	128
6.6.9 Artículos Promocionales	129
6.6.10 Presupuesto Operativo para la Estrategia de Mercadeo	130
6.6.11 Obtención de Retroalimentación	130
6.6.12 Showrooming Adaptado al Producto	131
7. Conclusiones	132
8. Recomendaciones	134
9. Referencias	136
10. Anexos	140

Índice de tablas

Tabla 1 <i>Fincas con ganado vacuno según cantidad de animales y tamaño del hato por cantones de la Región Central Sur. Costa Rica en 2014</i>	27
Tabla 2 <i>Fincas con ganado porcino según cantidad de animales y tamaño del hato por cantones de la Región Central Sur, en Costa Rica en 2014</i>	28
Tabla 3 <i>Comparación de los biodigestores de Geomembrana de PVC vs los Biodigestores de Polietileno</i>	45
Tabla 4 <i>Determinación del TRH días por la temperatura del lugar donde se instalará el biodigestor</i>	47
Tabla 5 <i>Características generales del biogás</i>	53
Tabla 6 <i>Diferencias entre el biol y el fertilizante químico</i>	59
Tabla 7 <i>Aplicaciones en cultivos y forrajes</i>	60
Tabla 8 <i>Percepción del precio por parte de cada muestra en estudio</i>	97
Tabla 9. <i>Disposición a pagar del producto según la estimación propuesta en cada muestra.</i>	99
Tabla 10 <i>Necesidades de cada segmento</i>	102
Tabla 11. <i>Estimación en metros cúbicos de la dimensión de biodigestores, según cantidad de vacas, nivel de estabulación y clima, se supone un peso promedio de 500 kg por animal.</i>	106
Tabla 12. <i>Estimación en metros cúbicos de la dimensión del biodigestor según cantidad de cerdos en fase desarrollo, asumiendo un peso promedio de 50 kg.</i>	107
Tabla 13 <i>Estimación en metros cúbicos de la dimensión del biodigestor según cantidad de cerdas madres y clima, se asume un peso promedio de 100 kg.</i>	108
Tabla 14. <i>Servicios brindados a cada segmento</i>	113
Tabla 15 <i>Rango de precios de biodigestores y servicios brindados en colones según la escala</i>	117
Tabla 16 <i>Precio sugerido para distribuidores</i>	118

Tabla 17. Organigrama del taller de sensibilización _____ 127

Tabla 18 Presupuesto de la elaboración del taller de sensibilización asumiendo una asistencia de 30 participantes _____ 130

Índice de figuras

Figura 1 Cantidad total de biodigestores según el tamaño de fincas en hectáreas, en Costa Rica, 2014 _____	3
Figura 2 Distribución porcentual de fincas agropecuarias, según el uso de energía en Costa Rica, 2017 _____	4
Figura 3 Distribución porcentual de fincas agropecuarias según el tipo de fertilizante usado en Costa Rica, 2017 _____	6
Figura 4 Separador de sólidos por flotación con poco mantenimiento y sello hidráulico saturado _____	40
Figura 5 Separador de sólidos fabricado en Fibra de Vidrio _____	41
Figura 6 Separadores elaborados a base de concreto con sistema de respiraderos. _____	42
Figura 7 Separador de sólidos tipo cascada _____	43
Figura 8 Separador de sólidos tipo extrusor _____	44
Figura 9 Diseño y construcción de una zanja ya terminada _____	49
Figura 10 Lodos del biodigestor después de un año de instalado _____	51
Figura 11 Filtro y material filtrante para la remoción del ácido Sulfhídrico (H ₂ S) del biogás _____	54
Figura 12 Bomba de impulso marca Puxin _____	55
Figura 13 Cocina convertida a biogás _____	56
Figura 14 Carburador con sistema de alimentación dual (combustible y biogás) y conversión de un motor fijo de gasolina a biogás para picar pasto. _____	57
Figura 15 Bomba de succión de bioles convertida a biogás _____	58
Figura 16 Sistema de biodigestión completo con recirculación de biomasa _____	61
Figura 17 Biodigestor marca Homebiogas, modelo 2.0 instalado en Finca Agroecológica Biamonte, Coronado, Costa Rica, 2022 _____	64

Figura 18 Cantidad de productores que aprovechan los bioles salientes de su sistema de su biodigestor. _____	70
Figura 19 Disposición en renovar el biodigestor _____	72
Figura 20 Oportunidad de mejora de los biodigestores a partir de las recomendaciones de los productores hacia el biodigestor y su servicio _____	73
Figura 21 Finca de la familia Quirós González, en San Pedro de Turrubares antes del servicio e instalación del sistema _____	74
Figura 22 Finca de la familia Quirós González, después de la instalación del biodigestor, San Luis de Turrubares. _____	75
Figura 23 Ordeñadora trabajando a biogás instalado en San Luis de Turrubares, Costa Rica, 2021 _____	77
Figura 24 Picadora de pasto funcionando con biogás instalado en San Luis de Turrubares, Costa Rica, 2021 _____	77
Figura 25 Biodigestor de polietileno en mal estado _____	79
Figura 26 Conexión mal instalada del biodigestor de polietileno _____	80
Figura 27 Biodigestor de 35 m ³ para el procesamiento de aguas mieles del beneficio APROCETU instalado en el año 2020 _____	81
Figura 28 Interés de adquirir un biodigestor en la RCS, 2022 _____	86
Figura 29 Distribución porcentual de posibles causas que han impedido adquirir un biodigestor en RCS, 2022 _____	87
Figura 30 Tratamiento de las aguas residuales de la muestra en estudio, en la RCS, 2022 _____	89
Figura 31 Distribución absoluta de los principales costos de las fincas pecuarias. _____	90
Figura 32 Comparación porcentual de fincas que han hecho esfuerzos para disminuir sus costos de producción, en la RCS, 2022 _____	91
Figura 33 Distribución porcentual de fincas que compran fertilizantes sintéticos en la RCS, 2022 _____	92

Figura 34 Distribución porcentual sobre el interés de recibir talleres de capacitación en la RCS, 2022 _____	94
Figura 35 Tamaño de biodigestor en m ³ según los parámetros: cantidad de animales, sistema de producción y actividad a la que se dedica en las fincas de estudio, en la RCS, 2022 _____	95
Figura 36 Disposición a pagar por instalación y asesoramiento técnico de un sistema de biodigestión anaerobio _____	98
Figura 37 Geomembrana reforzada en PVC _____	105
Figura 38 Geomembrana gris marca Permaflex 1mm de grosor _____	105
Figura 39. Logo de la organización. _____	108
Figura 40. Etiqueta del producto. _____	109
Figura 41 Empaque y contenido del producto _____	110
Figura 42. Etiquetas de las cajas de empaque _____	111
Figura 43 Canal de distribución del producto nivel 1 _____	115
Figura 44 Costumer Journey Map _____	121
Figura 45. Panfleto sobre la empresa e imágenes del producto (Tiro) _____	124
Figura 46. Panfleto informativo sobre las características y beneficios de los biodigestores. En la parte posterior de la hoja (retiro) _____	125
Figura 47. Bolso a prueba de agua elaborado con el mismo material con que fabrican los biodigestores (ver Figura 37) _____	129

Lista de abreviaturas

AEA	Agencia de Extensión Agropecuaria
APAECTU	Asociación de Productores Agropecuarios Ecologistas de la Cuenta Baja del Río Turrubares
APROCETU	Asociación de Productores Agropecuarios de los Cerros de Turrubares
Asobiogás	Asociación Costarricense de Biogás
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CIPAC	Centro de Investigación de Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria
CO	Carga Orgánica
CSRA	Comités Sectoriales Regionales Agropecuarios
CVO	Certificado Veterinario de Operación
DBO	Demanda Biológica de Oxígeno
DQO	Demanda Química de Oxígeno
DRCS	Dirección Regional Central Sur
EnDev	<i>Energising Development</i>
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
FOMIN	Fondo Multilateral de Inversiones
GIZ	Sociedad Alemana para la Cooperación Internacional
GLP	Gas Licuado de Petróleo
H ₂ S	Ácido sulfhídrico
HBG	Homebiogas
HDPE	Polietileno de Alta Densidad
ICE	Instituto Costarricense de Electricidad

INA	Instituto Nacional de Aprendizaje
INDER	Instituto de Desarrollo Rural
INEC	Instituto Nacional de Estadística y Censo
LDPE	Polietileno de Baja Densidad
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería
MINAE	Ministerio de Ambiente y Energía
ONG	Organización No Gubernamental
pH	Potencial de Hidrógeno
PNB	Programa Nacional de Biogás
ppm	Partes por Millón
PRDAR	Plan Regional de Desarrollo Agropecuario y Rural
PROSUCO	Promoción de la Sustentabilidad y Conocimientos Compartidos
PVC	Policloruro de Vinilo
RCS	Región Central Sur
RedBiolaC	Red de Biodigestores de América Latina y el Caribe
STAR	Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales
SV	Sólidos Volátiles
TRH	Tiempo de Retención Hidráulico
VCO	Velocidad de Carga Orgánica

CAPÍTULO 1

Introducción

El mundo se encuentra en constante evolución hacia el desarrollo sostenible, este concepto aborda temas cada vez más complejos para muchos productores agropecuarios. Existen normativas y leyes como el Reglamento de Vertido y Reúso de Aguas Residuales, el Certificado Veterinario de Operación, entre otras que en la actualidad deben cumplirse, no sólo como un principio de sensibilidad, sino, de competitividad dentro del sector al cual se participa.

Como indica Brambila (2011), “en los últimos años, los avances tecnológicos han llevado a la economía tradicional a evolucionar y a reinventarse a sí misma. Estos resultan en una serie de procesos productivos, comerciales y tecnológicos que en décadas anteriores hubieran sido inimaginables para cualquier empresario” (p. 9). Los productores agrícolas deben adaptarse al avance de la tecnología y no quedarse rezagados, ya que cada vez se presentan formas más complejas de entrar en un mercado globalizado y el nivel de operatividad en sus procesos se dificulta con el tiempo.

Asimismo, la poca adaptabilidad tecnológica de los productores y la dependencia de fuentes energéticas provenientes del petróleo, contribuyen con el calentamiento global y con la contaminación de las fuentes de agua. Esto ha llevado a diversas compañías y sectores de producción a mirar de forma prospectiva al buscar energías renovables, capaces de mitigar los impactos negativos hacia el ambiente y a evitar la dependencia de energías fósiles.

En este sentido, uno de los mayores esfuerzos del sector agropecuario es la implementación de sistemas de biodigestión, los cuales no solo mitigan los impactos negativos al ambiente, sino que reducen costos por consumo de energía; además, contribuyen a la producción de abono orgánico en sus sistemas de producción.

Un biodigestor se define como “un sistema que permite tratar las aguas residuales de lecherías, porquerizas y otros modelos de confinamiento animal (...) por medio del manejo

adecuado de las excretas y aguas con alto contenido de materias orgánicas” (MAG, et al., 2017, p.97).

De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2011) los biodigestores presentan las siguientes características:

Son herméticos, con el fin de evitar la entrada de aire (...) e impedir fugas del biogás producido. Estar térmicamente aislado para evitar cambios bruscos de temperatura, lo que usualmente se consigue construyéndolos enterrados. A pesar de no ser un recipiente de alta presión, cuentan con una válvula de seguridad. (p.97).

Asimismo, Martí Herreno (2019^a) explica: “los biodigestores son sistemas en los que, en ausencia de oxígeno y presencia de consorcios bacterianos adecuados, se desarrolla de forma natural la digestión anaerobia y se captura el biogás producido” (p.13). El biodigestor es un sistema muy similar al aparato digestivo y una herramienta vital para el funcionamiento, desarrollo y uso de los residuos orgánicos en las unidades productivas, por esta razón, también se le denomina sistema de biodigestión, ya que su funcionalidad abarca un conjunto de etapas, desde el correcto uso y canalización del agua utilizada para la limpieza de corrales, hasta la deposición final como abono orgánico.

Dicho de otro modo, el biodigestor no sólo ofrece un sistema para el tratamiento de aguas residuales, sino también ayuda a la utilización como fertilizante en los potreros. Además, durante el proceso de descomposición, genera un gas, con altos contenidos de metano, lo que posibilita su uso como fuente de energía (Viquez, 2009^a).

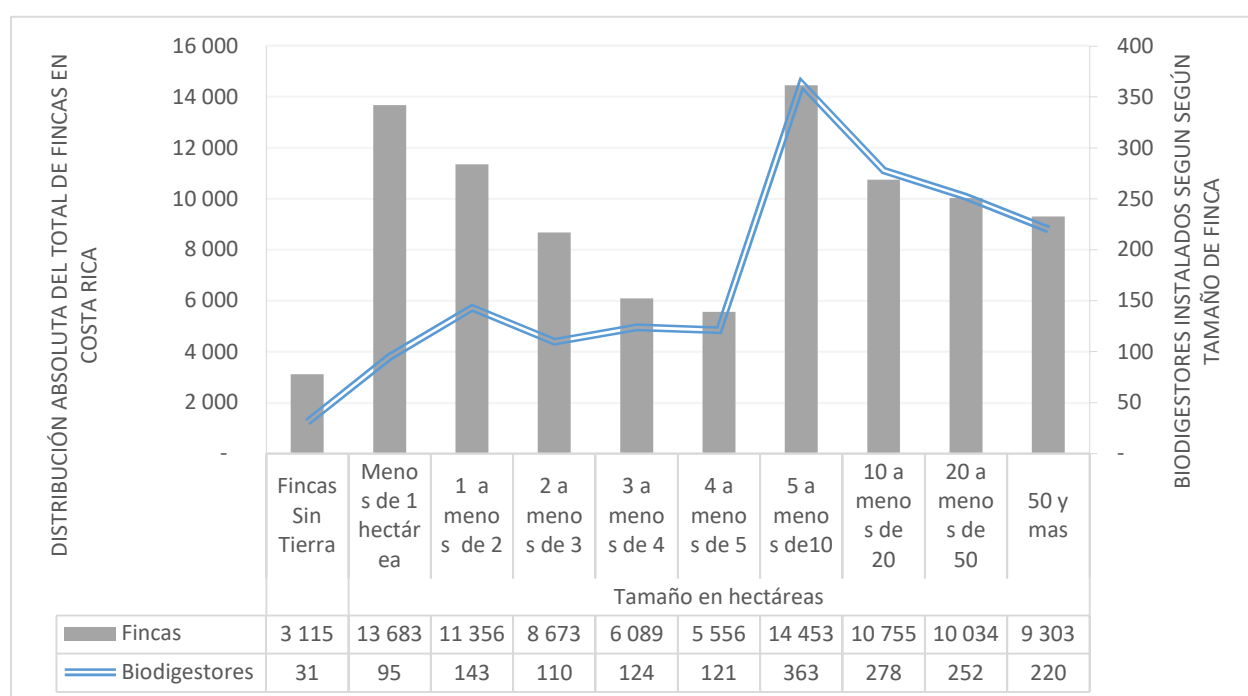
Sin embargo, surgen interrogantes que a la postre hacen que dicha tecnología no sea adoptada en las unidades productivas, que algunos modelos hayan sido mal instalados o los resultados no sean los esperados, lo cual daña la reputación en el uso de estos sistemas. Por lo tanto, al realizar un estudio de mercado, se busca conseguir información precisa para resolver los paradigmas de la adopción del biodigestor y lograr que la tecnología esté disponible fácilmente a los productores.

1.1 Descripción Del Problema

El estudio elaborado por el INEC, mostró como resultado un uso limitado de las tecnologías limpias en las fincas del sector agropecuario costarricense” (INEC, 2017, p.254 y p. 260). Esto se ve reflejado en la Figura 1, específicamente en cuanto al uso del biodigestor se refiere.

Figura 1

Cantidad total de biodigestores según el tamaño de fincas en hectáreas, en Costa Rica, 2014



Nota. adaptado INEC, 2015. En la Figura 1, se observa los tamaños de las fincas en hectáreas. Las fincas sin tierra son aquellas que suelen poseer una extensión muy pequeña, equivalente a cero y la tierra no es un insumo de producción indispensable ya que presenta una infraestructura que cubre la mayoría del terreno de producción.

El Censo Nacional Agropecuario del año 2014 muestra que, en promedio, sólo el 2% de las fincas a nivel nacional invirtieron en un biodigestor (INEC, 2015. Cuadro 55). Siendo el grupo de fincas que cuentan con menos de 5 hectáreas, el conjunto con menores sistemas de biodigestión instalados en Costa Rica con un 1,29%. Cabe resaltar que no se precisa el tipo de

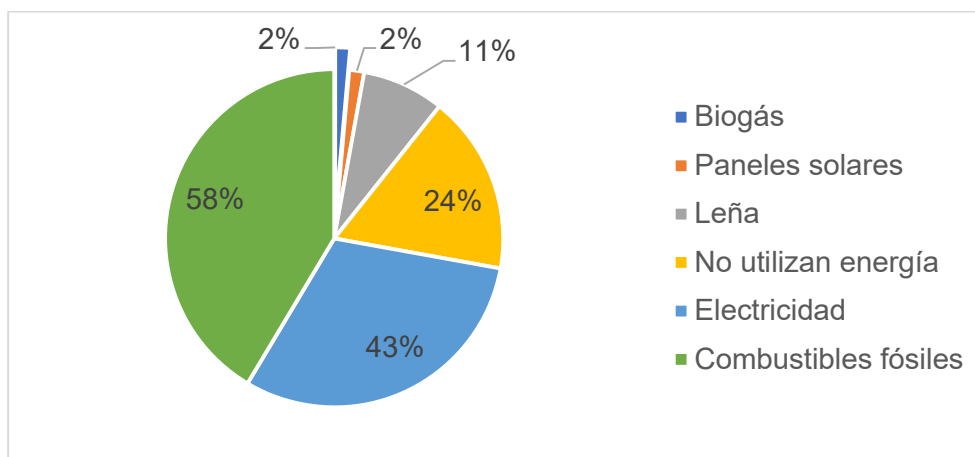
actividad agropecuaria por lo que existen fincas que dadas las condiciones prefieren optar por otra tecnología, sin embargo, el porcentaje de fincas utilizan este tipo de tecnología es un dato a considerar.

El biodigestor constituye una herramienta para solucionar problemas como el manejo de aguas residuales en las fincas. Sin embargo, su uso en el manejo de vertidos es poco común. “Existe una baja incorporación de prácticas ambientales sostenibles en las fincas agropecuarias, resultando en que menos del 15% de fincas agropecuarias tienen control sanitario de aguas residuales, lo que deriva en la contaminación del ambiente” (Chacón, 2019).

Por otra parte, las fincas agropecuarias presentan un potencial uso a las fuentes de energía limpias como el biogás. En la Figura 2, se observa que sólo un 2 % de fincas agropecuarias usan el biogás como recurso energético, lo que obliga a los productores a depender de los combustibles fósiles y de la electricidad.

Figura 2

Distribución porcentual de fincas agropecuarias, según el uso de energía en Costa Rica, 2017



Nota. Adaptado de *INEC, 2017*. El productor puede tener varias alternativas energéticas, sin embargo, se observa que solo el 2% utiliza el biogás como recurso energético.

De acuerdo con FAO (2013), existe un gran potencial en materia energética con el que cuenta el sector agropecuario como proveedor de materia prima para la generación de energía.

Los residuos derivados de animales, así como los desechos de frutas, efluentes y lodos obtenidos de las actividades agropecuarias de Costa Rica podrían utilizarse para generar 205 millones de m³ de biogás al año. La crianza de pollos y el procesamiento de frutas son las actividades con mayor potencial de aprovechamiento para la obtención de biogás (p. 193).

Con base en la investigación anterior, se demuestra el potencial de energía que se puede obtener a partir de la biomasa, considerando sólo el biogás como una alternativa para reemplazar el gas propano u otros derivados del petróleo.

Para obtener el CVO, el productor debe presentar una serie de requisitos según el tamaño y el tipo de actividad pecuaria que ejerce. Dentro de esa clasificación, se muestran las actividades y los requisitos específicamente para una actividad de subsistencia o no comercial, para un pequeño, mediano y gran productor, de acuerdo con la clasificación otorgada según el Reglamento General para el Otorgamiento del Certificado Veterinario de Operación, N°34859-MAG y en DNO-PG-001-RE-007 v11.

Dicho lo anterior, la legislación costarricense, en materia ambiental, es más rigurosa con el mediano y gran productor, a quienes motiva a buscar alternativas de producción amigables con el ambiente para obtener permisos de funcionamiento como el CVO. Sin embargo, con el productor pequeño, cuya característica principal es depender de su actividad económica, en muchos casos de subsistencia o autoconsumo, se le exime de una rigurosidad mayor para obtener tales permisos de operación.

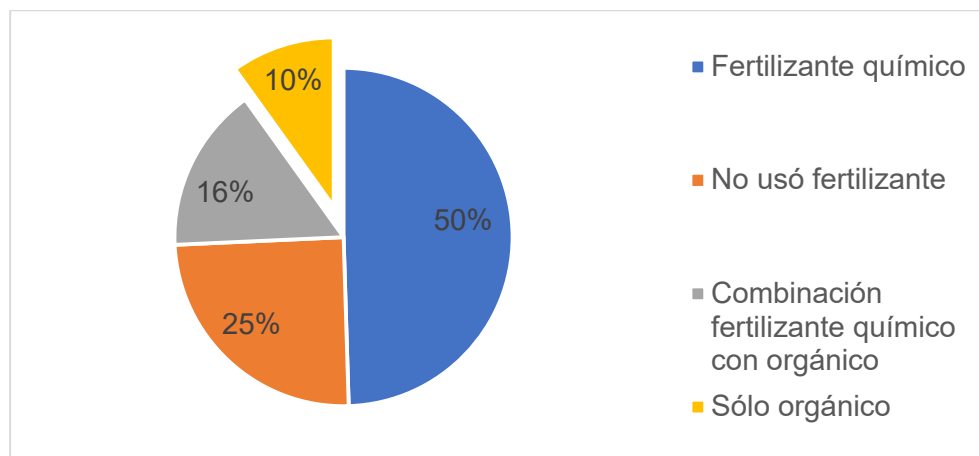
A su vez, los mecanismos tecnológicos para el aprovechamiento de energías renovables normalmente van enfocados a fincas de mediana y gran escala, con sistemas de producción intensiva (100 animales en el caso de ganadería vacuna o más de 51 vientres o 500 cerdos). Las cuales poseen la capacidad técnica y financiera para invertir en procesos de innovación tecnológica que les permitan agilizar y mecanizar los procesos; sin embargo, los pequeños

productores carecen de capacidad financiera para introducir en sus unidades productivas procesos de innovación tecnológica.

Otro recurso que brinda el biodigestor aparte de la energía, lo constituye la producción de fertilizante orgánico. En Costa Rica, según el Censo Nacional Agropecuario, un 16% de fincas empleó una combinación de fertilización orgánica y química (12 644 fincas), mientras que sólo un 10% de las fincas usó solo orgánico (7 571 fincas) (INEC, 2017, p. 261).

Figura 3

Distribución porcentual de fincas agropecuarias según el tipo de fertilizante usado en Costa Rica, 2017



Nota. Adaptado de INEC, 2017.

En la Figura 3, se observa la tendencia del productor a emplear fertilizantes químicos o sintéticos en sus fincas, que a la postre le genera un mayor costo en su producción, debido a que la mayoría de estos fertilizantes no son producidos en el país. Si se compara con la cantidad de aguas residuales que no son tratadas, se aprecia un potencial para utilizar esas aguas previamente tratadas como fertilizante orgánico.

De acuerdo con lo anterior, el empleo de fertilizantes químicos o sintéticos provoca un serio problema ambiental, contribuyendo negativamente al cambio climático. La situación actual

del sector ganadero, visto en el Informe sobre las Estrategias para la Ganadería Baja en Carbono en Costa Rica elaborado por el MINAE et.al (2015) indica:

De las tres fuentes principales de emisiones de gases de efecto invernadero, las emisiones de metano producto de la fisiología de los animales hacen la mayor contribución al problema ambiental (alrededor del 90%), le siguen las emisiones de carbono producto de quema de pastos y las emisiones de dióxido nitroso producto de la fertilización de pastos. Es oportuno anotar que las actividades en el sector agropecuario contribuyen con el 37% del total de las emisiones del país y dentro de dicho sector, además de la ganadería bovina, se incluyen otras actividades pecuarias (aves y cerdos) (p.22).

En conclusión, si sólo el 0,9% de fincas con ganado vacuno de carne, el 18,6% de la ganadería especializada en leche, el 0,9% de ganadería de doble propósito y el 31,3% de fincas destinadas a la producción porcina utilizan dentro de su actividad un biodigestor (INEC, 2019, p. 32, 35, 38 y 45 respectivamente), Entonces surgen varios cuestionamientos sobre el por qué no ha existido un posicionamiento efectivo en el uso de este tipo de tecnologías en las fincas y por qué no ha habido un interés por parte de los productores para tratar adecuadamente los residuos.

1.2 Justificación

Según los datos expresados anteriormente de la Encuesta Nacional Agropecuaria, se evidencia un gran potencial para que las fincas adopten la tecnología de la biodigestión en sus unidades de producción. Asimismo, se establecen varias razones del porqué se pretende determinar el potencial de mercado, con el fin de adoptar los biodigestores en la producción agropecuaria en Costa Rica.

A nivel general, una de las razones para emplear los biodigestores consiste en promover la producción de energías limpias con la capacidad de proveer a los productores de un método de generación de energía y altos volúmenes de abono orgánico, aplicado a sus unidades productivas. Esto con el fin de minimizar los impactos ambientales, y reducir los costos operativos.

...la digestión anaeróbica es un proceso tecnológico simple, con bajos requerimientos energéticos, utilizado para convertir materia orgánica de un vasto rango de tipos, en metano (Reith y otros, 2003). Adicionalmente, es una alternativa para el tratamiento de aguas y desechos residuales, reduce: malos olores, patógenos y en algunos casos, gases de efecto invernadero. Finalmente, el proceso no afecta el contenido de nutrientes, lo que convierte el efluente (líquido que sale de un biodigestor, luego de pasar por una fermentación anaeróbica) en un excelente fertilizante para suelos (Wilkie, 2005) citado por (Viquez, 2010^a, p. 61)

Un detalle clave para sacar el máximo provecho de los digestores anaeróbicos en fincas agropecuarias es un adecuado dimensionamiento del biodigestor, acorde con las características de cada finca. Indiferentemente de su tamaño, esta tecnología es apta, desde fincas que generan muy pocos residuos hasta aquellas con altos volúmenes en su producción. Lo que conlleva a desarrollar un estudio detallado del producto, los posibles precios y la disposición a pagar por parte de productores para implementar el sistema.

Otro motivo por el cual es importante el estudio de mercado es para brindarle un panorama más claro a la organización interesada en el proyecto llamada Sembrando Flores, sobre la situación de mercado que presenta el biodigestor dentro de la Región Central Sur.

La visión de la organización Sembrando Flores consiste en incentivar la adopción de los biodigestores en productores y asociaciones con el fin de buscar una alternativa a la problemática ambiental, debido a su actividad productiva en su mayoría convencional. También, se proponen reducir sus costos operativos, al alternar o sustituir en su totalidad energías provenientes de fuentes fósiles. En consecuencia, se reducen los gases de efecto invernadero y, a su vez, convertirse en una plataforma para la modernización del agro costarricense.

El estudio se implementó en la Región Central Sur de Costa Rica, debido a que la organización ha venido incursionando en promover los sistemas de biodigestión dentro de la región, pero sin un panorama claro con respecto al comportamiento del consumidor ni su percepción o conocimiento hacia estos sistemas.

Con el estudio de mercado se busca, por una parte, determinar la demanda de pequeñas y medianas fincas en la Región Central Sur de Costa Rica para diseñar un bosquejo genérico de biodigestores aplicables en sus sistemas productivos, con esto se espera brindar una experiencia a la organización Sembrando Flores con el fin de establecer nuevos socios.

También, es importante conocer la opinión de los pequeños y medianos productores que ya cuentan con un biodigestor en sus fincas y valorar el servicio de instalación de componentes adicionales, requerimientos y costos que brinda la tecnología en sus unidades productivas, así como el proceso de adquirir y las motivaciones que influenciaron a optar por la tecnología para también lograr una evaluación comparativa y conocer otros oferentes.

Se espera que los resultados obtenidos, permitan introducir estudios posteriores en el área económica, social y ambiental, con el objetivo de contribuir con la investigación y el desarrollo de los sistemas de biodigestión dentro de la cartera de tecnologías limpias hacia un entorno agropecuario más confiable al productor.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Realizar un estudio de mercado para la comercialización del biodigestor de pequeña y mediana escala en fincas pecuarias de la Región Central Sur, San José, Costa Rica

1.3.2 Objetivos Específicos

Analizar los componentes y accesorios del sistema de biodigestión anaerobia de pequeña y mediana escala.

Determinar la oferta y la demanda en pequeños y medianos productores interesados en la utilización de biodigestores en sus unidades productivas.

Evaluar el nivel de aceptación, interés, disposición a pagar y limitantes por parte de pequeños y medianos productores en la implementación de estos sistemas en sus fincas.

Proponer una estrategia de mercado que permita promover e incentivar el sistema a pequeña o mediana escala en fincas.

CAPÍTULO 2

2.1 Marco de Antecedentes

A continuación, se muestran estudios sobre las características y el desarrollo que han tenido los biodigestores a nivel mundial, a nivel latinoamericano y a nivel de Costa Rica, específicamente con el manejo e impulso de los distintos tipos de biodigestor y sus estrategias para promoverlos a diversos productores.

Según la FAO (2011),

en India, a comienzos de la década de los 60, se impulsó notablemente la tecnología de producción de biogás a partir de estiércol bovino con el doble propósito del aprovechamiento energético y la obtención de un biofertilizante. En China, a inicios de la década de los 70, se ha fomentado la construcción de digestores, mediante programas de ámbito nacional. En los países industrializados la historia de la tecnología de biodigestión ha sido diferente y el desarrollo ha respondido más bien a motivaciones medioambientales que puramente energéticas, constituyendo un método clásico de estabilización de lodos activos de las plantas de tratamiento de aguas residuales domiciliarias. Durante la década de los ochenta, volvió a adquirir cierta importancia como forma de recuperación energética en explotaciones agropecuarias y agroindustriales. (p. 9)

En América Latina, la tecnología se implementa de manera paulatina en los años 70 con planes piloto y en los 80 y 90, se aplican estrategias sobre las lecciones aprendidas y se diversifican en su producción. Como lo explica el documento de la Red de Biodigestores de América Latina y el Caribe (RedBiolac) titulado: Oportunidades de desarrollo en América Latina (2016),

estos proyectos demuestran que la tecnología era viable y que se podía producir biogás a partir de residuos orgánicos (aún no se valoraba el potencial del biol), principalmente

estiércol, usando sistemas sencillos (domo fijo inicialmente y tubulares plásticos posteriormente). Estos proyectos piloto lograron su objetivo: los biodigestores funcionaban. Pero el siguiente paso, visibilizar la utilidad para el productor y generar demanda de biodigestores, no fue tal. Se hizo hincapié en los aspectos tecnológicos, pero se subestimó la importancia de los aspectos sociales y económicos (Martí, et al., 2016, p. 17).

Esta tecnología al inicio presentó muchas trabas a nivel tanto económico como social, a pesar de que cumplía satisfactoriamente el ámbito ambiental.

Posteriormente, se reformula una estrategia que permitía afrontar la barrera de la inversión económica que implica adquirir un biodigestor.

En la primera década del siglo XXI, ya era visible que, si bien los biodigestores eran capaces de producir biogás y biol, no se conseguía que esta tecnología se adoptase entre los productores agropecuarios de Latinoamérica y Caribe. Los biodigestores de domo fijo fueron reemplazados, por considerarlos poco accesibles económicamente, por los biodigestores tubulares, mucho más baratos y sencillos. A partir de 2006 se empieza a constatar la inviabilidad de la masificación de los biodigestores, entre los productores agropecuarios de mediana y pequeña escala, empleando proyectos inconexos que no consideran los factores técnicos, sociales y económicos juntos, independientemente del modelo de biodigestor empleado (Martí, et al., 2016, pp. 19 y 20).

Martí (2019 ^a) indica que el factor principal que determina el éxito o fracaso de estos proyectos es el nivel de subsidio que se le brinda al productor ya que muchos no lo aprecian ni le dan el valor al ser un biodigestor donado “(cuanto menos subsidio se aporta y mayor seguimiento se le da, mejores resultados)” (p. 22).

Dado lo anterior, la divulgación del biodigestor en Latinoamérica ha venido en aumento, agregándole más experiencia y lecciones aprendidas a quienes desean fomentar la tecnología y, en los finqueros, el conocimiento y la capacidad para desarrollar un sistema de biodigestión.

Otro concepto que ha venido en incursionando en Latinoamérica es la bioenergía, al promover acciones para mitigar los problemas del cambio climático y la dependencia de otras fuentes energéticas como las fósiles.

En Brasil también hay producción de biocombustibles tales como el biogás, pero todavía trata de iniciativas aisladas, sin grandes inversiones privadas y sin la participación efectiva del Gobierno Federal en términos de financiación y regulación de los mercados... Sin embargo, en algunos casos el biogás ha sido aprovechado para la generación de energía, y el biodigestor es una alternativa para el tratamiento de aguas residuales y generación de bioabono (FAO, 2013, p. 35).

Por otra parte, el Instituto Internacional de Recursos Renovables en México inició en el año 2012 un programa de biogás, el cual muestra como resultados:

La instalación a la fecha de 265 biodigestores, beneficiando a más de 2000 personas. Los estudios de impacto de 2015 demuestran un desplazamiento del 97% de leña en los hogares, dejando al biogás como la fuente principal de energía, así como un incremento en los rendimientos de cultivos por el uso del biol, en más de 60% de las familias. El programa se ha extendido por 2 años más, ahora con el objetivo de instalar 600 sistemas (Martí, et al., 2016, p.30).

En México existen gran cantidad de unidades productivas en confinamiento como cerdos y ganadería lechera, los cuales generan desechos orgánicos representando un grave problema de contaminación y salud pública. Sin embargo, se ha visto una gran oportunidad para su aprovechamiento como fuente de energía renovable, por el uso de las excretas para la producción de biogás, que puede ser utilizado para generar energía tanto eléctrica o térmica. (FAO, 2013, pp. 301)

A su vez, la ONG boliviana llamada PROSUCO ha sumado esfuerzos por fortalecer la autonomía y la superación de productores en condición de pobreza al promover la agricultura sostenible.

PROSUCO recibió la asistencia técnica en biodigestores del programa EnDev de la GIZ en el año 2008, y desde entonces ha venido apoyando la implementación de biodigestores tubulares adaptados a clima frío como una herramienta para consolidar la soberanía energética, agroecológica y económica de las familias campesinas. (Martí, et al., 2016, p.10)

En Chile, una organización llamada Bioconstructora de Mujeres, nació con el fin de solucionar la problemática de las aguas residuales y el abastecimiento energético doméstico en zonas rurales. Vieron el biodigestor como una solución oportuna a la problemática. Sin embargo, “reconocen que sufrieron muchas dificultades en torno al conocimiento necesario para escoger un modelo adecuado a sus condiciones locales, para diseñarlo, dimensionarlo y también para escoger la materialidad de los insumos a utilizar”. (Martí, et al., 2016, p.16)

Por su parte, en Centroamérica, la promoción del biodigestor también ha venido creciendo de forma constante, especialmente en países como Honduras, Nicaragua y El Salvador, los cuales han elaborado estrategias y programas para implementar biodigestores en comunidades rurales.

En Nicaragua, mediante el Programa Nacional de Biogás, han enfocado sus estudios y alianzas con distintos actores claves en la generación de energía más allá del concepto tradicional, como lo es la cocción de alimentos con evaluaciones de equipos especializados en generar energía más accesible a poblaciones de escasos recursos.

Nicaragua tiene uno de los niveles más bajos de acceso a energía en la región, particularmente en zonas rurales, lo que representa un obstáculo importante para reducir la pobreza y promover oportunidades económicas. Para abordar este problema, el FOMIN se asoció con el Fondo Nórdico de Desarrollo, el Instituto Humanista y el Servicio Holandés con el fin de catalizar el desarrollo de un sector comercialmente sostenible y sólido de biogás en Nicaragua. El propósito es desarrollar un mercado de biogás

sostenible para facilitar el acceso a energía renovable de 3.000 micro, pequeños y medianos productores agropecuarios, y los hogares rurales. (Viquez, 2017, p. 9)

En Honduras, se desarrolló un estudio sobre el potencial de desarrollo de iniciativas de biogás a nivel productivo, dentro del cual las granjas avícolas, las salas de ordeño y los beneficios de café son las principales actividades que generan el mayor potencial de biogás. “Conjuntamente, estas tres actividades abonarían el 70,5% del potencial neto nacional de biogás, lo que las convierte en sectores prioritarios para desarrollar programas de biogás” (Hernández, 2012, p.13).

En El Salvador, la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL, 2019) realizó un estudio con el propósito de evaluar la viabilidad de biodigestores de pequeña escala en comunidades y centros escolares y replicar dicho programa a otras zonas del país. Este plan piloto tuvo resultados muy positivos dentro del programa como son la generación de 25 m³ de biogás por día utilizando los 350 kg de estiércol generados diariamente por las vacas, cerdos, conejos y gallinas de la granja del instituto. Consecuentemente al proceso de producción de biogás, se generó fertilizante orgánico y los estudiantes aprendieron sobre las etapas del proceso de construcción y mantenimiento del biodigestor, haciendo que éstos pudieran implementar su aprendizaje en diferentes zonas rurales (p 18).

En Costa Rica, muchas universidades, entes públicos y asociaciones como la Asociación Costarricense de Biogás (Asobiogás) han venido desarrollando estrategias para que el biodigestor sea una tecnología accesible a cualquier productor, indiferentemente si es grande, mediano o pequeño.

Viquez (2010) ha escrito varios artículos referentes a la utilización y al tipo de biodigestor que más se ajusta a las necesidades de los productores del país, “en Costa Rica ha sido muy común el tubular de plástico (PVC o polietileno), popularmente conocido como salchicha o mortadela” (p. 61).

Para el año 2017, se realiza un informe en el que se efectuaron varios talleres para la transferencia del conocimiento en conjunto con el apoyo al Programa Nacional de Cambio Climático de Costa Rica, realizado por Asobiogás en conjunto con instituciones gubernamentales donde el objetivo de los talleres fue “el fomento de la tecnología de biodigestión anaeróbica de residuos orgánicos y de actividades pecuarias; para su utilización como fuente de energía” (Asobiogás, 2017, p.3).

Hoy en día todavía se identifican algunas brechas importantes que evidencian la necesidad de desarrollar la tecnología de los biodigestores; entre estos acceso a recursos financieros, información práctica, proveedores confiables y accesibles, y de manera relevante la socialización de la información actualizada, conocimiento elemental relacionado con la tecnología de biogás, con casos de éxito y fracaso que permitan una mejora continua y desarrollo en proceso de los biodigestores como una alternativa de impacto en zonas rurales de Costa Rica (Asobiogás, 2017,p.5).

Adicionalmente, se trabaja en un programa de consolidación y adopción de biodigestores de pequeña y mediana escala en fincas de Costa Rica realizado por la Asociación Costarricense de Biogás y el Instituto Wuppertal a mediados del año 2019.

...se busca que los sistemas de biodigestión se conviertan en parte del repertorio común de tecnologías ampliamente conocidas y aplicadas por las familias productoras y demás actores del sector. El proyecto parte de la base de que en Costa Rica hay ya una diversidad de experiencias, conocimientos y capacidades previamente instaladas sobre el desarrollo, la aplicación y la promoción de la tecnología. (Asobiogás, 2019, p.7)

Con base en lo anterior, se resalta el esfuerzo que han hecho varias organizaciones internacionales y nacionales acerca de promocionar los beneficios del biodigestor para pequeños productores.

2.2 Marco Geográfico

El estudio de mercado se delimitó en la Región Central Sur de Costa Rica. cuenta con gran cantidad de pequeños productores con diversos sistemas productivos. El Plan Regional de Desarrollo Agropecuario y Rural (PRDAR) 2016-2018, desarrollado por el Comité Regional Agropecuario de la Región Central Sur (s.f.) detalla las características agroecológicas y económicas de la zona que se describen a continuación.

La región comprende un área total de 1.778,52 kilómetros cuadrados y una población total de 395.274 habitantes; de los cuales, 118.582, es decir un 30% se dedica a labores agropecuarias (...) La Región Central Sur se ubica al Suroeste de la provincia de San José, comprende los cantones de: Acosta, Aserri, Escazú, Alajuelita, Santa Ana, Mora, Puriscal, Turubares y parte del cantón de Desamparados. (p.4)

El clima es muy variado. Desde tropical lluvioso a seco en zonas con gran déficit de agua... Las zonas de vida predominantes de la región son bosque húmedo, muy húmedo y premontano. (p.7)

La precipitación en la región oscila entre los 2.300 a 4.000 mm por año (p.7)

Viento: Moderados a fuertes en épocas seca, con predominio de los alisios en diciembre y enero. Temperaturas: Oscilan entre los 18 a 20 grados Celsius, máxima de 26 a 36 grados centígrados, el promedio es de 23 grados Celsius. (p.7)

2.3 Marco Teórico – Conceptual

2.3.1 Clasificación de la Investigación de Mercados

Existen varios motivos para realizar un estudio o una investigación de mercado: “Algunos ejemplos de este tipo de investigación incluyen estudios de potencial de mercado, participación de mercado, imagen de una marca o compañía, características del mercado, análisis de ventas, pronósticos a corto y a largo plazos, y tendencias comerciales” (Malhotra, 2008, p. 8).

El estudio va enfocado en conocer el potencial de mercado que presenta el biodigestor, aunque también es necesario determinar sus características con el fin de entender el comportamiento y posible aceptación del biodigestor al productor, así como desarrollar una estrategia para promover la geomembrana PVC, debido a que son más resistentes y de mayor vida útil que los de polietileno de baja densidad (LDPE), aunque con ciertas variables pueden resultar más económicos.

Uno de los objetivos que se busca al realizar el estudio es determinar la cantidad de unidades productivas y conocer el potencial de éstas para instalar un sistema de biodigestión anaerobio. A su vez, se busca participar en un enfoque basado en que “los beneficios de la empresa no se midan teniendo en cuenta exclusivamente su rentabilidad financiera, sino también en rentabilidad social y medioambiental” (Cervigón, 2015, p.2).

Ante la identificación del problema se realizó una investigación de mercado en la cual también conoció la incertidumbre y las dudas de varios productores. Como indica Kotler y Armstrong (2012): “El estudio de mercado no solo permite obtener información acerca de los clientes y del mercado. También propone diseñar, recopilar, analizar y ofrecer un informe sistemático de datos pertinentes de una situación de marketing específica que enfrenta la organización” (p.103). Dicho de otro modo:

La investigación de mercado implica realizar estudios para obtener información que facilite la práctica de la mercadotecnia. Cuanto más se conozca al cliente potencial, mayores serán las probabilidades de éxito. (Fisher y Espejo, 2011)

Por una parte, los aspectos que abarcan el estudio de mercado son los siguientes: selección de mercado, análisis de demanda, análisis de oferta, análisis de producto, análisis de precio, análisis de plaza y análisis de promoción. Por otra parte, es importante conocer la delineación de mercado, motivación de compra, el ajuste del producto, distribución física, comunicación, transacción y post transacción.

2.3.2 Estrategia de Mercadeo

Fisher y Espejo (2011) explican la definición e implicaciones que presentan las estrategias de mercado.

Cuando se obtiene un diagnóstico concreto de la situación de mercado y se fijan los objetivos que nos dará el alcance del proyecto, se procede a implementar la estrategia de promoción y publicidad. Las estrategias son las decisiones importantes que se requieren para lograr un objetivo. De hecho, la estrategia comprende la selección y el análisis del mercado, es decir, la elección y el estudio del grupo de personas a las que se desea llegar y la creación y permanencia de la mezcla de mercadotecnia que las satisfaga (p. 36).

Se desarrolló un diagnóstico preciso de la situación del mercado del biodigestor y, luego, se fijaron los objetivos para atender a dueños de fincas pecuarias y desarrollar una mezcla promocional aplicable a la población de estudio.

2.3.3 Mezcla de Mercadeo

Kotler y Armstrong (2012) explican con detalle en qué consiste la mezcla de mercado y su importancia de conocerla,

La mezcla de marketing de la empresa es el conjunto de herramientas que la compañía utiliza para aplicar su estrategia de marketing. Las principales herramientas de la mezcla de marketing se clasifican en cuatro grandes grupos, denominados las cuatro P del marketing: producto, precio, plaza y promoción. Para entregar su propuesta de valor, la empresa primero debe crear una oferta que satisfaga una necesidad (producto). Debe decidir cuánto cobrará por la oferta (precio) y cómo la pondrá a disposición de los consumidores meta (plaza). Finalmente, debe comunicarles a los clientes meta la oferta y persuadirlos de sus méritos (promoción), (p. 12).

2.3.4 Análisis de Producto

El concepto de producto sostiene que los consumidores prefieren los productos que ofrecen lo mejor en cuanto a calidad en el desempeño e innovación. La estrategia de *marketing* se enfoca en mejorar el producto de forma continua. “El producto es la combinación de bienes y servicios que la compañía ofrece al mercado meta” (Kotler y Armstrong, 2012, p. 51).

También, Fisher y Espejo (2011) define el producto como “un conjunto de atributos tangibles e intangibles que satisfacen una necesidad, deseos y expectativas.” (p. 104)

Desde el punto de vista del proyecto, se pueden identificar dos tipos de productos: por un lado, el biodigestor como producto principal, tangible, junto con todos los dispositivos necesarios para el funcionamiento. Por otro lado, el producto intangible, el cual consiste en la asesoría técnica; donde se ofrece el servicio y el apoyo al productor en diseñar el sistema de biodigestión, de acuerdo con las características de la actividad y con las condiciones del lugar. Asimismo, se adiciona, el manejo post venta, que ha venido siendo una herramienta en la consolidación y en la confianza de la tecnología.

El Ajuste del Producto. El ajuste del producto va en función de la delineación del mercado, si se abarca solo un sector con características homogéneas, entonces el producto, en este caso el biodigestor diseñado para este sector se empleará de acuerdo con las especificaciones que dicho sector demanda. De manera similar ocurre con la asesoría técnica.

Con el fin de anticipar las condiciones y limitantes de los pequeños y medianos productores, se planea promover los biodigestores de pequeña o mediana escala, también llamados de bajo costo, ya que van enfocados a los pequeños productores. Martí (2019^a) explica que

los biodigestores de bajo costo son aquellos que no usan sistemas activos de calefacción o agitación, lo que reduce ampliamente los costos de inversión y mantenimiento. Se les conoce como biodigestores de bajo costo, baja tecnología o tecnología intermedia o

biodigestores apropiados y son los más empleados por medianos y pequeños productores agropecuarios en el mundo (Martí, 2019^a, p. 17).

Atributos del Producto. La biodigestión anaeróbica es una herramienta muy útil en una finca de pequeña escala para el manejo de desechos orgánicos y la producción de metano como fuente de energía renovable. Cuando una agroempresa adquiere el producto, obtendrá otros beneficios como producción de bioles en su unidad productiva y mejora la calidad del ambiente.

Un estudio elaborado por Lansing et al. (2007), muestra con evidencia científica los beneficios del sistema de biodigestión en una finca o agroempresa de pequeña escala, con respecto a la Demanda Química de Oxígeno (DQO), Demanda Biológica de Oxígeno (DBO) y potencial de Hidrógeno (pH)

la DQO medio del agua residual afluyente disminuyó 84.1% de 2970 mg /L a 472 mg/L, y la DBO 5 disminuyó 79,4% a 96,2 mg /L...El pH medio disminuyó de 7,34 a 6,64 ...El agua efluente tuvo una significativa menor demanda de oxígeno y mayor concentración de nutrientes disueltos centrado en comparación con el agua afluyente, que aumenta su utilidad como fertilizante orgánico y disminuye su carga orgánica. Este estudio reveló que la agricultura a pequeña escala, los digestores naturales pueden producir metano en concentraciones útiles para cocinar, al tiempo que mejora la calidad de vida. (p. 3 y 6)

Asimismo, el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE, 2020) a través del programa de biogás, cita algunos de los beneficios que brinda el uso de la tecnología en fincas, como los siguientes:

- Producción de energía limpia: eléctrica y térmica.
- Sustitución de hidrocarburos (diésel y búnker).
- Sustitución de energía eléctrica.
- Reducción de la facturación eléctrica e hidrocarburos.

- Producción de fertilizante sólido y foliar.
- Sustitución de fertilizante sintético y mejora de la microbiología del suelo.
- Manejo de los residuos orgánicos.
- Mejora la salud ambiental del entorno.
- Mejoras en los parámetros del vertido.
- Control de olores.

Con base en lo anterior, se enfatiza que el uso del biodigestor presenta numerosos beneficios no solo en temas de salud humana, sino en temas financieros: Se disminuyen costos, al utilizar su propia energía y crear valor a un desecho. No obstante, se han visto casos en que el biodigestor no ha tenido el éxito esperado, ya sea por una mala instalación, un mal cálculo debido a una deficiente asesoría, un mal manejo del mantenimiento preventivo o una inexistencia del seguimiento o acompañamiento para la consolidar la tecnología en fincas. Por consiguiente, es importante tomar en cuenta estos factores para lograr el éxito anteriormente señalado. Para reforzar lo anterior, Asobiogás realizó un taller de aprendizaje con distintos productores, proveedores y otras organizaciones para conocer los puntos críticos y de mejora en la consolidación del biodigestor en Costa Rica.

...existen proveedores locales de tecnología, pero se requieren mejorar los criterios técnicos para diseño. En la etapa de construcción se requiere personal mejor capacitado. En la etapa de operación y mantenimiento se identifican debilidades en las capacidades de los productores para resolver problemas y financiar los costos asociados a su mantenimiento y hacer uso óptimo y amplio de los productos del sistema: el biogás y el digestato. Además, se necesitan que el sistema de biodigestión sea más sencillo de operar y mantener desde su diseño. (Asobiogas, 2019, p.44)

2.3.5 Análisis de Precio

El precio es la cantidad de dinero necesaria para adquirir en intercambio la combinación de un producto y los servicios que lo acompañan. La clave para determinar el precio de un producto es entender el valor que los consumidores perciben en él; dicho valor resulta de las apreciaciones de los consumidores sobre la satisfacción total que el producto proporciona, al partir del conjunto de beneficios. (Fisher y Espejo, 2011, p. 52)

Actualmente, el precio depende mucho del tamaño y el tipo de biodigestor que se desee instalar, con una geomembrana de PVC, LDPE o HPDE y otros accesorios o complementos adicionales para su funcionamiento hacen que el instalar correctamente el sistema suba su precio en el mercado. Se debe tomar en cuenta el tipo de finca, las entradas y salidas de aguas, si la finca posee o no pendientes; además, la cantidad de producción y actividad o actividades que presentan la fincas para lograr un uso adecuado.

2.3.6 Análisis de Plaza

En la distribución o plaza es necesario establecer las bases para que el producto llegue de la empresa o fabricante del producto al consumidor; estos intercambios se dan entre mayoristas y detallistas. Por una parte, es importante el manejo de materiales, transporte, almacenaje, todo esto con el fin de ofrecer el producto óptimo al mejor precio, en el mejor lugar y al menor tiempo (Fisher y Espejo, 2011). Por otra parte, “la plaza incluye las actividades de la compañía que hacen que el producto esté a la disposición de los consumidores meta”. (Kotler y Armstrong, 2012, p. 52)

2.3.7 Análisis de Promoción

Fisher y Espejo (2011), definen la promoción como “dar a conocer el producto al consumidor” (p.17). Los productos no solo se promueven a través de los medios de comunicación masiva; también es necesario implementar otras formas menos costosas, mediante interrelaciones con productores ya familiarizados con el uso de su sistema de biodigestión y con

experiencias adquiridas a través del tiempo, entre otras estrategias promocionales como ferias, charlas, seminarios o talleres. Combinar estrategias de promoción es primordial para lograr los objetivos, incluyendo la promoción de ventas, la publicidad, las relaciones públicas, etcétera.

2.3.8 Plan de Mercadeo Estratégico

Según Kotler y Armstrong (2012),

...el plan de marketing sirve para documentar la forma en que se alcanzarán los objetivos de la organización mediante estrategias y tácticas de marketing específicas, partiendo del cliente. (p. A1)

Para desarrollar un plan de mercadeo es necesario obtener información de diversas fuentes, como productores, administradores de fincas que no cuentan con un biodigestor, también de productores o administradores que sí cuentan con un sistema y comenten qué les ha parecido la experiencia.

2.3.9 Mezcla Promocional

Kotler y Armstrong (2012) definen la mezcla promocional como “la mezcla específica de publicidad, relaciones públicas, ventas personales, promoción de ventas y herramientas de marketing directo que utiliza la compañía para comunicar valor para el cliente de forma persuasiva y establecer relaciones con éste” (p. 408). Por lo tanto, existe una serie de pasos con el objetivo de desarrollar una comunicación de *marketing* eficaz que establece Kotler y Armstrong (2012)

Identificación del público meta: el público podría componerse de compradores potenciales o usuarios actuales, aquellos que toman la decisión de compra o influyen en ella.

Determinación de los objetivos de la comunicación: se debe saber en qué etapas se encuentra ahora el público meta y a qué etapas se debería llevar. El público meta podría estar en cualquiera de las seis etapas de preparación del comprador, que son

aquellas por las que normalmente pasan los consumidores cuando van a realizar una compra. Esas etapas son conciencia, conocimiento, agrado, preferencia, convicción y compra.

Diseño de un mensaje: Lo ideal sería que el mensaje captara la atención, mantuviera el interés, provocara el deseo y originara una acción.

Selección de los medios de difusión: existen dos tipos, los canales personales y los no personales. En los canales personales de comunicación dos o más personas se comunican directamente entre sí. Se comunican cara a cara, por teléfono, por correo tradicional por correo electrónico, o incluso por un "chat" en Internet. Los canales de comunicación personales son eficaces porque permiten un contacto personal y la retroalimentación. Los canales de comunicación no personales son medios que transmiten mensajes sin contacto personal ni retroalimentación. Éstos incluyen los principales medios de comunicación, ambientes y sucesos.

Selección de la fuente del mensaje: En la comunicación, ya sea personal o impersonal, el impacto que tiene el mensaje sobre el público meta también depende de la forma en que el público percibe al comunicador. Los mensajes transmitidos por fuentes con alta credibilidad son más persuasivos.

Obtención de retroalimentación: Después de enviar el mensaje, el comunicador debe investigar el efecto que tiene sobre el público meta, lo cual implica preguntar a los miembros del público meta si recuerdan el mensaje, cuántas veces lo vieron, qué aspectos recuerdan, cómo se sintieron al respecto, y cuáles fueron sus actitudes pasadas y presentes hacia el producto y la compañía. El comunicador también debe medir la conducta generada por el mensaje (cuántas personas compraron el producto, cuántas lo recomendaron. (pp. 415-420)

2.3.10 Análisis de Demanda

Según Fisher y Espejo (2011), la demanda se refiere a “la cantidad de un producto que los consumidores están dispuestos a comprar a los posibles precios del mercado” (p. 146). Dicho de otra manera, la demanda del biodigestor se puede definir como la cantidad de biodigestores que los administradores y dueños de fincas pecuarias estarían dispuestos a comprar y el servicio de instalar en sus unidades productivas ante un determinado precio de mercado.

Para hablar de cantidad de biodigestores potencialmente instalados se debe conocer a cada administrador o dueño posee una unidad productiva y su agronegocio; por lo tanto, es común que cada unidad productiva adquiera sólo un biodigestor, a pesar de que existen casos esporádicos en que una unidad tengan o requieran dos o más biodigestores.

Los demandantes de biodigestores son los pequeños y medianos productores agropecuarios. El fortalecimiento de estos incluye darles a conocer esta tecnología, sus costes, operación y beneficios (biogás, fertilizante y tratamiento de residuos) ... Este es un componente que requiere mucho esfuerzo pues es necesario superar las barreras de desconocimiento general de los productores sobre la tecnología que se les oferta... (Martí, 2019b, p.36).

Con respecto a la producción ganadera vacuna, la Tabla 1 con datos del Censo Agropecuario en el año 2014, muestra el total de fincas y el tamaño total de hato en la Región Central Sur.

Tabla 1

Fincas con ganado vacuno según cantidad de animales y tamaño del hato por cantones de la Región Central Sur. Costa Rica en 2014

CANTÓN	TOTAL DE FINCAS	TAMAÑO DEL HATO								TOTAL
		01 a 05	06 a 10	11 a 20	21 a 50	51 a 100	101 a 200	201 a 500	501 y MÁS	
Escazú	9	17	25	-	-	-	-	-	-	42
Puriscal	834	711	1.495	3.027	5.771	2.892	1.744	979	-	16.619
Aserrí	169	209	402	332	573	-	150	253	-	1.919
Mora	258	339	469	692	1.178	473	470	-	-	3.621
Santa Ana	49	79	84	119	187	121	-	-	-	590
Alajuelita	22	28	45	74	114	-	-	-	-	261
Acosta	521	451	1.086	1.840	3.280	765	1.421	400	-	9.243
Turrubares	407	229	642	1.564	3.204	3.140	2.323	2.370	-	13.472
Total	2.269	2.063	4.248	7.648	14.307	7.391	6.108	4.002	-	45.767

Nota. Adaptado de INEC, 2014.

Se observa el potencial de mercado para implementar biodigestores en 2 269 fincas de la RCS, sin embargo, se debe analizar la capacidad que dichas unidades productivas cuentan para implementar estos sistemas. Se puede determinar la clasificación de cada unidad productiva siguiendo los parámetros para solicitar el CVO en pequeña, mediana y gran escala. La mayoría de fincas se consideran de pequeña escala ya que presentan un tamaño del hato entre 1 a 50 animales, no obstante, este parámetro es sólo una variable para calcular el tamaño que cada finca necesita según su escala en volumen de agua residual posiblemente tratada.

En cuanto a la actividad porcina, la Región presenta un total de fincas dedicadas a esta producción como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2

Fincas con ganado porcino según cantidad de animales y tamaño del hato por cantones de la Región Central Sur, en Costa Rica en 2014

CANTÓN	TOTAL	TAMAÑO DEL HATO								TOTAL
	DE FINCAS	1 a 5	6 a 10	11 a 20	21 a 50	51 a 100	101 a 200	201 a 500	501 y MÁS	
Escazú	4	3	10	-	95	-	-	-	-	108
Puriscal	200	299	218	181	603	391	532	752	2.400	5.376
Aserrí	75	117	56	86	70	100	-	-	-	429
Mora	86	102	79	125	209	815	850	3.394	4.507	10.081
Santa Ana	17	15	32	83	-	160	-	369	-	659
Alajuelita	8	12	8	12	-	-	200	-	-	232
Acosta	123	236	131	132	283	256	-	-	-	1.038
Turrubares	82	125	43	152	100	75	106	517	900	2.018
Total	595	909	577	771	1 360	1 797	1 688	5 032	7 807	19 941

Nota. Adaptado de *INEC, 2014.*

Según los datos suministrados anteriormente, se observa un potencial de mercado de 595 fincas de la Región Central Sur. Se aprecia un total de 16 324 animales porcinos distribuidos entre fincas con un hato entre 51 a más de 500 animales, partiendo de los parámetros para obtener el CVO, se clasifican estas fincas como mediadas y grandes, por consiguiente, se esperaría que estos productores tengan formas de tratar sus aguas residuales.

2.3.11 Influencias en el Comportamiento del Consumidor

Existen razones del porqué muchos agroempresarios y administradores estén influenciados en desarrollar los sistemas de biodigestión anaerobia en sus unidades productivas. Cervigón (2015) plantea desde el punto de vista ambiental que,

existe mayor conciencia social de los perjuicios que causan algunos productos y procesos industriales. La información aumenta de forma exponencial en el sentido del agotamiento de los recursos naturales: contaminación de los ríos, residuos industriales y

domésticos, la capa de ozono y la desaparición progresiva de la vida vegetal y animal. Todo ello ha llevado a modificar la conducta social, tanto de los poderes públicos como de la sociedad en general. La protección del medio ambiente está destinada a modificar las pautas de consumo de cara a este tipo de productos que, aunque, puedan ser más caros, serán deseados por los consumidores, ya que a largo plazo proporcionarán una mayor satisfacción de las personas y, en consecuencia, una mejora de la calidad de vida. (p. 39).

Motivación de Compra. Existen varios motivos por los cuales el productor puede adoptar este tipo de tecnología, la necesidad de utilizar energías alternativas como el ahorro que representa la utilización de una fuente como el biogás. Optar por el CVO, contribuir al ambiente, producción de fertilizante y reducir sus costos operativos, son algunas de las motivaciones de compra que pueden tener los productores o finqueros.

2.3.12 Análisis de Oferta

Según Kotler y Armstrong (2012),

las necesidades y los deseos de los consumidores se satisfacen con las ofertas de mercado, es decir, cierta combinación de productos, servicios, información y experiencias que se ofrece a un mercado para satisfacer una necesidad o un deseo. Las ofertas de mercado no se limitan a productos físicos. También incluyen servicios, actividades o beneficios que se ofrecen en venta, que son básicamente intangibles y que no derivan en la posesión de algo. (p. 6).

Con base en lo anterior, se determinó brevemente la cantidad y calidad del servicio de los oferentes que participan en el mercado de venta e instalación de biodigestores, este análisis no solo toma en cuenta a empresas, sino a personas e instituciones que brindan el servicio de asesoría técnica para la construcción en fincas.

2.3.13 Productos Sustitutos o Complementarios

En cuanto a productos para mitigar el cambio climático, los más comunes son los paneles solares, lagunas de oxidación, utilización de excretas para fertirriego o comúnmente conocido como purines y lombricompost. Sin embargo, algunas solo focalizan su ahorro energético sin resolver en parte la contaminación de aguas, otros, por el contrario, no brindan un adecuado manejo de desecho por su alto contenido aún presentes de DQO y DBO, lo que puede dar a la contaminación de mantos acuíferos. Por tal motivo, es indispensable complementar algunas técnicas con el uso del biodigestor o una buena práctica en manejo de compostajes.

Es recomendable que los biodigestores cuenten con separador de sólidos. Un separador de sólidos es un producto complementario que forma parte dentro del sistema de biodigestión, es una herramienta que sirve para lograr el máximo beneficio al biodigestor.

Un separador de sólidos por sí solo no va a llegar a los parámetros exigidos por la legislación ambiental. No obstante, como producto complementario, es elemental en el funcionamiento óptimo del biodigestor ya que evita problemas de tapones en las tuberías, entre otros aspectos (Viquez, 2009^b, p. 44).

Cabe mencionar algunos productos que sirven de complemento con el biodigestor como generadores eléctricos, lámparas de calefacción para lechones, cocinas, bombas de biogás, filtros para remoción de H₂S e infraestructura para protección del biodigestor y protección solar, entre otros.

2.3.14 Segmento de Mercado

No es posible abarcar un gran número de productores y brindarles una tecnología en igualdad de condiciones para todos, ya que muchas de las características para el uso de un biodigestor varían dependiendo de las condiciones de clima, temperatura o humedad, y también por su sistema de producción en sus fincas y el tipo de actividad. Según Kotler y Armstrong (2012), primero se debe decidir a quién dará servicio, y lo hace dividiendo el mercado en

segmentos de clientes (segmentación de mercado) y eligiendo los segmentos que perseguirá (mercado meta) (p.8)

La segmentación de mercados es un proceso mediante el cual se identifica o se toma a un grupo de compradores homogéneos, es decir, se divide el mercado en varios submercados o segmentos de acuerdo con los diferentes deseos de compra y requerimientos de los consumidores. (Fisher & Espejo, 2011, p. 61)

En este caso, el estudio se limita a solo una parte del mercado enfocado en el pequeño y mediano productor, dedicado a la ganadería bovina y porcina en la RCS porque el biodigestor no es homogenizable a todas las fincas por igual, es decir, existen ciertos factores que hacen que sus características varíen entre un lugar a otro.

Por tal motivo, nace la idea de establecer una clasificación más clara y precisa para homogenizar el sistema de biodigestión y relacionarlo con la cantidad posible de compradores con características similares que engloban el área de estudio, con el objetivo de proporcionar un mejor servicio con una mejor posición de imagen, a su vez, tratar de focalizar esfuerzos y optimizar recursos dentro de ese segmento de mercado.

Por consiguiente, con la segmentación se busca posicionarse en un mercado meta, en el cual se identifica a un conjunto de compradores con necesidades o características comunes, a quienes la organización Sembrando Flores concentra en satisfacer las necesidades específicas del productor.

Formas de Segmentar. El objetivo de las bases de segmentación es identificar por medio de una o varias herramientas grupos más definidos y orientar una estrategia de comunicación y promoción del producto a estos grupos. Algunas de las bases utilizadas son por posición geográfica, tipo de actividad económica y tamaño del hato entre otras.

Mercado Meta. Según Kotler y Armstrong (2012), “la administración de marketing es el arte y la ciencia de elegir mercados meta y establecer relaciones redituables con ellos” (p. 8). “El mercado meta implica la evaluación del atractivo de cada segmento del mercado y la elección de uno o más segmentos para ingresar en ellos” (p. 50).

Se espera que el mercado meta lo constituyan personas a quienes les interese implementar la tecnología en sus fincas, que no sólo se preocupen por el ambiente, los gases de efecto invernadero o malos olores que genere la finca producto de la actividad, sino que se preocupen por desarrollar estrategias para reducir sus costos, utilizando el biogás como una fuente importante de energía.

Una parte importante dentro del mercado meta son las características de infraestructura que cada finca presenta, ya que existen fincas que no reúnen las condiciones mínimas para instalar un biodigestor como el sistema de producción utilizado, tipo de corral, manejo con camas secas, etc. Convertir estas fincas para instalar un sistema suele ser una inversión muy elevada por lo que se recomienda dirigir el estudio al público meta que reúna las características mínimas.

Nicho de Mercado. Kotler y Armstrong (2012), explican que “la idea fundamental del nicho de mercado es la especialización. Una empresa de nicho de mercado se puede especializar en varias líneas de mercado, clientes, productos o mezcla de marketing”

Para el proyecto en estudio, los sistemas de biodigestión están dirigidos a fincas dedicadas principalmente a la producción bovina y porcina, con un sistema de producción estabulado o semiestabulado. Esto con el fin de implementar una estrategia de mercado para que el biodigestor se ajuste a las características de la finca, también se busca disminuir el costo al agrupar a los interesados en obtener un sistema de biodigestión por sectores.

2.4 Marco Metodológico

Según Lerma (2009), “el diseño metodológico tiene como fin establecer cómo se llevará a cabo la investigación, con el objetivo de diseñar la estrategia para obtener la información detallando las actividades para darle respuesta a los objetivos planteados” (p. 63). Se realizó un estudio exploratorio, la investigación se llevó a cabo mediante encuestas exploratorias a productores cuya principal actividad pecuaria es la porcina o la bovina con algún grado de estabulación en sus unidades productivas.

“Los estudios exploratorios se efectúan, normalmente, cuando el objetivo es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado o que no ha sido abordado antes.” (Sampieri, et al. 2014, p.70)

Al no existir antecedentes relacionados con la investigación de mercado de los sistemas de biodigestión en Costa Rica, ni estudios anteriores que evalúen las estrategias de comercialización ni promoción de la tecnología, específicamente en fincas del sector pecuario, se considera la investigación como exploratoria para conocer, evaluar e investigar el comportamiento de la población ante la percepción de los sistemas de biodigestión anaerobia.

Por otra parte, se realizaron varios estudios de casos con entrevistas a productores que ya cuentan o alguna vez tuvieron un sistema de biodigestión anaerobio con la finalidad de conocer sus experiencias relacionados con el manejo, instalación y el servicio que se le brindó y, por último, se efectuaron entrevistas a expertos técnicos en biodigestión, con el fin de comprender las limitantes y oportunidades de mejora la hora de brindar el servicio.

2.4.1 Enfoque de la Investigación

Se realizó un enfoque de investigación mixto, tomando en cuenta las fortalezas cualitativas y cuantitativas de la investigación. Esto implicó hacer una recopilación, análisis e integración de datos cualitativos y cuantitativos.

Los métodos mixtos representan un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación e implican la recolección y el análisis de datos cuantitativos y cualitativos, así como su integración y discusión conjunta, para realizar inferencias producto de toda la información recabada y lograr un mayor entendimiento del fenómeno bajo estudio (Sampieri, et al. 2014, p.534).

2.4.2 Recolección de Datos

Para la recolección de datos se tomó la información procedente tanto de fuentes primarias como de fuentes secundarias. En las fuentes secundarias se hizo una recopilación de datos brindados, tanto por el Ministerio de Agricultura y Ganadería, como por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.

Como fuente primaria, los datos fueron recabados mediante llamadas telefónicas, redes sociales por medio de grupos de WhatsApp, tanto de productores porcinos como de productores bovinos. Asimismo, se realizaron 5 visitas en la subasta ganadera de la UPAP y, por último, se entrevistó y se formularon encuestas a 14 dueños de fincas, acatando los lineamientos emitidos por el Ministerio de Salud ante la COVID-19. El objetivo de las encuestas consiste en conocer el sistema de producción utilizado en la finca, la cantidad y el manejo de desechos, así como la disponibilidad de adquirir un biodigestor.

Para la aplicación de encuestas se le pregunta al productor, antes de iniciar la encuesta, por el tipo de actividad y sistema de producción utilizado (nivel de estabulación). Estos son parámetros previamente explicados para la instalación de biodigestores de acuerdo con la población en estudio.

2.4.3 Población

La población representada en el estudio exploratorio cuenta con las siguientes características: fincas pecuarias cuya actividad sea bovina o porcina principalmente, con un

sistema estabulado, semiestabulado o con poca estabulación (sólo se descarta el pastoreo). Las fincas se encuentran dentro de la Región Central Sur de Costa Rica.

La encuesta exploratoria se enfoca en preguntas relacionadas con la percepción del productor hacia el biodigestor, así como en el conocimiento e interés de implementarlo y posibles factores que dificulten su uso en la finca. (Anexo 1)

Por otra parte, con el estudio de casos, se entrevista a los productores que ya han implementado el biodigestor, esto con el fin de percibir la relación obtenida con la tecnología, así como sus beneficios y limitaciones a la hora de adquirir y usar la tecnología, el tipo de asesoría brindada y el manejo postventa.

Por último, es importante para la investigación conocer la perspectiva de los asesores y el servicio que brinda. Para tal efecto, se elaboraron varias entrevistas de expertos y así comprender las limitantes desde su punto de vista.

2.4.4 Muestra

Hernández Sampieri, et al. (2014) definen la muestra como “un subgrupo de la población de interés sobre el cual se recolectarán datos”. (p. 173). A su vez, (Levine, 2006) recomienda utilizar una muestra debido a la complejidad de visitar cada elemento de la población, es más fácil analizar una proporción de ella, requiere menos tiempo que el censo, es menos costosa y más práctica para administrar la información suministrada.

No se precisa la ubicación de fincas con un biodigestor en la Región Central Sur, por lo que se consultaron otras fuentes para su localización con el fin de entrevistar la experiencia de los sistemas de biodigestión en las fincas.

Por lo tanto, la técnica de muestreo que se usará es el muestreo no probabilístico, ya que no se basa en el azar, sino en el juicio personal del investigador para seleccionar a los elementos de la muestra. “El investigador puede decidir de manera arbitraria o consciente qué elementos incluirá en la muestra. Las muestras no probabilísticas pueden dar buenas estimaciones de las características de la población” (Malhotra, 2008, p .340).

El método que más se amolda a la investigación de tipo no probabilística es el muestreo por cuotas, ya que pueden controlarse ciertas características de la muestra; sin embargo, podría presentar sesgo de la selección. El muestreo por cuotas consiste en “un muestreo por juicio restringido de dos etapas. La primera etapa consiste en desarrollar categorías de control o cuotas de elementos de la población... En la segunda etapa, se seleccionan los elementos de la muestra con base en la conveniencia o el juicio” (Malhotra, 2008, p. 344).

Las categorías de control de cuota propuestas son las siguientes: el tipo de producción (bovina y porcina) y el tipo de sistema de producción asociado a cada actividad (estabulado o semiestabulado).

2.4.5 Encuesta Piloto

Considerando el tipo de muestreo exploratorio, también por cuestiones económicas, tiempo de la investigación y al ser un tema sin antecedentes, se desarrolló un muestreo exploratorio de 53 fincas como instrumento para validar la medición y así determinar el ajuste de la encuesta al tema investigado. “Las encuestas piloto suelen ser menos estructuradas que las encuestas a gran escala, ya que por lo general contienen más preguntas abiertas y el tamaño de la muestra es mucho menor” (Malhotra, 2008; p.42). En este sentido, se valora que la encuesta sea fácil de comprender por parte de la persona entrevistada.

2.4.6 Método de Validación del Proyecto Investigación

El mecanismo que se usó para corroborar la calidad del proyecto de investigación fue la revisión periódica de informes presentados a la organización interesada, de acuerdo con las fechas y los objetivos planteados en el cronograma, así como posibles ajustes a la investigación, si la organización lo considera pertinente.

2.4.7 Temporalidad

La ejecución de encuestas, entrevistas a expertos y otras fuentes de información secundaria, se desarrolló entre los meses de junio del año 2021 hasta abril de año 2022.

2.4.8 Cuadro de Operacionalización de Variables

Objetivos específicos	Variable	Indicador	Fuente
Analizar los componentes y accesorios del sistema de biodigestión anaerobia de pequeña y mediana escala	Producto	Elementos del Sistema de biodigestión (geomembrana de cloruro de polivinilo (PVC)) características, pros y contras.	Información secundaria Asesoría técnica
	Producto complementario	Cantidad de productos (Infraestructura de protección Válvula de alivio Cocinas, bombas para biogás, separador de sólidos, etc.)	
	Precio	Valor en el mercado de la construcción de un biodigestor	
Determinar la oferta y la demanda en pequeños y medianos productores interesados en la utilización de biodigestores en sus unidades productivas.	Oferta	Cantidad de Oferentes, proveedores, asesores. Cantidad de Fincas con un biodigestor Segmentación Orientación de mercado Cantidad de fincas en la zona de estudio	Datos suministrados por asociaciones. Información primaria mediante encuestas o entrevistas a finqueros sin un biodigestor dentro de la zona de estudio.
	Demanda	Perfil del productor o eventual cliente y asociaciones interesadas Cantidad de fincas calificadas para instalar un biodigestor	
Evaluar el nivel de aceptación, interés, disposición a pagar y limitantes por parte de pequeños y medianos productores en la implementación de estos sistemas en sus fincas	Interés y nivel de aceptación	Percepción de clientes Motivación Compatibilidad Complejidad Disponibilidad de pago Cantidad de limitantes del productor o clientes hacia la tecnología	Información primaria
	Limitaciones de adquirir el biodigestor	Interés- evaluación prueba y aceptación	
Proponer una estrategia de mercado que permita promover e incentivar el sistema de biodigestión de pequeña o mediana escala en fincas.	Herramientas de la mezcla promocional	Publicidad Relaciones públicas Promoción de ventas Ventas personales	Datos suministrados de los objetivos anteriores

CAPÍTULO 3

Caracterización del Sistema de Biodigestión de Pequeña y Media

Escala en Fincas Pecuarias

El sistema de biodigestión es un conjunto de acciones e implementaciones desarrolladas dentro de una finca agrícola o pecuaria, basado en los conceptos de ecología circular, bioeconomía y finca integral, los cuales consisten en aprovechar al máximo los residuos generados en las unidades productivas, convirtiendo la biomasa en abono orgánico sólido, líquido y biogás. Es decir, se transforma lo que una vez fue un desecho en un material altamente aprovechable y valorizable.

Además, el sistema de biodigestión cuenta con una gran cantidad de componentes; algunos son importantes para su desempeño y otros son complementos que no necesariamente son fundamentales, pero aprovechan al máximo todos los recursos que el sistema le suministra a una unidad productiva. Entre ellos, el principal es el biodigestor, este consiste en un recipiente o reactor hermético, en el cual interactúan una serie de microorganismos proporcionados por la misma materia orgánica, esta se convierte, al final del proceso, en biogás y biol de alto valor.

El sistema de biodigestión es poco utilizado en la ganadería convencional, esto provoca un serio problema ambiental. Por tal razón, se han hecho esfuerzos para implementar estas prácticas en la ganadería moderna, con miras a disminuir los efectos del cambio climático y a contribuir con la ganadería regenerativa.

3.1 Descripción del Proceso de Biodigestión

El proceso de biodigestión suele ser de forma automatizada o manual. Toda la materia orgánica o el sustrato se recoge en los corrales y se dirige hacia un filtro de separación de sólidos. Los sólidos son comúnmente aprovechados para la producción de compostas y el líquido

continúa hacia el biodigestor, donde se almacena por un tiempo aproximado entre 20 a 60 días, hasta seguir otro proceso de maduración y fertilización.

3.1.1 Filtro de Separación de Sólidos

Existen numerosos beneficios al incluir el separador de sólidos antes de depositar las excretas directamente al biodigestor.

Uno es el adecuado tratamiento de las aguas residuales, se facilita la irrigación, mejora la relación carbono: nitrógeno (C:N), lo que resulta en una mayor disponibilidad y aprovechamiento del nitrógeno, minimiza malos olores, facilita el tratamiento biológico, disminuye el tamaño de las bombas de riego, reduce problemas de obstrucción de tuberías (Sheffield; Barrer y Rashash, 2008). (Citado por Víquez 2009^b p.41).

En el filtro de separación de sólidos se separan tanto la materia orgánica sólida como la líquida, con el objetivo de que esta sea más aprovechable al biodigestor, lo cual mejora los tiempos de retención hidráulico.

No contar con un separador de sólidos o no brindarle un mantenimiento periódico, provocará consecuencias en el funcionamiento óptimo del biodigestor; por ejemplo, una obstrucción en la tubería, obstrucción de bombas de riego y un menor tratamiento de lixiviados, puede ocasionar una menor transformación anaeróbica, y esta a su vez, en insuficiente producción de biogás.

En la Figura 4 se aprecia la importancia, el mantenimiento y el uso de los separadores de los sistemas de biodigestión. En este caso, el separador por flotación se observa con poco mantenimiento, ya que no cumple la función de separar la materia orgánica líquida de la sólida. En consecuencia, se acumula un exceso de sólido en el sello hidráulico de entrada, lo que puede provocar obstrucciones y un poco aprovechamiento del biodigestor en la finca.

Para evitar la saturación de sólido, se promueve construcción de camas de compostaje, al utilizar el contenido fibroso y sólido saliente del separador. Esto resulta en abonos orgánicos que sirven como enmiendas para mejorar la calidad de los suelos.

Figura 4

Separador de sólidos por flotación con poco mantenimiento y sello hidráulico saturado



Nota. En la Figura 4[b], se observa un separador de sólidos tipo flotación saturado mientras que la Figura 4[a], se aprecia el registro sifónico con contenido fibroso sólido demostrando poco mantenimiento del sistema.

Dentro de la investigación se observaron varios tipos de separadores de sólidos, lo cual respalda los beneficios mencionados anteriormente, siempre y cuando se presente un adecuado mantenimiento en la estructura y en el separador. Es importante realizar un mantenimiento al filtro de separación; limpiándolo al menos dos veces por semana para evitar atascos desde el separador hasta el biodigestor, lo que comprometería en un futuro su funcionamiento.

Tipos de Separadores de Sólidos. Actualmente se consideran tres tipos de separadores de sólidos: Los instalados por flotación, los de tipo cascada o malla inclinada y los de extrusor. Los más utilizados por precio son los de flotación, ya que su costo es bajo comparado al de tipo cascada y al de extrusión.

Separador de Sólidos por Flotación. En el mercado existen varios tipos de separadores por flotación, se puede elaborar a base de concreto o ya existen fabricados en fibra de vidrio, el precio oscila entre 100.000 a 300.000 dependiendo del material y el tamaño que mejor se ajuste a la cantidad de agua residual en las fincas.

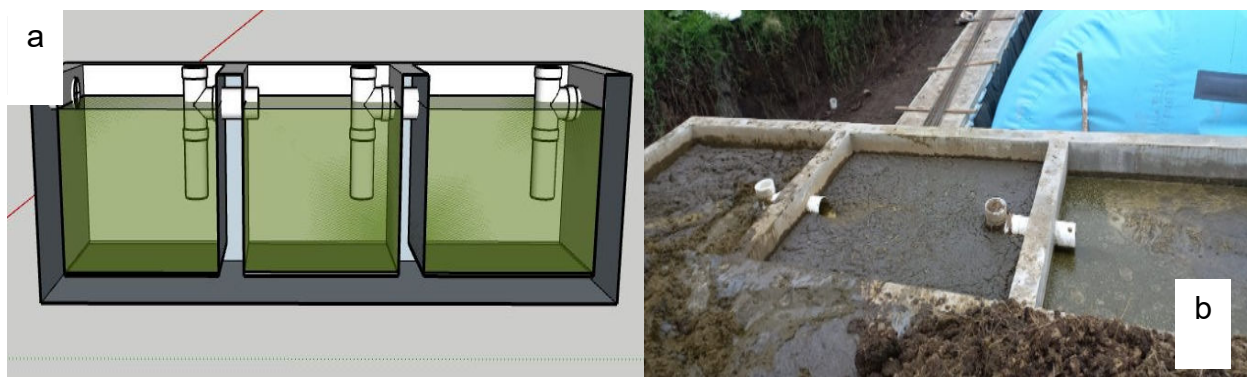
Figura 5*Separador de sólidos fabricado en Fibra de Vidrio*

Nota. En la Figura 5 se observa un separador de sólidos de tipo flotación, fabricado en fibra de vidrio por la empresa Fibromuebles SA, estos son más fáciles de instalar, ya que, por su material, es fácil de transportar y mover, también ya están diseñados para brindar un adecuado tratamiento de aguas residuales en las fincas (STAR).

En la Figura 6, se aprecian 2 tipos de separadores de sólidos, diseñados según las características y necesidades para un adecuado tratamiento de aguas residuales, cuyo material es el concreto, este material suele ser más económico para el productor; sin embargo, se requiere mayor esfuerzo y tiempo para la construcción. También, en Figura 6b se observa la correcta función del separador de sólidos, la materia orgánica se encuentra en fase líquida y lista para ser aprovechada por el biodigestor.

Figura 6

Separadores elaborados a base de concreto con sistema de respiraderos.



Nota. En la Figura 6, se observan tanto el diseño con corte transversal de un separador de sólidos tipo flotación[a] y la obra ya ejecutada [b]. Estos separadores contienen tres divisiones de separación. En la división de la izquierda se observa la excreta sólida, mientras que la división derecha se observa la excreta más líquida esto debido a que el contenido más fibroso flota y separa en la parte inferior el líquido que entra al biodigestor. Por esta razón, es importante la colocación de respiraderos.

Según Viquez (2009^b), “El separador de flotación, extrae el sólido, que, por densidad, flota en un tanque que tiene de 2-5 días de retención” (p.41). Dado lo anterior, el tamaño del separador de sólidos tiene una relación con la cantidad de agua residual tratada en el biodigestor. Por lo que se debe medir el volumen adecuado para cada tipo de biodigestor si se decide instalar este tipo de filtro en la finca.

El precio de estos sistemas puede oscilar entre 125.000 colones a 750.000 dependiendo del tamaño y del tipo de material preferido por el cliente.

Separación por Malla Inclinada o Tipo Cascada. Como lo indica Viquez (2009^b), el separador por malla inclinada “...extrae el sólido por tamaño de partícula, pasando por una malla inclinada.” (p.41). En la Figura 7 se observa el separador tipo cascada, estos separadores, son elaborados de acero inoxidable, por lo que el costo es más elevado que los separadores por flotación. Son fáciles de instalar y se adecuan a cualquier tipo de producción. La desventaja observada, aparte del alto costo es que debe ser instalado en obra gris y el sólido producto de la filtración suele ser muy húmedo por lo que se recomienda un sistema de filtrado adicional. El precio de este tipo de filtros, dependiendo de su capacidad de separación oscila entre los 500.000 al 1.500.000 de colones, incluido el techo y la estructura

Figura 7

Separador de sólidos tipo cascada



Nota. Separador tipo cascada marca Kondor distribuido por la empresa Agrotek OP SA.

Separador de Tipo Extrusor. Este tipo de separadores son utilizados por fincas grandes, ya que sus costos son muy elevados, además del mantenimiento y la operación, tal como indica Viquez (2009^b), “su función es exprimir los desechos y maneja grandes volúmenes en corto tiempo” (p.41).

Un filtro tipo extrusor no es recomendable para pequeñas o medianas fincas ya que su costo es muy elevado y debe manejar cantidades muy grandes de desecho. El precio puede oscilar entre los 5.500 a 10.000 dólares sin contar otras estructuras.

En la Figura 8, se observa un sistema de filtración por extrusor, se aprecia el sólido saliente poco húmedo, lo cual es una ventaja en estos sistemas; sin embargo, al ser un equipo tecnológico muy sofisticado el costo es muy alto.

Figura 8

Separador de sólidos tipo extrusor



Nota. Adaptado de *Productos Extrusores* [Fotografía]. Por Agrotek OP SA, 2021.

<https://kondorseparator.wixsite.com/kondor/extrusores>

3.1.2 Características físicas del biodigestor

Los biodigestores que se adecuan a la región son conocidos comúnmente como tipo Taiwán, los cuales consisten en un contenedor cerrado donde se deposita materia orgánica líquida y las bacterias interactúan dentro de él, transformando estos líquidos con un tiempo de retención de 20 a 50 días aproximadamente, en un lixiviado y biogás. Existen varios tipos dependiendo del material, se pueden obtener de Geomembrana de PVC, de Polietileno de alta o de baja densidad; sin embargo, su vida útil y el precio de mercado varían de acuerdo con el material con el que está fabricado.

La Tabla 3 muestra la comparación entre los biodigestores de tipo tubular de geomembrana de PVC y de polietileno de alta densidad HDPE instalados en Costa Rica, cuyas diferencias se reflejan en el precio y en la calidad del material.

Tabla 3

Comparación de los biodigestores de Geomembrana de PVC vs los Biodigestores de Polietileno

Características	Geomembrana de PVC 1 milímetro grosor	Polietileno invernadero 0,2 o 0,4 milímetros
Costo	Alto costo en comparación con el de polietileno. (entre 4 a 6 veces más caro)	Son llamados de bajo costo por su material e instalación artesanal
Vida Útil	En promedio suelen tener una vida de 10 a 30 años protegidos de los rayos UV	Son de corta vida útil, en promedio pueden llegar a tener entre 1 a 3 años, aunque existen casos que han durado por más de 10 años con protección.
Durabilidad	Es más resistente que el biodigestor de polietileno sin embargo también puede romperse	Más sensible a romperse por un mal manejo, manipulación o expuesto a condiciones climáticas adversas.
Memoria molecular	La geomembrana recupera su estado natural una vez ha sido estirado	El polietileno no regresa su estado natural una vez haya sido estirado, se convierte en daño permanente
Protección solar	Aunque puede estar a la intemperie, es necesario que el biodigestor esté protegido para una mayor vida útil	El biodigestor debe estar protegido ya que acortaría su vida útil
Reparación	Fácil de reparar en caso de un daño o fuga	En caso de daño, se recomienda cambiar la bolsa ya que no son compatibles con pegamentos o solventes
Tipo de soldadura	Soldadura en alta frecuencia	Se utiliza la termofusión, aunque no es común su uso
Instalación	Fácil de Instalar (aproximadamente entre 2 a 4 horas ya con la zanja lista)	Fácil de Instalar (aproximadamente entre 2 a 4 horas ya con la zanja lista), es necesario hacer cortes para definir el tamaño adecuado a la bolsa
Adaptabilidad	Se puede adaptar a cualquier tipo de finca, ya sea con poco espacio o pendientes pronunciadas	Solo posee un único diseño con un metro de profundidad, pero alargado por lo que lo hace poco adaptable.

Nota. Adaptado de *Profe de biogás*, 2018.

Como se aprecia en la Tabla 3, el biodigestor construido con geomembrana de PVC es más resistente y duradero que el de polietileno, aparte de su adaptabilidad en cualquier parte del terreno, su instalación y diseño más estético lo hacen ser la mejor opción en el mercado y se considera su precio como única desventaja

Los biodigestores son adaptados a la capacidad del productor, se determina su tamaño por los siguientes factores: la cantidad de metros cúbicos diarios de agua residual generados en la finca, el tipo de actividad pecuaria, el peso de los animales, las horas estabulado y el clima del lugar.

3.1.3 Determinación del Tamaño del Biodigestor

Una forma de estimar el tamaño adecuado de un biodigestor, es estableciendo una relación entre la cantidad de animales, el peso y el porcentaje de excreta producido diariamente. Así como la cantidad de horas que permanecen estabulados, la relación entre la carga orgánica y agua, y el tipo de clima.

Como se observa en la ecuación:

$$\text{Cantidad de animales} \times \text{Peso vivo promedio en kg} = \text{peso total animales en kg}$$

Luego de calcular el peso total de animales en kilogramos se multiplica por el porcentaje de excreta que produce el animal diario. Este porcentaje ya investigado a nivel teórico varía en cada tipo de animal que se realiza el análisis, por ejemplo, en vacas, el porcentaje de excreta que produce diario es un 8% de su peso vivo, mientras que en cerdos es 6%.

Como resultado de la ecuación, se obtiene la cantidad de estiércol que produce diariamente los animales presentes en la producción pecuaria. Sin embargo, se debe ajustar al nivel de estabulación; si permanecen 24 horas estabulados entonces el resultado se mantiene. No obstante, si el hato permanece una parte en pastoreo y otra en estabulación, entonces se debe ajustar a las horas que el hato se encuentra estabulado.

Ya obtenida la cantidad de excreta que produce el hato, se efectúa la relación excreta y agua ya que la excreta debe ser diluida, por lo general esta dilución se hace cuando el productor lava el corral. La relación varía de acuerdo al tipo de animales, por ejemplo, para cerdos y vacas, la relación suele ser 1:4 o 1:3.

Por último, se toma en cuenta el TRH de acuerdo con las condiciones climáticas donde se ubica la finca, al establecer los parámetros similares a la Tabla 4

Tabla 4

Determinación del TRH días por la temperatura del lugar donde se instalará el biodigestor

Temperatura	TRH
5-10 °C	Mayor a 60
10-15 °C	50 - 60
15-20 °C	40 - 50
20-25 °C	30 - 40
Mayora 25°C	20 - 30

Nota. Adaptado de Víquez, 2018.

Otras Formas de Calcular el Tamaño de Biodigestor. Existen otras formas de calcular el tamaño de biodigestor, y estas se desarrollan de acuerdo con la necesidad de cada cliente.

Por ejemplo, si el cliente desea un sistema de biodigestión para producir abono orgánico, se debe estimar de acuerdo con la cantidad y el tipo de abono o fertilizante orgánico que necesita en su producción o venta.

Por otra parte, si el cliente desea un sistema para producir energía con biogás, se debe estimar la cantidad de biogás que desea, la disponibilidad y el tipo de sustrato para alimentar el biodigestor.

3.2 Construcción de la Zanja o Fosa

El biodigestor debe estar instalado en un lugar fijo y asentado sobre una zanja o fosa, la ubicación donde se instalará es de vital importancia ya que se pueden incurrir en gastos innecesarios al productor si se coloca en un lugar inadecuado.

Se recomienda contemplar los siguientes aspectos:

- a) Conocer la finca, topografía, desniveles, límites de la finca, así como la salida de las aguas residuales. Dentro de este apartado se debe considerar la ubicación del separador de sólidos, de las áreas de descanso, estabulados.
- b) Tomar en cuenta los planes o inversiones a futuro de la finca, para evitar mover el biodigestor de un lugar a otro.
- c) Ubicación y depósito del lixiviado; después del tiempo de retención recomendado, se debe considerar lo que se hará con el biol o efluente y el lugar donde se irá a almacenar, drenar o regar hacia los cultivos.
- d) El flujo del líquido debe ser por gravedad, por lo que se recomienda tomar en cuenta el desnivel a la hora de la instalación ya que la utilización de bombas de agua acarrea un costo adicional al productor.

Cuando ya se tenga considerado el área donde irá el biodigestor se debe preparar la terraza. Normalmente los lugares escogidos presentan irregularidades, por lo que es adecuado, antes de iniciar el zanjeo, marcar el lugar y medir los niveles. Luego iniciar la terraza que consiste en un área de terreno plano donde se hará la zanja para la colocación del biodigestor. Es importante no hacer rellenos con tierra ya que, el terreno debe ser sólido para soportar el biodigestor y que el sistema se asiente sobre el piso y taludes firmes, en caso de presentarse desprendimientos de tierra en los taludes, se recomienda colocar un anillo de sacos alrededor de la zanja o recubrir con geotextil para lograr la mayor firmeza del sistema. Las dimensiones

tanto de la terraza como de la zanja y la profundidad varían dependiendo del tamaño del biodigestor.

Figura 9

Diseño y construcción de una zanja ya terminada



Nota. En la Figura 9, se observa el diseño preliminar de una zanja [1]. Se recomienda realizar una valoración sobre la obra ya que pueden existir problemas de estabilidad del biodigestor. En la Figura 9[2] el maquinista dañó las paredes de la fosa por lo que se tuvieron que colocar sacos para lograr la estabilidad del biodigestor [3]. Imágenes adaptadas de presentación: *¿Cómo elaborar una zanja? Viogaz, 2022. Diapositiva 13*

3.3 Protección o Resguardo del Biodigestor

El biodigestor puede alargar su vida útil si se protege, tanto de la radiación solar como de los mismos animales de finca, se han visto casos que los biodigestores de polietileno puede llegar a durar más de 10 años si son colocados dentro de una estructura techada, mientras los que están a la intemperie tienen una vida útil entre 2 a 6 años, después de romperse se recomienda cambiar por completo la bolsa. Mientras que los de geomembrana de PVC su vida

útil ha sido en promedio de 10 años sin protección y con resguardo puede llegar a servir hasta por más de 30 años, según la entrevista realizada Raúl Botero (2022)

Idealmente se recomienda cercar o encerrar por completo el biodigestor al menos de un metro desde la fosa. La altura del techo debe ser lo suficiente para que el biodigestor no toque el techo, el techo puede ser de lámina de zinc, sarán, plástico de invernadero y debe ser apto para prevenir la radiación directa del sol.

3.4 Proceso de Alimentación del Biodigestor

Existen dos tipos de alimentación por considerar, el más común es el sistema de flujo continuo, que consiste en depositar las aguas residuales periódicamente, por lo general, es diario y éstas pasarán por un adecuado proceso de tratamiento hasta salir menos contaminadas. Dicho de otro modo, la cantidad de agua que entra al reactor es similar a la cantidad de agua que sale del biodigestor, pero ya con un nivel de tratamiento óptimo para el proceso de fabricación de bioles. Mientras que, en el flujo discontinuo, las aguas residuales son almacenadas en contenedores o recipientes cerrados, sin que exista la posibilidad de agregar más aguas hasta que tarde un tiempo de retención prudencial para obtener un residuo menos contaminado.

Existen varias formas de alimentar el biodigestor, una es manual, consiste en llevar los influentes directamente en el biodigestor por medio de palas o baldes, idealmente se utiliza en biodigestores a pequeña escala, esta práctica representa mano de obra y esfuerzo adicional para el productor. Otro método se realiza por medio de la conducción a través de la gravedad, el productor lava la granja por lo menos una vez al día y las aguas se dirigen al separador de sólidos para luego ser depositadas en el biodigestor mediante la gravedad.

3.5 Componentes Adicionales del Sistema de Biodigestión

El biodigestor tubular presenta varios tipos de componentes necesarios para su correcto funcionamiento, entre ellos están la válvula de alivio, el sello hidráulico y la purga de lodos.

3.5.1 Válvula de Alivio

Como su nombre lo indica, la válvula de alivio consiste en liberar el excedente de biogás generado que no será aprovechable dentro de la cúpula del biodigestor, cuando esta ha alcanzado la presión de 5 mbar. Es importante pues logra que el biodigestor no tenga un exceso en la presión.

3.5.2 Sello Hidráulico

El sello hidráulico es un accesorio que permite el flujo de entrada y salida de líquidos en el biodigestor, pero impide que el biogás salga al ambiente. Se pueden fabricar de manera artesanal, con solamente tuberías o comprarlos ya hechos, comúnmente llamados sifones o registros sifónicos.

3.5.3 Purga de Lodos

La purga de lodos es una conexión que se realiza debajo del biodigestor unida a la tubería generalmente de 4 pulgadas. Consiste en eliminar del biodigestor los lodos que van quedando dentro por un periodo de 6 meses a un año, es importante purgar el biodigestor ya que, con el paso del tiempo se comienza a experimentar una baja en la producción de biogás producto de sólidos que se sedimentan dentro del biodigestor. “Estos lodos pueden usarse como enmienda en el suelo” (VIOGAZ,2021, p.33)

Figura 10

Lodos del biodigestor después de un año de instalado



Nota. En la Figura 10, se observa el lodo producido y extraído de un biodigestor con alto contenido de nutrientes, ideal para aplicación en conjunto con compostas.

3.6 Usos de Productos Complementarios en el Sistema de Biodigestión

El biodigestor ofrece muchos beneficios y ventajas a los productores. En los que se destacan el biogás y el fertilizante

3.6.1 Usos del Biogás

Existen una amplia gama de equipos y accesorios para usar el biogás como una alternativa de combustión dentro de la finca o bien, en una casa, sin embargo, antes de ser aprovechado el biogás, se debe considerar filtrarlo, ya que también, el biogás está compuesto no solo por metano, sino por otros elementos químicos que pueden llegar a afectar de manera negativa los equipos o accesorios.

Como indica Walsh, 1998, citado por Viquez (2010^b): “El biogás es una mezcla de gases: metano (CH₄), dióxido de carbono (CO₂), sulfuro de hidrógeno (H₂S), agua (en forma de vapor) (H₂O), restos de hidrógeno (H₂), nitrógeno (N₂), amoníaco (NH₃) y oxígeno (O₂)” (p.16). Este gas metano es el que le brinda al biogás las propiedades de combustible, como se observa en la Tabla 5.

Tabla 5*Características generales del biogás*

	55 – 70% metano
Composición	30 – 45% dióxido de carbono
	Trazas de otros gases
Contenido energético	6.0 – 6.5 kW h m ³
Equivalente de combustible	0.60 – 0.65 L petróleo/m ³ biogás
Límite de explosión	6 – 12% de biogás en el aire
Temperatura de ignición	650 – 750°C (con el contenido de CH ₄ mencionado)
Olor	Huevo podrido (el olor del biogás desulfurado es imperceptible)

Nota. Adaptado de *Deublein y Steinhäuser*, 2008. Citado por FAO, 2011.

Viquez (2010^b) señala tres razones por las que el Sulfuro de Hidrógeno debe ser removido:

- a) Si el biogás es utilizado para equipos tales como generadores eléctricos, microturbinas y otros, el ácido sulfhídrico puede causar daños internos.
- b) El H₂S es extremadamente nocivo para la salud; bastan 20-50 ppm en el ambiente, para causar un malestar agudo que lleva a la sofocación y a la muerte por sobreexposición.
- c) Si el H₂S no se remueve, la combustión del biogás generará dióxido de azufre (SO₂), que además de ser dañino para el medio ambiente (promotor de la lluvia ácida), es tóxico para el ser humano y se incumple con los requisitos legales de emisiones

El material o sustrato filtrante es un material tipo pellet de óxido de hierro el cual debe ser cambiado cada cierto tiempo, limpiarlo y volverlo a usar. “el óxido de hierro reacciona con el H₂S para formar sulfuro y hierro, un compuesto no gaseoso, por lo tanto, no puede seguir el flujo con el biogás” (Viquez, 2010^b. p17)

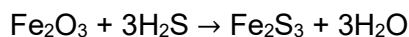


Figura 11

Filtro y material filtrante para la remoción del ácido Sulhídrico (H₂S) del biogás



Nota. Adaptado del Catálogo de Sistemas de Biodigestión *Viogaz, 2021*

Por otra parte, existen otros tipos de sustratos, como carbón activado y esponjas de acero, este último, muy utilizado en biodigestores de bajo costo debido a la gran disponibilidad en el mercado; sin embargo, existen estudios técnicos que no lo recomiendan ya que no es un sistema muy efectivo para filtrar el biogás. (RedBiolac, 2018)

Una vez filtrado el biogás, puede ser utilizado en cocinas, lámparas, calentadores o motores convertidos a biogás y generadores eléctricos, etc. Algunos equipos requieren bombas o turbinas para la conducción del biogás y poder funcionar ya que necesitan una presión constante

Es de suma importancia tomar en cuenta la capacidad del biodigestor y su volumen de producción de biogás ya que existen equipos que requieren mucho contenido y porcentaje de metano considerable para funcionar de la mejor manera.

Bombas, Sopladores o Turbinas a Biogás. Son instrumentos que se utilizan para succionar el biogás del biodigestor, permitiendo así una presión constante y un óptimo funcionamiento de los equipos.

Existen equipos en el mercado que no necesitan una presión constante como algunos quemadores o antorchas, basta con la presión que brinda el biodigestor para funcionar.

No obstante, existen otros accesorios que requieren un bajo caudal de biogás, pero este caudal debe ser constante como cocinas, calentadores de agua o lámparas de iluminación, hasta equipos que necesitan un alto caudal de biogás, como cocinas más industrializadas o generadores eléctricos.

En la Figura 12 se observa una bomba de biogás marca Puxin, existen varios modelos que necesitan de una fuente eléctrica para funcionar; sin embargo, existen otros modelos más sofisticados que trabajan con un pequeño panel solar.

Figura 12

Bomba de impulso marca Puxin



Nota. En la Figura 12, se observa una bomba de succión, necesario para aumentar el flujo o caudal de biogás en los equipos, posee la desventaja de trabajar con energía eléctrica, sin embargo, existen equipos que se alimentan con energía solar.

Cocinas Elaboradas o Convertidas a Biogás. Debido a las características fisicoquímicas del gas metano, se deben modificar las cocinas de GLP, es muy poco probable que estufas o calentadores funcionen si no se les hace la conversión o modificación requerida. No obstante, esta modificación es sumamente sencilla de realizar y no tarda más de 5 minutos en una conversión de una cocina o estufa a biogás. En la Figura 13, se observa una cocina convertida a biogás, en este caso el gas metano es producido con los mismos desechos de cocina. En promedio una cocina requiere de 0,8 m³ de biogás por hora. (Viogaz, 2021). Sin embargo, se

debe considerar mezclar aire con biogás a través del sistema Venturi para optimizar el suministro de biogás a la estufa o cocina.

Figura 13

Cocina convertida a biogás



Nota. Adaptado de Sembrando Flores, 2021. Se observa una cocina convertida a biogás producido de un biodigestor a pequeña escala

Motores Fijos Convertidos a Biogás (Picadoras de Pasto, Ordeñadoras, Pasteurizadoras y Bombas de Agua). La tecnología del biogás ha evolucionado no solo en favor del ambiente, sino en obtener una alternativa más sofisticada y económica en la utilización de biogás, donde no solo se utiliza el biogás para cocinar, sino como otro medio para trabajar motores, al sustituir en muchos casos el consumo eléctrico, el GLP y combustibles fósiles.

Figura 14

Carburador con sistema de alimentación dual (combustible y biogás) y conversión de un motor fijo de gasolina a biogás para picar pasto.



Nota. El sistema de carburación se adapta a cualquier tipo de motor de combustión siempre y cuando sea del tamaño correcto. Normalmente se inicia con combustible y luego se sustituye a biogás; sin embargo, existen experiencias en campo que indica que se puede iniciar solo con biogás.

La conversión de un motor es un proceso sencillo, pero requiere de instrumentos complejos para un correcto funcionamiento, es necesario la asesoría técnica de un experto en estos casos. En la Figura 14, se observa un carburador a biogás y un motor ya convertido a biogás. Mientras que en la Figura 15, se observa una bomba de agua convertida a biogás, fertilizando pastos con el biol producido en el sistema de biodigestión.

Por lo general, se requieren entre 1,65 m³ a 3m³ por hora de biogás para poner a trabajar un motor de ordeñadora. De 3,5 m³ a 5 m³ por hora para un motor de picadora de pasto y una pasteurizadora entre 1,5 m³ a 2 m³ por hora de biogás. (Viogaz, 2021)

Figura 15

Bomba de succión de bioles convertida a biogás



Nota. Adaptado de VIOGAZ, 2021. Se observa la fertilización de riego con un cañón de aspersión de bioles a través de una bomba convertida a biogás.

3.6.2 Usos del Efluente (Biol) para Fertilización de Pastos o Cultivos

El efluente, digestato o biol es el líquido final que sale del biodigestor y que ha pasado por un tiempo de retención prudente para ser utilizado como fertilizante de alto valor en cultivos. “El biol estimula el crecimiento de las plantas y permite la protección contra las plagas y enfermedades, además ayuda a mantener el vigor de las plantas y soportar eventos extremos del clima”. (FOCONDES, 2014, p.10). “Es un fertilizante natural o biofertilizante que contiene nutrientes que son fáciles de asimilar para las plantas, ayudan a crecer, a dar más frutos (...) también ayuda a mejorar la fertilidad de la tierra” (Hivos, 2015, p.8). Por esta razón el biol puede ser utilizado para fertilizar cultivos aplicándose las dosis adecuadas, proteger mantos acuíferos o fuentes de agua y al ser en gran parte sustituidos por fertilizantes de alto valor, representa un gran ahorro a productores.

Existen diferencias entre los bioles o biofertilizante y los fertilizantes sintéticos o comúnmente llamados fertilizantes químicos descritos en la Tabla 6.

Tabla 6*Diferencias entre el biol y el fertilizante químico*

Biol	Fertilizante químico
Ayuda a conservar plantas, cultivos y frutos en mayor cantidad y de mejor calidad	Ayuda a tener mayor cantidad de plantas, cultivos y frutos, pero de menor contenido nutricional
Mejora la fertilidad del suelo	Disminuye la fertilidad del suelo
No contamina ni el suelo ni el agua	Contaminan las fuentes de agua y el medioambiente
Permiten reducir la presión sobre la tierra para la producción de forraje	Causa enfermedades al productor que lo utiliza

Nota. Adaptado de Hivos, 2015.

El biol no solo es un fertilizante altamente disponible en los productores que manejan sistemas de biodigestión anaerobia, presenta más y mejores beneficios que el fertilizante sintético, a un menor costo de producción.

Fórmulas Recomendadas para Aplicar el Biol. El efluente puede aplicarse por aspersión mediante aplicaciones foliares, en sistemas de riego directamente sobre el suelo o bien mezclarse con otros residuos para preparar compostaje.

Abono foliar: diluir 10 litros de biol en 10 litros de agua proporción 50%-50%

En compost: agregar al compost una parte de biol por 3 partes de residuo orgánico

Líquido aplicado en raíces: diluir un balde de biol con un balde de agua, proporción 50%-50% (Hivos,2015).

De acuerdo con el Manual “Usos y beneficios del biol y el biogás” elaborado por Hivos Sud América (2015) se recomiendan las dosis de biol en cultivos descritos en la Tabla 7.

Tabla 7*Aplicaciones en cultivos y forrajes*

Cultivo	Dosis
Cebada	De 10 a 20 mil litros por hectárea
Papa	10 mil litros por hectárea
Trigo	15 mil litros por hectárea, una semana antes de la siembra
Alfalfa	50 litros por parcela, tres veces durante el ciclo de crecimiento
Repollo	20 mil litros por hectárea antes de la siembra
Zanahoria	7.8 mil litros por hectárea
Cebolla	15 mil litros por hectárea
Rábano	10 a 20 mil litros por hectárea
Espinaca	28.1 mil litros por hectárea
Tomate	10 a 20 mil litros por hectárea antes de la siembra

Nota. Adaptado de Hivos, 2015.

Postratamiento del Efluente. En ocasiones, el efluente aún contiene cargas contaminantes que no pudieron ser degradadas dentro del biodigestor, por tal motivo, se debe realizar un postratamiento para que complete su proceso de maduración y pueda ser aprovechado.

El post tratamiento implica agregar otras unidades de tratamiento, que disminuyan la carga contaminante en el efluente hasta adquirir condiciones aceptables por la naturaleza y reglamentación nacional

El post tratamiento puede componerse de lagunas de estabilización, como lagunas facultativas y aeróbicas. Estas tienen la capacidad de sedimentar aún más sólidos en el efluente y continuar la degradación de la materia orgánica.

También se pueden utilizar biofiltros o humedales artificiales. Estos consisten en estanques que, a diferencia de las lagunas, poseen plantas acuáticas como lirios. Estas unidades pueden sedimentar, filtrar y también descomponer aún más el efluente.

Es importante un manejo adecuado de las aguas salientes del biodigestor, ya que constituye un insumo importante para la recirculación de nutrientes y el correcto uso de abonos orgánicos, lo cual sustituiría la compra de otros abonos sintéticos

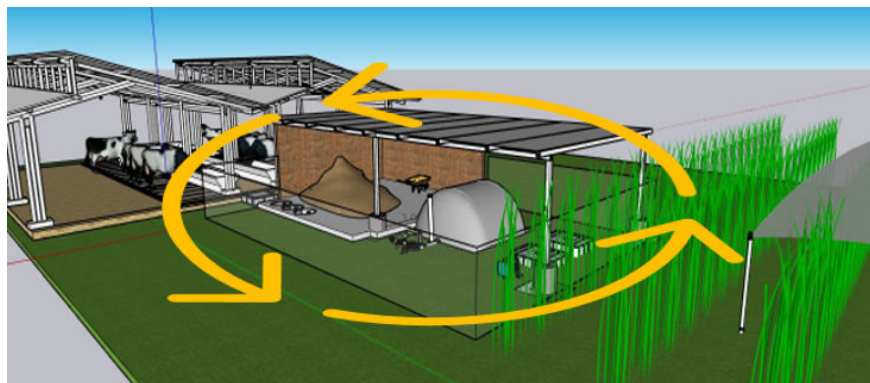
3.7 Recirculación de la Biomasa y Economía Circular

La recirculación de la biomasa es una buena práctica en la ganadería costarricense. Consiste en tomar los desechos de las unidades productivas y convertirlas en sustratos, compostas o abonos orgánicos, para fertilizar potreros o cultivos y devolver al sistema lo que los animales o el ser humano tomó para su desarrollo o proceso productivo.

Mediante la Figura 16, se observa todo el proceso a nivel técnico que ofrece el sistema de biodigestión, con la recirculación de biomasa. Los animales consumen el pasto producido dentro de sus fincas, este pasto es digerido, durante su proceso fisiológico, desechan excretas, las cuales pasan por un separador de sólidos en el que se aprovecha la materia sólida al convertirse en abono sólido o compost y el líquido se dirige al biodigestor, por un tiempo de retención adecuado para luego ser depositado en tanques. El biol, luego de un proceso de maduración es aprovechado para fertilizar pastos y estos pastos son aprovechados por los animales lo cual repite el ciclo.

Figura 16

Sistema de biodigestión completo con recirculación de biomasa



Nota. La Figura 16 muestra un diseño en *SketchUp* de un sistema circular de biomasa.

Por otra parte, la economía circular juega un papel esencial dentro de los sistemas de biodigestión. Siguiendo la Figura 16, el productor aprovecha el pasto producido en su propia finca, esto le genera una disminución en insumos traídos externamente como concentrados para los animales. Con la excreta se produce abono orgánico sólido, el cual se puede utilizar como enmienda al suelo, venderlo o ser aprovechado en su propia finca.

Además, el líquido se dirige al biodigestor y mediante el sistema anaerobio se produce biogás, un gas aprovechado en varios equipos sustituyendo fuentes como electricidad, gas licuado GLP o combustible, el líquido se transforma en biol y este sigue un proceso de maduración para, posteriormente, ser utilizado en la fertilización de pastos y el ciclo se repite aprovechando cada recurso que la finca provee. Existe una disminución de fuentes energéticas externas y de otros costos asociados a la producción, lo cual promueve la bioeconomía y la economía circular.

CAPÍTULO 4

Oferta y demanda de los sistemas de biodigestión

En este capítulo, se describe tanto la oferta como la demanda del sistema de biodigestión, así como un análisis de varias fincas que han tenido un biodigestor.

4.1 Principales Oferentes a Nivel de Costa Rica

El mercado de comercialización de los sistemas de biodigestión, está formado por un número limitado de oferentes que manejan los biodigestores de PVC y polietileno en Costa Rica, actualmente solo existen 3 oferentes que comercializan biodigestores de PVC que son la empresa VIOGAZ con más de 10 años de experiencia en la instalación; Sembrando Flores con 3 años de experiencia y AMBiogás con 4 años de experiencia. También existen oferentes nacionales que importan la geomembrana como las empresas HomeBiogas y SistemaBio respectivamente, aunque este último no cuenta con una representación formal en Costa Rica.

Asimismo, existe un número ilimitado de ingenieros agrónomos o extensionistas que instalan biodigestores de polietileno, aun sin la experiencia requerida, por lo que, en algunos casos, los biodigestores dejan de funcionar, por lo cual obtienen una percepción negativa de parte del productor. A su vez, instituciones públicas como el MAG y el ICE instalan dentro de su cartera de proyectos ambientales biodigestores de polietileno. Sin embargo, existen casos que al ser proyectos de carácter estatal y sin costo al productor no se les da el debido mantenimiento por lo que no se aprovecha y más bien se pierden o se utilizan mal los recursos otorgados.

A continuación, se detallan los principales oferentes de biodigestores en Costa Rica, algunos de los oferentes de biodigestores solo ofrecen el producto sin el servicio de instalación.

4.1.1 Marca Homebiogas

Los biodigestores bajo la marca Homebiogas son sistemas muy sofisticados, diseñados para casas, restaurantes, comedores, aunque también son ofrecidos a fincas agropecuarias. Son sistemas que requieren muy poca obra civil para su instalación y sus piezas son fáciles de

ensamblar. Se alimenta manualmente y en Costa Rica se comercializa el modelo 2.0, con un volumen líquido de 1200 litros y el modelo 7.0 con volumen líquido de 4300 litros, con un precio de 899.000 colones y 1.599.000 colones respectivamente.

Figura 17

Biodigestor marca Homebiogas, modelo 2.0 instalado en Finca Agroecológica Biamonte, Coronado, Costa Rica, 2022



Nota. En la Figura 17 se observa un biodigestor HBG 2.0, el cual abarca 1200 litros de volumen líquido y almacena 800 litros de biogás, sistema alimentado con aguas negras. El efluente se deposita en un biojardinera y el biogás en el laboratorio de plantas medicinales, sustituyendo el GLP.

4.1.2 Marca Viogaz

Los biodigestores bajo esta marca son fabricados en PVC, su precio varía en la calidad del material, el grosor de la membrana, la resistencia y asesoramiento técnico, presentan modelos desde el metro cúbico hasta los 150 metros cúbicos y otros sistemas de mayor dimensión llamados lagunas cubiertas o tapadas. Los precios a pequeña y mediana escala oscilan entre los 500.000 colones hasta los 12.000.000 de colones, dependiendo de la necesidad de cada cliente.

Actualmente existe una relación comercial con la empresa Viogaz y el grupo consultor Sembrando Flores en el asesoramiento técnico para la instalación y puesta en marcha de biodigestores, en el que se busca desarrollar otras áreas de aprovechamiento del sistema.

4.1.3 Bioingeniería AVA

Es una constructora ubicada en Liberia Guanacaste que se dedica a la instalación y venta de biodigestores, paneles solares, sistemas de riego, invernaderos, drenajes, etc. Comercializa e instala biodigestores tanto de marca Homebiogas como la marca SistemaBio, una marca muy reconocida a nivel mundial.

Asumiendo un servicio de instalación de un SistemaBio para una finca pequeña de 8 metros cúbicos de volumen líquido, se obtendría 2,5 metros cúbicos de biogás diario y menos de medio metro cúbico de biofertilizante. El precio ronda los \$ 1.000+IVA. Esto incluye la asesoría, instalación y transporte. El cliente tendría que cavar la zanja, construir el techo, realizar las conexiones, y contratar la mano de obra para ayudar en la instalación del sistema.

4.1.4 Covertech CR

La empresa Covertec se ubica en Moravia, se dedica a comercializar plásticos de invernadero y otras soluciones para proteger cultivos. La empresa ofrece biodigestores de polietileno de 200 micras de grosor de 2,5 metros de ancho y de múltiplos de 5 de largo. Por ejemplo, para un biodigestor de 7,5 metros de largo, se tendría que comprar 15 metros en total, ya que, al ser un material muy delgado, se debe construir con doble bolsa, el precio es de 129.400 colones más IVA.

El productor debe contemplar el sistema para la entrada y salida de las aguas, las mangueras, válvulas de alivio, la construcción de la zanja y la infraestructura de resguardo, conexiones, así como la mano de obra para la instalación.

4.1.5 El Colono Agropecuario

El Colono Agropecuario es una empresa que comercializa diversas herramientas y materiales para el sector agropecuario, el precio de la bolsa del biodigestor en LPDE es de 11.722 colones el metro, por lo que una bolsa de 15 metros tiene un costo de 175.830 colones. Al igual que el proveedor anterior, el productor debe adicionar al precio las salidas de las aguas residuales, la válvula de alivio, elaboración de la zanja, infraestructura de resguardo y demás conexiones.

4.2 Oferentes de Servicio de Instalación

Existe una cantidad indefinida de oferentes que brindan el servicio de instalación, en muchos casos no tienen una relación comercial con la empresa que les provee el producto. No obstante, se entrevistó a don Gerardo Umaña y al Dr. Raúl Botero quienes llevan una amplia experiencia, no solo instalando sistemas de biodigestión, sino capacitando a estudiantes y personal interesado en aprender a instalar estos sistemas, el Dr. Raúl además de instalar biodigestores, capacita a futuros técnicos u oferentes del servicio, por lo que se realiza una entrevista más extensa.

4.2.1 Entrevista a Gerardo Umaña de Arietes y Biodigestores

Don Gerardo Umaña cuenta con 14 años de experiencia instalando arietes y biodigestores de polietileno LPDE. Ha impartido varios cursos y talleres sobre manejo y mantenimiento de biodigestores, por tal motivo se dedica a asesorar e instalar biodigestores a fincas, principalmente de la zona Atlántica. Sin embargo, instala en todo el país, el precio de cada proyecto varía según el tamaño del biodigestor y los complementos que el cliente desea, como techos, separadores, etc., por lo que no es posible establecer un precio específico (Umaña, 2022).

4.2.2 Entrevista al Dr. Raúl Botero Botero

Profesor e investigador de la Universidad *Earth*, empezó a trabajar con biodigestores desde 1986 cuenta con más de 37 años investigando e instalando biodigestores en Costa Rica y en Latinoamérica.

Ha elaborado más de 50 publicaciones sobre los sistemas de biodigestión y cada uno de sus beneficios. Empezó a trabajar en Colombia junto con el Dr. T.R. Preston del Centro de Investigación de Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria (CIPAC), en conjunto empezaron a instalar biodigestores a pequeños productores por zona.

Dentro de la entrevista, comenta que se debe aprovechar todo lo que el biodigestor produce, inclusive los lodos. Con respecto al gas, en pequeños productores han venido investigando formas de aprovechar y optimizar las estufas de tal manera que se maximizara la temperatura al consumir el mínimo de gas posible.

Con respecto a las metodologías para promover la tecnología que ha visto, comenta que muchas personas no cuentan con los conocimientos ni experiencia para instalar biodigestores y llegan al campo con los productores, les ofrecen una tecnología que no es la indicada y desafortunadamente los mismos productores no solo van perdiendo el interés, sino que malinforman que dicho biodigestor no les funcionó.

Siguiendo con la entrevista, sobre las estrategias que el Dr. Botero ha usado para implementar e incentivar la adopción de los sistemas de biodigestión anaerobia en las fincas, comenta que la principal estrategia es la elaboración de talleres. Recientemente ha impartido talleres en conjunto con la Dra. Claudia Chaves Villareal del Instituto Tecnológico de Costa Rica dentro del programa Biogás para Todos. En dichos talleres se informa al productor todos los beneficios y bondades del biodigestor, se le brinda una guía sencilla para la calcular el tamaño correcto y se le da acompañamiento para que puedan instalar y aprovechar al máximo la tecnología. Además, comenta que existen talleres dedicados a reparar biodigestores tanto en

polietileno como en PVC, lo que vuelve una estrategia confiable para incentivar su uso en varias fincas.

Con respecto al principal obstáculo de un productor cuando decide adquirir un biodigestor, el Dr. Raúl comenta que el costo se convierte en el motivo de más peso para que los productores no adopten la tecnología. Esto es porque un productor no cuenta ingresos fijos, estos se basan en la producción y venta en el mercado, muchas veces a precios por debajo de lo esperado. Además, indica que la situación en el campo es muy complicada y por tal motivo la tecnología no es adoptada de forma rápida, ya que el productor presenta otras preocupaciones y debe asumir otros gastos prioritarios.

El Dr. Botero comenta que una solución al problema es por medio del Estado; el costo se reduciría significativamente si el Estado se encargara de ejecutar una política pública basada en otorgar el servicio de instalación, mantenimiento y acompañamiento técnico que le dé confianza al productor. También indica que el Estado no debe ser el donador absoluto del biodigestor, sino, se debe brindarle un compromiso al productor y asumir el costo de la bolsa y de los componentes extra.

Un posible plan para incentivar el uso de biodigestores es visitar al productor, observar la forma de cómo maneja su actividad productiva y llevarlo a conocer un sistema de biodigestión en funcionamiento. Si el productor ve un biodigestor funcionando obtiene una idea de los costos y los beneficios que le generaría este sistema en su finca.

El Dr. Botero comenta sobre las experiencias negativas que ha tenido que enfrentar en su práctica como promotor de la tecnología de biodigestión. Muchos productores no siguen las recomendaciones como instalación de techos, cercas, uso correcto del biodigestor en general, por lo cual recomienda que el servicio postventa es fundamental al acompañar en todo su proceso al productor hasta que el sistema haya sido adoptado correctamente.

De acuerdo con Botero, las experiencias positivas comentan son varias. Los primeros biodigestores que él instaló aún siguen funcionando con más de 30 años. En particular el

biodigestor de la Universidad *Earth* alimentado con excretas humanas de 200 estudiantes. Fue un proyecto que prácticamente eliminó el consumo de GLP, ya que a la fecha se elaboran más de 600 almuerzos. Además, comenta que el biodigestor recuperó su inversión en un año.

En resumen, el Estado es un actor clave para que la tecnología de la biodigestión se adopte y el servicio postventa es fundamental para garantizar su correcto uso y disfrute. En consecuencia, los sistemas de biodigestión serán bien vistos por parte de los mismos productores y se motivarán a adquirir un sistema en sus unidades productivas.

4.3 Resultados de la Entrevista a Productores que Cuentan con un Biodigestor

Como parte del proyecto, es importante conocer la situación de varios biodigestores instalados en la región, ya que nos permite evaluar los parámetros de la instalación, la forma en que se adquirió, el funcionamiento y las oportunidades de mejora por parte de los mismos productores, así como los términos de instalación y el costo del proyecto, con el fin de contar con una referencia. Se realizaron en total 14 entrevistas a productores que tienen o tuvieron un biodigestor.

En la entrevista se les consultó a los productores por el estado actual del biodigestor y cuánto tiempo lleva en funcionamiento. Se observan tres principales resultados con las entrevistas generadas:

- a. Biodigestores con más de 5 años, fabricados en polietileno LDPE con techo y estructura de resguardo, los cuales 2 aun funcionan y 4 dejaron de funcionar.
- b. Biodigestores con más 2 años: 3 biodigestores LPDE con la bolsa rota por causas naturales, un biodigestor LPDE funcionando y 2 de PVC funcionando
- c. 2 biodigestores se instalaron, pero no lograron funcionar.

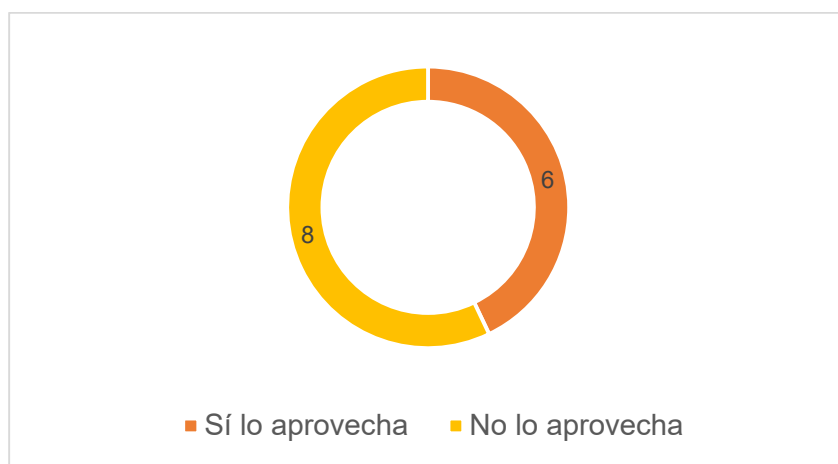
El 77% de la población entrevistada indica que el principal uso que se le da al biogás es como fuente de energía térmica, para calentar agua, leche o cocinar alimentos; sin embargo,

existe un 22% que no utilizaron este recurso, por lo que se le da un aprovechamiento mínimo o escaso, producto de la falta de asesoría especializada en lo referente al uso y disfrute del biogás. 1 productor entrevistado indicó el olor que emana del biodigestor como un problema.

Por otra parte, los productores pueden aprovechar el efluente como abono orgánico producido por el sistema, ya sea para ser vendido o ser aprovechado en sus propias fincas. Según los datos obtenidos en la Figura 18, existe un 57% de los productores que no las aprovecha. Los mismos productores señalan que no han recibido una capacitación para el manejo de compost o bioles.

Figura 18

Cantidad de productores que aprovechan los bioles salientes de su sistema de su biodigestor.



Nota. En la Figura 18, se observa la cantidad absoluta de personas que utilizan el efluente como fertilizante.

Con respecto a la pregunta si requirió financiamiento adicional para la compra de accesorios y cuánto fue el costo que invirtió total para la puesta en marcha del biodigestor, las respuestas fueron muy variables, ya que el 50% de los entrevistados sí solicitaron créditos para hacer mejoras a su sistema de biodigestión por medio de la cooperativa CoopePuriscal, mientras que el otro 50% optaron por recursos propios para la compra de accesorios como tubos, madera y láminas de zinc, entre otros.

El intervalo de la inversión oscila entre los 500 000 al 1 500 000 de colones, muchos tuvieron que comprar la bolsa con estos recursos y los encargados del MAG les ayudaban con la parte técnica de instalación. Las inversiones más elevadas fueron por colocar una estructura más duradera en block, zinc, etc. y la mayoría de los productores entrevistados comentan que la inversión fue sumamente elevada.

Con respecto a la pregunta si estaría interesado en renovar el biodigestor, en la Figura 19 se observa que la gran mayoría de productores concuerda que sí estarían dispuestos a renovar su sistema, muchos detallan que requieren mayor capacitación en estos sistemas, pero sí confían en que la tecnología les ayuda a mejorar y controlar muchos problemas ocasionados antes de la instalación. Solo existió una excepción, en este caso, el productor no lo recomienda porque le generó un olor desagradable en la cocina y optó por eliminar el uso del biogás.

Acá se refuerza que la parte técnica de los sistemas es muy importante para desarrollar una estrategia de promoción, muy probablemente el biodigestor de este productor no contaba con un filtro para remoción de ácido sulfhídrico o que el filtro con el sustrato (comúnmente lana de acero en sistemas rústicos y no recomendado por su baja eficiencia en filtrar el H_2S) ya se encontraba oxidado y esto le generaba el mal olor.

Figura 19

Disposición en renovar el biodigestor



Nota. Según los datos representados en la Figura 19, productores que poseen un biodigestor sí están dispuestos a renovar el sistema cuando este haya llegado a su vida útil, mientras que solo uno no estaría dispuesto a renovar su sistema.

Con respecto a la pregunta si recomendaría el biodigestor a un amigo o colega productor, todos respondieron afirmativamente, ya que han visto por sí mismos el beneficio que este sistema les ofrece en sus fincas. A pesar de la excepción del productor que no desea renovar su sistema, él también lo recomienda si y solo si se resuelve el problema del mal olor del biogás, no obstante, indica que el biodigestor le ha funcionado en el periodo que lo tuvo y sí lo recomienda.

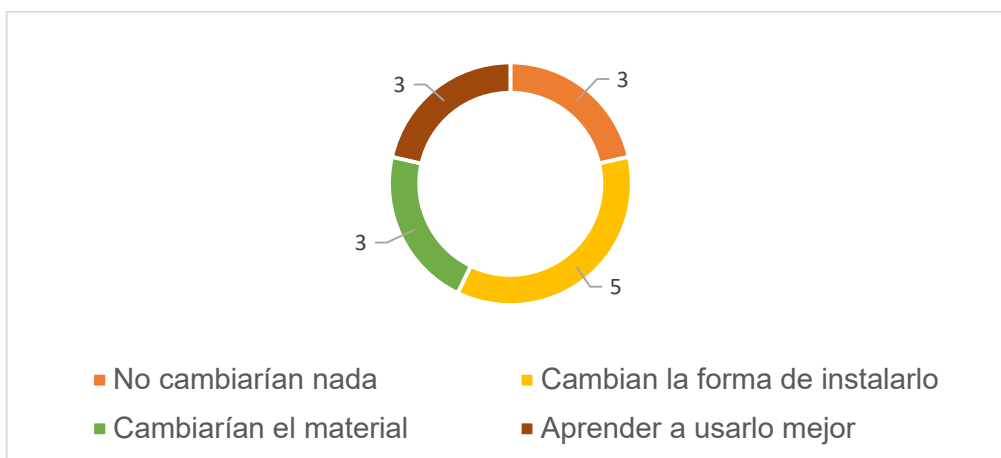
Con respecto a las posibles recomendaciones del producto expresado en la Figura 20, se les consultó qué aspecto cambiarían en el biodigestor, de 14 productores entrevistados, 3 personas expresaron que no cambiarían nada, están conformes con la forma de instalarlo y el material; mientras que 5 productores indicaron que cambiarán la forma de instalarlo, ya que tuvieron dificultades técnicas para poner a funcionar el sistema.

Asimismo, 3 personas expresaron que les gustaría aprender sobre biodigestores para usarlos de la mejor manera posible, recibir capacitaciones y asesorías más prácticas con el

objetivo de utilizar el sistema eficientemente. Por último, 3 personas indicaron que cambiarían el material para que sea más duradero.

Figura 20

Oportunidad de mejora de los biodigestores a partir de las recomendaciones de los productores hacia el biodigestor y su servicio



4.4 Estudios de Casos en Productores con un Biodigestor

Lo anterior se expone de manera detallada mediante las visitas realizadas a 4 productores que instalaron biodigestores en la zona de Turrubares

4.4.1 Estudio de Caso 1

Sistema de Biodigestión Instalado en San Luis de Turrubares de la Familia Quirós González por la Empresa VIOGAZ SA. Se puede valorar el funcionamiento y la caracterización del sistema de biodigestión mediante el estudio de caso de la finca de doña Josselyn González y don Adonis Quirós en la finca de San Pedro de Turrubares.

Figura 21

Finca de la familia Quirós González, en San Pedro de Turrubares antes del servicio e instalación del sistema



Nota. En la Figura 21, se observa una finca que operaba bajo el sistema convencional semi-estabulado en San Luis de Turrubares, anteriormente las excretas no eran tratadas y los líquidos eran filtrados al suelo sin un adecuado tratamiento previo. El productor compraba fertilizante como Urea y comercialmente Nutrán para producir pasto de corta. Utilizaba tanto electricidad como combustible fósil para poner a trabajar las máquinas de ordeño, la motobomba y el motor de la picadora de pasto. Al ser un sistema semi-intensivo, contaba con pocas vacas de ordeño lo que representa escasos ingresos por entrega de leche a CoopePuriscal.

Según comenta Josselyn González, quien es presidenta de APAECTU y su esposo Adonis Quirós, antes del biodigestor tuvieron serios problemas de liquidez, debido al alto precio del concentrado y otras materias primas como medicamentos para los animales, compra de fertilizantes y combustibles, y electricidad. Además, el precio por kilo de leche permanecía constante por lo que llegaron a pensar en cerrar la lechería y dedicarse a otra actividad no ganadera. En otras palabras, el negocio no les era rentable y veían un panorama oscuro debido al constante aumento de sus costos.

Con base en la situación mencionada y gracias a organizaciones como Fundación Biomatec y Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), a través del Programa

de Pequeñas Donaciones, destinaron fondos no reembolsables para sustituir de fuentes energéticas externas por energía proveniente de la biomasa producida. Se realizó una evaluación para ejecutar la instalación de un biodigestor y aprovechar todos los recursos que este ofrece y se ejecutiva el proyecto como se observa en la Figura 22

Figura 22

Finca de la familia Quirós González, después de la instalación del biodigestor, San Luis de Turrubares.



Nota. En la Figura 22 se observa el proceso constructivo del sistema de biodigestión incluido el biodigestor [a] y los tanques de maduración de bioles [b]

Con la puesta en marcha del sistema de biodigestión se potencializa la finca dentro de una economía circular en el que se aprovecha cada subproducto generado y se integra de nuevo a la finca sin depender de fuentes externas. La finca redujo la utilización de fertilizante sintético, se observan las tanquetas con un sistema de maduración de biol y la bomba de riego hacia los cultivos (Figura 22b). El biodigestor sustituyó el consumo de combustibles fósiles y le dio un aprovechamiento tecnificado al biogás para el funcionamiento de la picadora de pasto, la motobomba de bioles y el motor de ordeño. Además, la finca dejó de comprar cilindros de gas GLP y utiliza el biogás como fuente de energía térmica. De acuerdo con la familia Quirós González existe una reducción del consumo eléctrico de un 70%.

La donación o adquisición con fondos no reembolsables generó una sensación de tranquilidad a la hora de realizar su proyecto, porque no está utilizando recursos propios ni adquiriendo pasivos para la ejecución; sin embargo, no es posible hacer lo mismo para cada productor que desee un sistema financiado de esa manera. Por lo que se deben valorar las mejores opciones para promover estos sistemas en cada finca y dar a conocer las ventajas. Así como lo mencionó doña Josselyn, “si no hubiera sido por lograr esos fondos no reembolsables y al apoyo de Fundación Biomatec, probablemente no hubiera sido posible instalar el biodigestor”.

Detalles del Sistema Instalado. El biodigestor de 50 metros cúbicos instalado en febrero del 2021, por la empresa VIOGAZ SA en conjunto con Fundación Biomatec y la organización Sembrando Flores en el asesoramiento técnico, funciona tanto en la utilización del biogás como para fertilizar los pastos.

Con respecto al biol, lo esparce con el cañón de riego en los pastos de corta, no utiliza otro tipo de fertilizante adicional y produce abono orgánico mediante el lombricompost. Depende poco de los insumos externos para la finca, lo que le representa un alivio al productor.

Los motores utilizan un sistema de carburación dual. Consiste en suministrar al motor tanto combustible fósil como biogás. El proceso inicia encendiendo el motor con una pequeña cantidad de gasolina, luego se enciende una turbina, ya que requieren presión de gas para el correcto funcionamiento del carburador y se cierra la llave para bloquear el acceso de combustible. Posteriormente, se abre la llave de paso de la línea de biogás, el motor funcionará de forma autónoma a biogás luego de 40 segundos de encendido.

Figura 23

Ordeñadora trabajando a biogás instalado en San Luis de Turrubares, Costa Rica, 2021



Nota. En la Figura 23, se observa la máquina de ordeño que trabaja con un sistema de carburación dual. El productor debe recibir la capacitación especializada en calibrar este tipo de equipos cuando se modifican a biogás.

Por otra parte, en la Figura 24, se observa el motor que trabaja para picar pasto, este motor también funciona con un sistema de biogás parecido al motor de la ordeñadora de forma autónoma. Es importante resaltar que el pasto fue producido en la misma finca sin insumos externos como fertilizantes sintéticos. El pasto se considera como una materia prima en la alimentación del ganado estabulado en la finca.

Figura 24

Picadora de pasto funcionando con biogás instalado en San Luis de Turrubares, Costa Rica, 2021



La empresa Viogaz SA no solo instala biodigestores, también cuenta con una vasta experiencia en utilizar los equipos y tecnología para el aprovechamiento, tanto del biogás como del biofertilizante producido. Su fusión con la empresa Sembrando Flores propone un modelo de venta, el cual se enfoca en la asistencia técnica especializada en agricultura y ganadería regenerativa, producción orgánica y sistemas para el aprovechamiento de biogás como conversión de motores, calentadores de lechones, calentadores de agua y cocinas industriales. También trabaja junto con otros socios comerciales en la producción y generación eléctrica a gran escala.

4.4.2 Estudio de Caso 2

Visita a un Productor de Doble Propósito en Lagunas de Turrubares. El productor ya contó con un biodigestor en polietileno hace 2 años; sin embargo, tuvo problemas con el inflado de la bolsa y no tuvo la capacitación debida para reparar ni poner en marcha el biodigestor. Por las razones anteriores, el productor no aprovechó de forma idónea el efluente ni el biogás en su totalidad. El productor indica que el biodigestor nunca le funcionó y estuvo menos de un mes inflado.

El productor ha hecho esfuerzos por mejorar las condiciones de la finca, como construir un lombricario o lombricompostera para aprovechar los desechos generados y convertirlos en subproducto. Actualmente, no cuenta con un tratamiento ni aprovechamiento de aguas residuales. Además, utiliza Urea y Nutran como fertilizantes en pastos con un costo mensual de 40 000 colones por mes. Como fuentes energéticas, el productor utiliza electricidad con un costo de 30 000 colones al mes, leña y combustible.

La cooperativa CoopePuriscal y el MAG realizaron la donación de la bolsa de polietileno, tuberías y 2 alcantarillas de 10 pulgadas que actúan como sello hidráulico, entre otros componentes. Se estima una inversión del proyecto de 200 000 a 250 000 colones. Sin embargo, estos recursos no tuvieron el retorno esperado por el productor en el aprovechamiento del biogás ni del biol.

Figura 25

Biodigestor de polietileno en mal estado



Nota. En la Figura 25 se observa una bolsa LDPE desinflada, no fue posible determinar el calibre. La fosa se encuentra llena de agua estancada y barro con materia vegetativa.

Una de las razones del no funcionamiento es el poco desnivel que existe entre la caja de registro y el biodigestor, por lo que no existe un flujo descendente de líquidos, también se observa una menor profundidad de la fosa. La bolsa se observa prácticamente nueva y está protegida de las condiciones climáticas del lugar, también se observa un desprendimiento de tierra en los taludes, por lo que la bolsa se encuentra parcialmente enterrada

4.4.3 Estudio de Caso 3

Visita a un Productor de Lácteos en Quebrada Azul de Turrubares. El productor ya contó con un biodigestor en polietileno hace 2 años; sin embargo, tuvo problemas con el inflado de la bolsa, comenta que no tuvo la capacitación debida para reparar ni poner en marcha el biodigestor, por lo que no supo aprovechar el efluente ni el biogás en su totalidad. El biodigestor duró inflado solo 22 días, el productor indica que le suministró suero y excreta, sin embargo, nunca obtuvo el rendimiento esperado. El sistema fue instalado para el manejo de aguas residuales, mediante un proyecto financiado y ejecutado por el MAG.

El productor ha hecho esfuerzos por mejorar las condiciones de la finca, colocó un techo en el biodigestor para alargar la vida útil, construyó un lombricario con el fin de aprovechar los

desechos generados, así como la elaboración de aparatos con cerca eléctrica y compra de equipos como picadora de pasto

Actualmente, no cuenta con un tratamiento ni aprovechamiento de aguas residuales; utiliza Urea, Nutran y 10-30-10 como fertilizantes en pastos con un costo mensual de 20 000 colones por mes. Como fuentes energéticas, el productor consume electricidad con un costo de 70.000 colones al mes, utiliza GLP con un costo de 10.000 por mes y combustible para poner a trabajar la picadora de pasto.

Figura 26

Conexión mal instalada del biodigestor de polietileno



Nota. En la Figura 26, se observa la bolsa prácticamente nueva, pero desinflada, con una fuga en las tuberías, las conexiones no están bien instaladas por lo que se aprecia a simple vista una fuga en el biodigestor, lo cual no permite mantenerse inflado; es decir, no existe hermeticidad. Además, se recomienda que los sellos permanezcan fijos al suelo para evitar los movimientos y materiales de mejor calidad.

En los casos anteriores, el desaprovechamiento de recursos públicos y un mal manejo del biodigestor ocasionan que el producto se vea afectado por el desconocimiento entre los mismos productores, esto ocasiona dudas y desconfianza con el funcionamiento de los sistemas en las fincas.

4.4.4 Estudio de Caso 4

Biodigestor de Geomembrana de PVC Instalado en la Asociación de Productores del Cerro de Turrubares. El beneficio de APROCETU es una asociación galardonada por el Programa País de Carbono Neutralidad, con ayuda de muchas organizaciones, el beneficio se ha ido posicionando en buscar formas más sostenibles e innovadoras de reducir sus costos, como la implementación de paneles solares y de un biodigestor, así como incentivar la producción con Buenas Prácticas Agrícolas (BPAs) en sus propios socios.

El beneficio cuenta con un biodigestor de PVC de 35 m³ instalado y asesorado por el Ing. Esteban Acosta de la empresa Sembrando Flores, bajo la marca Bioflex con el apoyo de Fundación Biomatec y el Programa de Pequeñas Donaciones.

Se instaló en setiembre del año 2020 y su principal objetivo es tratar los desechos de las aguas mieles del beneficio de café, también se instaló una pequeña porqueriza cuyo principal objetivo es activar con bacterias biológicas el biodigestor para obtener un mayor porcentaje de producción de metano. Se espera obtener un mejor aprovechamiento del biogás con la instalación de calentadores industriales para mejorar la producción de sus calderas

Figura 27

Biodigestor de 35 m³ para el procesamiento de aguas mieles del beneficio APROCETU instalado en el año 2020



Nota. En la Figura 27, se observa el sistema con desecho porcino y aguas mieles del beneficio de café después de un año de instalado.

4.5 Demanda de Biodigestores en la RCS

Con el objetivo de evaluar el potencial de mercado en la implementación de los sistemas de biodigestión, se realizó un análisis de la eventual demanda dentro de la Región Central Sur

4.5.1 Mercado Total

Para la estimación del mercado total, se toma como referencia la Tabla 1 y 2 donde se identifican un total de 2 261 fincas dedicadas a la producción bovina y 595 fincas dedicadas a la producción porcina.

Por otra parte, en el Plan Regional de Desarrollo Agropecuario y Rural, Central Sur 2015-2018, se estima que existen 1137 ganaderos dedicados a la producción bovina de doble propósito, distribuidos en cuatro asociaciones, mientras que 653 representan a la actividad porcina distribuidos en dos asociaciones (Comité Sectorial Agropecuario de la Región Central Sur, s.f, p.13), sin embargo, solamente existen alrededor de 250 granjas porcinas debidamente inscritas en SENASA, lo que deriva de la existencia de pequeños establecimientos no registrados dentro de la región. (MAG,2021).

4.5.2 Mercado Potencial

Los sistemas de biodigestión se deben instalar bajo criterios y variables técnicas según las características propias de cada unidad productiva como:

a. El tipo de actividad pecuaria (porcina, bovina, etc.), esta variable cambia la caracterización de las aguas en los sistemas de biodigestión.

b. Sistema de producción (pastoreo, estabulado, semiestabulado) debido a que se considera la cantidad de excreta disponible en el corral o establo.

c. La ubicación y características de la finca va relacionado a la temperatura, posición de la finca y disposición de terreno para instalar un sistema

d. Cantidad de animales.

Tales características se deben considerar para determinar el mercado potencial ya que las dimensiones del biodigestor pueden variar según indique el estudio técnico. Por otra parte, existen fincas que no necesitan o no poseen los criterios necesarios para instalar un biodigestor, por ejemplo, si maneja un sistema solo de pastoreo, dentro de la estabulación maneja un sistema de cama seca o el piso del corral es de tierra y no posee un sistema de canalización de aguas. Estas fincas deben realizar una inversión previa antes de comprar un biodigestor o considerar la mano de obra requerida para recolectar la excreta manualmente, colocarla en un tanque de homogenización y luego depositarla al biodigestor.

Por tal motivo, la encuesta piloto se enfocó en fincas cuyo sistema de producción es bovino o porcino con estabulación completa o semiestabulación para estimar la demanda real. Ya que tales datos se manejan a nivel general en censos o encuestas.

4.5.3 Demanda Real

Para estimar la demanda real, se tomó como resultado los datos de la encuesta piloto con respecto al interés de las fincas que cuentan con las condiciones para tener un sistema de biodigestión. Obteniendo como resultado un 58% de intención de compra. En el capítulo 5 se analizó las características de la muestra en estudio y su disposición a pagar con mayor detalle.

CAPÍTULO 5

Percepción de la Muestra Piloto hacia los Sistemas de Biodigestión Anaeróbica.

En este capítulo se muestran los resultados de la encuesta realizada a diversos productores pecuarios en el área de estudio, con el objetivo de estimar el nivel de aceptación, interés, disposición a pagar y limitantes por parte de pequeños y medianos productores. Se evaluaron las respuestas de 54 productores con base en las encuestas realizadas en la UPAP con permiso de doña Nuria Mora Jiménez encargada administrativa de la UPAP, una base de datos facilitada por el encargado del AEA Puriscal, Jorge Fallas Fernández y visitas a campo aleatorias en zonas alejadas.

5.1 Posicionamiento del Cliente con el Producto

Primeramente, se analiza la percepción del público meta respecto al producto. Para ello se consulta a la muestra qué entiende o cuál es su primera impresión al considerar la palabra biodigestor, esta pregunta es importante ya que se valora el concepto del sistema, por esta razón la pregunta se formuló abiertamente.

A continuación, se detalla literalmente las respuestas por parte los productores acerca del biodigestor:

- “Es un tanque”
- “Un contenedor para hacer gas”
- “Procesar desechos para producir energía”
- “Contenedor para la descomposición de basura”
- “tengo uno de plástico para producir gas, es utilizado con generación eléctrica”
- “Donde se trata la mierda de la granja”
- “Una bolsa para tratar desechos en la finca”

- “Se muy poco, he visto que lo usan para gas”
- “quería uno, pero me costaba 40.000 dólares, me dijeron que necesitaba una laguna cubierta”
- “Tengo una bolsa transparente plástica, la uso para cocinar y calentar la leche”
- “Bolsa plástica para producir gas, compré la bolsa, pero nunca la he instalado, no sé cómo”
- “Una bolsa en forma de chorizo para tratar las aguas del corral, tuve una, pero vino un barranco y la enterró”
- “una bolsa para producir el gas, quise tener una pero un carajo no la terminó de instalar, cuento con la bolsa”
- “Es una bolsa, creo que sólo lo usan los que tienen cerdos”
- “Quise tener uno, pero no he podido, no he conseguido la bolsa, lo que tengo es la zanja”
- “Es una bolsa inflada alargada para sacar gas”
- “Varios lo tienen, pero se joden rápido, no dan la talla y los pájaros picotean la bolsa”
- “No sé lo que es un biodigestor”

En resumen, los productores manejan una leve percepción de lo que significa un biodigestor. Muchas de las respuestas a esta pregunta se repetían, el 30% de la población encuestada percibe que el biodigestor es una bolsa para producir gas, mientras que el 26% la percibe como un medio para procesar y tratar los desechos y aguas en las fincas.

La muestra percibe al biodigestor como una herramienta para producir gas y tratar las aguas residuales; sin embargo, solo el 2% relacionaron el biodigestor con producción de biofertilizante o abono orgánico, lo que representa la primera barrera para establecer una conexión del productor y de la finca con respecto al producto, ya que parte del retorno de la inversión se obtiene más por el aprovechamiento de los biofertilizantes en las fincas que por el uso del gas.

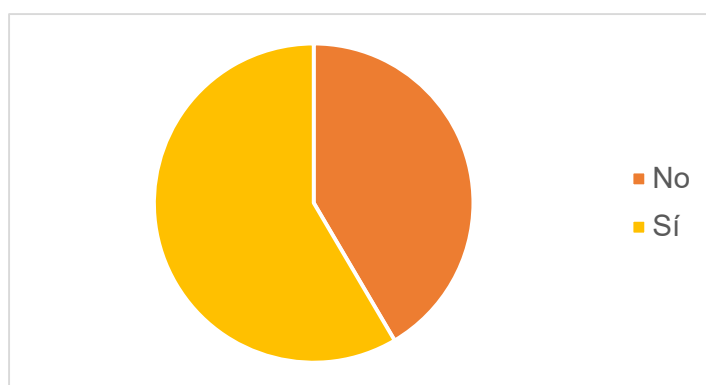
Si se analiza cada respuesta de los productores, se observa una necesidad de capacitación y asesoramiento técnico para incentivar la tecnología en la comunidad. Dentro de la muestra se observan personas que desean tener un biodigestor, pero por diversas situaciones no han podido ejecutar su proyecto. Otros productores tuvieron su sistema, pero con el paso del tiempo lo desinstalaron o no les funcionó, a este grupo se les investigó mediante una entrevista para conocer las causas o los fallos que les generó la tecnología.

5.1.1 Interés o Aceptación

El interés por parte de los productores es un indicador importante al evaluar el estudio. Se evalúa relacionando la primera pregunta: ¿alguna vez le ha interesado adquirir un biodigestor? Lo cual busca medir el interés del encuestado antes de mostrarle los beneficios o ventajas del sistema en sus fincas. Por otra parte, se toma en cuenta el interés de recibir talleres y capacitaciones luego de enumerar una lista de los beneficios del sistema en sus unidades productivas y el nivel de aceptación y la probabilidad de adquirir un biodigestor en la finca

Figura 28

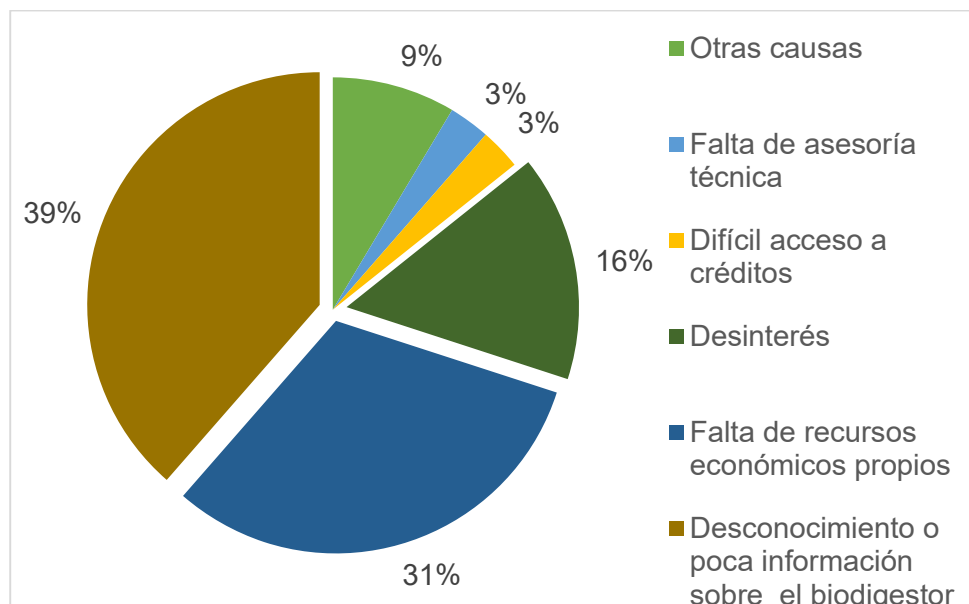
Interés de adquirir un biodigestor en la RCS, 2022



Nota. En la Figura 28, se observa que el 60% ha tenido el interés de adquirir un biodigestor en sus unidades productivas, mientras que un 40% no ha mostrado interés. Para determinar las razones del porqué la tecnología no es aplicada y las causas por las cuales no se ha instalado o no cuentan con un sistema de biodigestión, se muestran mediante la Figura 29.

Figura 29

Distribución porcentual de posibles causas que han impedido adquirir un biodigestor en RCS, 2022



Nota. La Figura 29 representa la situación por el cual los productores no han tenido un sistema de biodigestión en sus fincas.

Para determinar las causas que han impedido adquirir un biodigestor, se realizó un tipo de pregunta cerrada con opción de respuesta múltiple, en el que el encuestado asigna una o varias respuestas ya preestablecidas; sin embargo, en la opción “otras causas” se le solicitó que indicara cuáles cree que son las causas adicionales que le ha impedido adquirir un sistema en su finca. Entre las principales fueron las siguientes: no tener actualmente animales, no creer necesitarlo, no hay biodigestores disponibles en el mercado, los biodigestores son muy caros, existen otras prioridades y no era rentable instalar uno.

Dado lo anterior, se confirma la necesidad de informar a los clientes y consumidores sobre los beneficios y ventajas del biodigestor, ya que cuentan con poca información y desconocimiento sobre el impacto positivo que pueden generar estos sistemas en sus fincas. También, se observa como segundo factor la falta de recursos económicos. Esto es una

preocupación constante para cualquier actividad económica; sin embargo, es necesario analizar el tipo de inversión y rentabilidad de cada proyecto si llegan a instalarse con indicadores económicos, y buscar un financiamiento o apalancamiento para activar estos proyectos.

En muchos casos las inversiones superan el millón de colones y los productores no cuentan con los recursos disponibles. Una estrategia es vincular actores financieros que puedan solucionar este problema a través de financiamientos directamente con los mismos productores o en conjunto con asociaciones.

5.2 Caracterización de las Fincas Pecuarias

A partir de los datos, se busca identificar las características principales de la muestra en estudio, con el objetivo de conocer de primera mano la forma de tratamiento de sus desechos en la finca, principales gastos asociados a su producción, sistema de producción con el fin de recomendar la dimensión de biodigestor que mejor se ajuste a la unidad productiva en estudio.

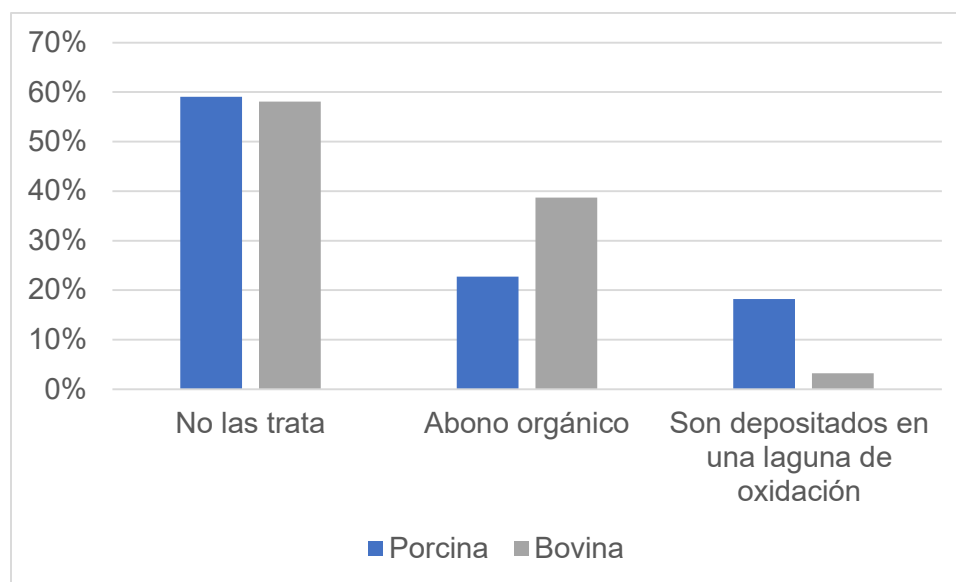
De la muestra consultada, un 40% son fincas cuyo principal sistema de producción es el porcino mientras que el 60% maneja un sistema de producción bovino. Es importante resaltar que no se consideró la ganadería de pastoreo completo ya que la recolección de excretas genera un alto costo en tiempo y mano de obra.

5.2.1 Tratamiento de Aguas Residuales de la Muestra en Estudio

Una de las ventajas que brindan los sistemas de biodigestión es el correcto tratamiento de las aguas residuales, en estos casos producidas por la producción pecuaria. Sin embargo, dentro del análisis, muchas de las fincas no tratan sus aguas residuales, no se les da un correcto uso y son arrojadas en el suelo o vertidas a ríos o quebradas, lo cual ocasiona un grave problema ambiental. La Figura 30 refleja el tratamiento de las aguas residuales de la muestra.

Figura 30

Tratamiento de las aguas residuales de la muestra en estudio, en la RCS, 2022



Nota. La Figura 30 representa las formas que son tratadas las aguas residuales en las fincas.

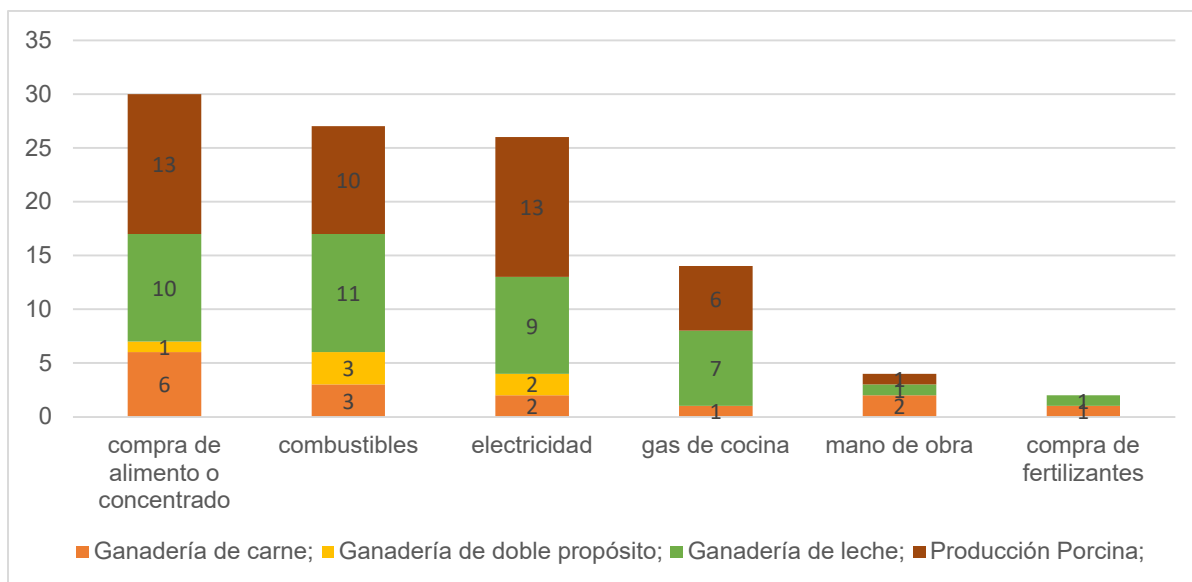
Se observa que las fincas de producción porcina y bovina carecen de un adecuado sistema de tratamiento de sus aguas residuales, en muchos casos, al ser sistemas intensivos, ocasionan problemas de malos olores y molestia a los vecinos, esto podría servir como parámetro para informar, persuadir y generar un valor económico a los desechos producidos.

5.2.2 Principales Costos de las Fincas

Las fincas pecuarias presentan varios costos en sus unidades productivas, actualmente, los costos han ido aumentando en los últimos tiempos, principalmente los concentrados, fertilizantes, electricidad, combustibles y otros derivados del petróleo. Por esta razón, una de las líneas de la bioeconomía es la sustitución de los costos externos por la elaboración de varios insumos dentro de la misma finca. En la Figura 31, se observan los principales costos presentados en la muestra en estudio, dividida por su actividad pecuaria.

Figura 31

Distribución absoluta de los principales costos de las fincas pecuarias.



Nota. La Figura 31 representa los principales costos que asumen las fincas pecuarias, según la muestra seleccionada.

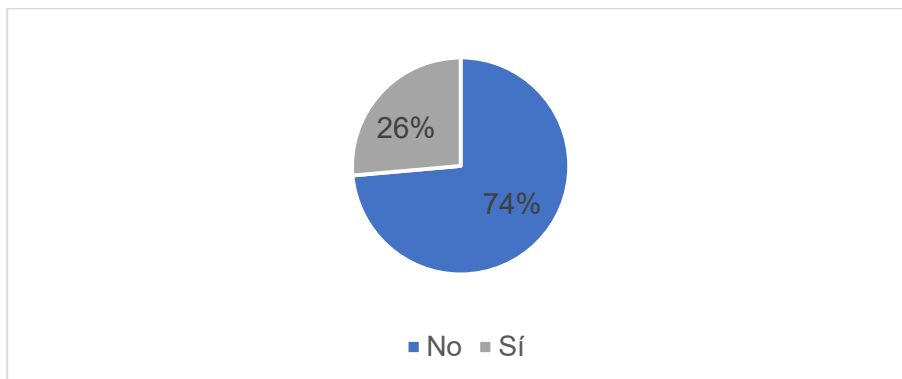
Se observa que el alimento o concentrado tanto para la ganadería bovina como la porcina representa el costo que más les preocupa a los productores. A nivel del sector bovino, se puede incentivar el uso de pasto de corta o bancos forrajeros como botón de oro, lo cual ayuda a reducir el consumo de concentrado. El biodigestor viene siendo una herramienta tecnológica para producir este tipo de alimentos sustitutos. Asimismo, se pueden establecer pequeños clústeres entre sectores, al aprovechar, por ejemplo, la cerdaza como una fuente proteica al sector bovino.

5.2.3 Formas de Disminuir el Costo en las Fincas.

La pregunta que se les consulta a la muestra tiene como objetivo saber qué tipo de esfuerzos han hecho en sus fincas para disminuir sus costos y si estos esfuerzos han dado resultados. Los resultados se muestran en la Figura 32

Figura 32

Comparación porcentual de fincas que han hecho esfuerzos para disminuir sus costos de producción, en la RCS, 2022



Nota. La Figura 32, representa de forma binomial la cantidad de fincas que han realizado algún tipo de esfuerzos por reducir sus costos.

Se observa que solo el 26% de las fincas han hecho algún esfuerzo por reducir sus costos operativos. Algunos esfuerzos son los siguientes: aplicación de herbicida al menos una vez al mes; instalación de un biodigestor para producir gas y abono orgánico, en este último esfuerzo, una parte de los biodigestores han dejado de funcionar; manejo de camas secas; arreglos en el chiquero, como colocar pisos de plástico; mejora genética del hato; instalación de cercas eléctricas. Reducción y sustitución del consumo de concentrado con yuca amarga o hacer su propio concentrado. Asimismo, 3 de los 53 productores han obtenido apoyo por parte del INDER, con la donación de marmitas. Sin embargo, consumen mucha cantidad de gas GLP por lo que no ha sido posible utilizarlas.

A pesar de los esfuerzos de los productores no obtuvieron los resultados esperados en busca de solucionar el alto costo que representa mantener sus negocios.

Todo el sistema de biodigestión cumple una función importante en la reducción de los costos para las fincas, desde la separación de sólidos para producir compost, hasta la aplicación bioeconómica en manejo de fuentes energéticas, como la sustitución de gas GLP, sustitución de

fertilizantes y de combustibles para la movilización de motores (picadoras de pasto, ordeñadoras, motobombas, etc.).

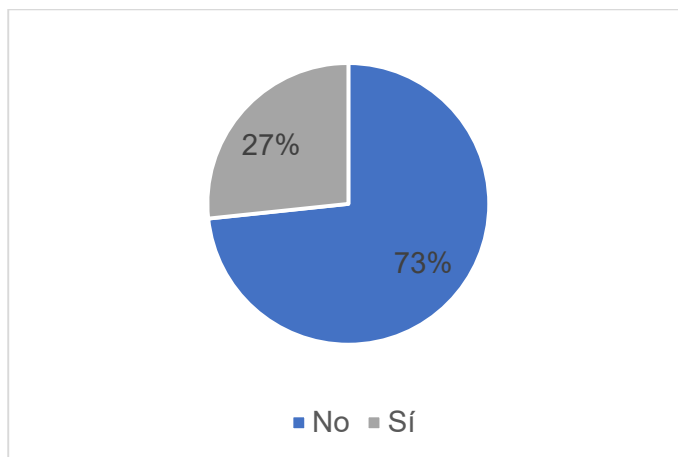
Es importante considerar las dimensiones del biodigestor para la sustitución de electricidad. Para tal efecto, se debe considerar una mayor escala y adicionar a una inversión un generador eléctrico, lo que normalmente este costo es muy alto y solo es rentable para dimensiones de sistemas a una mayor escala.

5.2.4 Compra de Insumos

Compra de Fertilizantes. Según los datos recopilados, se observa que los productores del sector bovino han dejado de comprar fertilizantes sintéticos. Consecuentemente, han disminuido sus aplicaciones en sus unidades productivas, la razón que indican es debido al alto costo del fertilizante, motivo por el cual, se han visto forzados a recurrir a otras prácticas de fertilización o simplemente no pueden fertilizar sus pastos, esto ocasionaría un serio problema en la alimentación de sus animales, principalmente bovinos. En la Figura 33, se observa la distribución porcentual de las fincas que compran fertilizantes sintéticos, a pesar, del alto costo de la compra de fertilizante, un 27% de la muestra aún emplea este tipo de fertilizantes, no solo para los pastos, sino para otro tipo de cultivos asociados.

Figura 33

Distribución porcentual de fincas que compran fertilizantes sintéticos en la RCS, 2022



Nota. La Figura 33, representa la cantidad porcentual de fincas que compran fertilizantes sintéticos dentro de la RCS,

El principal fertilizante utilizado para mejorar sus pastos es nitrato de amonio, conocido comercialmente como Nutrán, aunque también utilizan otros tipos de abonos foliares y reductores de acidez de suelo como la Urea. El gasto promedio que les genera este tipo de fertilizante es de 32.500 colones al mes. Sin embargo, se observó un rango máximo de hasta 80.000 colones en gastos por fertilizantes mensuales. Muchos de estos fertilizantes con base nitrogenada no son aprovechados para el crecimiento del pasto y se disipan inmediatamente por lo que se vuelve un desperdicio de dinero en muchos casos.

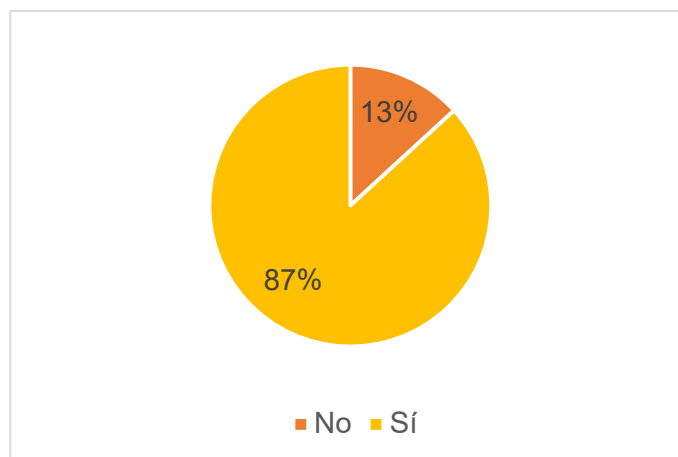
Al comparar la figura 30 sobre el tratamiento de las aguas residuales con la Figura 33, se refuerza la necesidad de incentivar a la población en el manejo sostenible de sus unidades productivas, al producir y comercializar fertilizantes orgánicos de alto valor nutricional producido a partir de bioles y compostaje dentro de las mismas fincas.

5.3 Decisión de Compra

Un factor importante en el análisis de mercado es la decisión de compra por parte de la población de estudio. Se toman varios factores iniciales para medir la decisión de compra. Basado en análisis anteriores, la primera barrera que se debe superar es la conceptual del biodigestor y de los beneficios que ofrece a la población de la región, por lo que, ante esta situación, se debe considerar el interés por parte de los mismos productores en recibir talleres de capacitación e inducción para la adopción de la tecnología en sus fincas.

Figura 34

Distribución porcentual sobre el interés de recibir talleres de capacitación en la RCS, 2022



Nota. La Figura 34, representa los porcentajes de la muestra sobre el interés de recibir talleres y capacitaciones sobre el sistema de biodigestión.

Antes de preguntar sobre el interés de recibir capacitaciones o talleres, se explica y se informa sobre las ventajas y los beneficios de los sistemas dentro de sus unidades productivas como tratamiento de desechos orgánicos, producción de energía, biofertilizante, disminución de malos olores, reducción en sus costos, generación de valor económico, etc. Como se observa un 87% del total de la muestra sí está interesada en capacitarse sobre el tema, por lo que es un paso sumamente importante para el estudio, mientras el restante 13% considera el tiempo como el principal factor de decisión para no asistir a charlas o talleres de biodigestión.

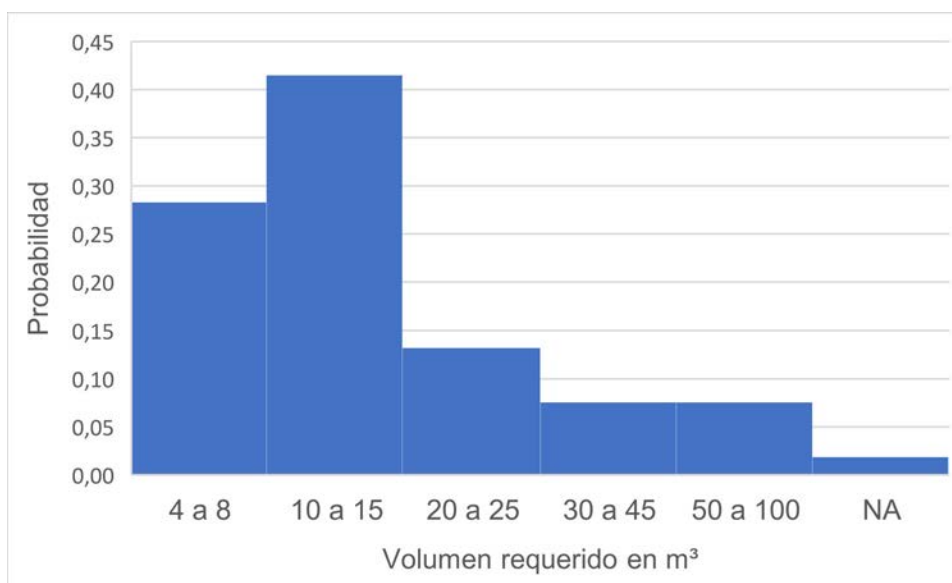
Se refuerza que el mejor método para que los productores adopten un sistema de biodigestión es el aprendizaje mediante talleres demostrativos y didácticos. Además, con solo enumerar las ventajas del sistema, se considera un aumento significativo sobre el interés de adoptar un sistema de biodigestión en sus fincas. Comparando los resultados obtenidos de la Figura 28 con la Figura 34

5.3.1 Interés de Compra

Para determinar el interés de compra, primero se hizo un sondeo de la dimensión de un biodigestor adaptado a cada finca. Se toma sólo como variable el tratamiento de desecho orgánico que genera la finca, basándose en los parámetros: actividad pecuaria, sistema de producción, horas de estabulación y cantidad de animales. Con base en esas estimaciones se calcula el tamaño de sistema requerido y el precio, esto con el fin de identificar el tamaño de sistema que mejor se ajuste en la finca y analizar si el precio propuesto le parece el adecuado.

Figura 35

Tamaño de biodigestor en m³ según los parámetros: cantidad de animales, sistema de producción y actividad a la que se dedica en las fincas de estudio, en la RCS, 2022



Nota. La Figura 35, representa el tamaño de biodigestor requerido para cada finca evaluada calculado en metros cúbicos de agua residual, según el indicador de cantidad de animales y actividad. Se omitieron otros indicadores de cálculo.

Se presenta la distribución de probabilidad del tamaño de biodigestor requerido por cada finca del estudio, se observa que más del 40% de las fincas requieren un tamaño entre 10 m³ a 15 m³ de volumen para procesar y tratar correctamente sus desechos. Las fincas cuentan con pocos animales, en el caso de la actividad porcina, suelen manejar entre 20 a 50 animales,

mientras que la actividad bovina maneja en promedio 20 en sistemas de producción semi estabulados o con poca estabulación

Ahora bien, existen fincas que requieren un mayor criterio técnico para calcular el tamaño del sistema, como cantidad de agua que utilizan para lavar, sistema de recolección de desechos sólidos, espacio de la finca, entre otros factores. A nivel técnico, se debe visitar la finca y someterla a una valoración visual de la estructura. Por ejemplo, si cuenta con otros sistemas como producción de quesos, se debe conocer la entrada y salida de las aguas y su recolección; posterior a la evaluación visual se presenta al productor varios tamaños de sistema de biodigestión requerido y recomendaciones para tratar óptimamente el desecho generado en su finca.

También, es importante tomar en cuenta algunos valores como tamaño del hato y sus proyecciones, ya que pueden incidir en el correcto funcionamiento del biodigestor a futuro.

5.4 Percepción del Precio y Disposición a Pagar

Con base en el criterio técnico, se presentan varios precios de acuerdo con el volumen requerido para cada encuesta aplicada.

Los precios son desarrollados de acuerdo con diseños técnicos de la geomembrana por el tipo de volumen, accesorios de instalación y mano de obra, así como otros costos indirectos. Por lo que se consulta a cada persona encuestada su opinión puntual, sobre el precio de acuerdo con el volumen requerido en su finca y cómo percibe el precio ofrecido. Se analiza mediante una tabulación cruzada o tabla de contingencia:

Tabla 8

Percepción del precio por parte de cada muestra en estudio

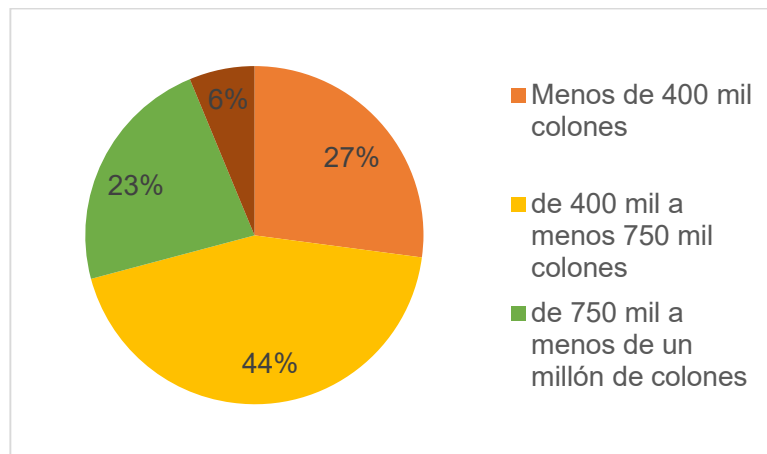
Rango de precios propuestos en colones	Barato	Justo o razonable	Caro	Muy caro	Total
Menos de un millón	1	11	3	2	17
de 1.000.000 a menos de 1.200.000	1	13	4	2	20
de 1.200.000 a menos de 1.800.000	1	3	2	1	7
Más de 1.800.000		3	1	5	9
Total	3	30	10	10	53

A la hora de dividir a cada muestra según el volumen de sistema requerido, a su vez, consultar sobre su percepción sobre el precio propuesto, se observa que el 56% de la encuesta percibe el precio entre justo y razonable, mientras que el 37% lo percibe como caro o muy caro, lo cual puede influir en la compra de un sistema en finca. Por lo tanto, se debe focalizar en incentivar los beneficios del sistema en términos económicos, y asumir indicadores financieros con el fin de considerar los sistemas de biodigestión como una buena opción de inversión y no como un gasto.

La disposición a pagar por un biodigestor es un factor determinante a la hora de evaluar el estudio. Se percibe cuánto es el monto o dinero que el productor estaría dispuesto a pagar por el biodigestor con un servicio completo de asesoramiento técnico especializado. Además, cabe descartar que 5 personas no respondieron a la pregunta porque no se han formado un criterio o idea de cuánto les podría costar instalar una obra en sus fincas, por lo que decidieron dejar la opción en blanco.

Figura 36

Disposición a pagar por instalación y asesoramiento técnico de un sistema de biodigestión anaerobio



Nota. La Figura 36, representa la disposición a pagar por parte de la muestra seleccionada.

El 44% de los pequeños y medianos productores pecuarios están dispuestos a pagar entre 400.000 a 750.000 colones, mientras que un poco más del 27% pagaría una cifra menor a 400.000. Se observa que cuando el precio es más alto, menos productores están dispuestos a pagar por esos precios, lo cual es normal.

Se percibe una situación compleja entre el precio del producto ofrecido y su disposición a pagar ya que muchos consideran el precio del biodigestor como justo o razonable, pero no pagarían una cifra alta por la implementación de la tecnología. Esto se refleja en la Tabla 9.

Tabla 9

Disposición a pagar del producto según la estimación propuesta en cada muestra.

Rango en metros cúbicos del producto propuesto	Menos de 400 mil colones	400 mil a menos 750 mil colones	750 mil a menos de un millón de colones	Un millón a millón 500 mil colones	Total
4 m³ a 8 m³	5	5	6		16
9 m³ a 15 m³	5	9	3	2	19
16 m³ a 30 m³	1	4	1		6
31 m³ a 100 m³	2	3	1	1	7
Total	13	21	11	3	48

Nota. En la Tabla 9, se observa el rango en metros cúbicos del volumen de biodigestor propuesto en cada encuesta y su disposición a pagar. Los productores están dispuestos a pagar volúmenes menores, sin embargo, los sistemas de mayor volumen, se vuelve menos interesantes para realizar una alta inversión debido alto costo que representan. Se destaca que ningún productor está dispuesto a pagar más de 1.500.000 de colones por instalar un biodigestor en su finca.

Se concluye que un biodigestor con un precio de más de 1.000.000 de colones se considera una inversión alta y compleja de adquirir para un productor, por lo que muy pocos productores asumirían tal inversión, lo cual demuestra una barrera a la hora de ofrecerles el producto.

Si se adicionan al valor las estructuras adicionales como tuberías, conexiones, separadores de sólidos, tanques de maduración y otras estructuras constructivas, probablemente, el productor no invertiría en un sistema para la finca.

CAPÍTULO 6

Estrategia de Comercialización y Distribución de Biodigestores

Los resultados observados en los estudios de casos, entrevistas a expertos, así como la encuesta piloto, indican que el mercado de la biodigestión para el segmento de pequeño y mediano productor pecuario es muy limitado, a pesar de la existencia de un alto potencial de demanda en la región.

El mercado es limitado debido a los siguientes factores:

1. Incertidumbre del producto por parte del público meta
2. Demanda negativa
3. Alto costo

Dado lo anterior, se pretende desarrollar una estrategia de mercado para la organización Sembrando Flores que permita lograr un vínculo con el segmento de pequeño o mediano productor, basado en la forma de presentar el producto, el precio, la plaza y la promoción para un público meta mejor organizado, como grupos de productores pequeños, asociaciones o fundaciones.

6.1 Situación Actual de la Organización Sembrando Flores

El mercado de Sembrado Flores está compuesto por un gran número de productores y agricultores que basan sus actividades en desarrollar productos orgánicos y biodinámicos en Costa Rica, también cuenta con un mercado mejor posicionado en el extranjero. Su principal activo es el servicio de la asistencia o asesoría técnica.

La organización Sembrando Flores no cuenta con una fábrica para la producción de biodigestores, sino que tiene conformado varios proveedores que elaboran cada componente del biodigestor como la fabricación de la bolsa, sellos hidráulicos, válvulas de alivio, filtros, entre otros.

Sus principales segmentos de mercado en esta línea son productores agropecuarios individuales, dedicados a la actividad bovina y porcina principalmente, aunque también existen otras actividades pecuarias y agroindustriales con la necesidad de adquirir un sistema de biodigestión para tratar sus desechos orgánicos y aguas residuales.

Otro segmento de mercado son las organizaciones no gubernamentales (ONG), sin fines de lucro, fundaciones y asociaciones que propicien, dentro de su cartera de proyectos, iniciativas ambientales como mitigación sobre los efectos del cambio climático, reducción de huella de carbono, protección del bosque y recurso hídrico. Los beneficios de concentrarse en este segmento de mercado son mayores, ya que constituyen organismos consolidados y presentan dentro de su cartera, varios grupos de productores dispuestos a asumir un producto que los favorezca. También captan recursos, muchas veces no reembolsables para donarlos a un número de fincas, por medio de la ejecución de varios proyectos.

Tabla 10

Necesidades de cada segmento

Segmento meta	Necesidades del cliente	Beneficios del sistema de biodigestión
Productores agropecuarios individuales	<p>Requerir el CVO para operar de acuerdo con la legislación costarricense.</p> <p>Necesitar un sistema capaz de controlar sus aguas residuales.</p> <p>Producir biogás y sustituir gastos como electricidad, combustibles y GLP</p> <p>Elaborar un sistema completo de compostaje y producción de abonos orgánicos con el fin de aprovecharlos o venderlos.</p>	<p>De acuerdo con la legislación, una finca con un adecuado sistema de tratamiento de las aguas residuales (STAR) cumple con los parámetros para obtener el CVO. Para ello es indispensable el apoyo del asesoramiento técnico de la Organización en guiar a la persona hasta obtener dicho permiso.</p> <p>El biodigestor tiene una cúpula donde se almacena el gas, el mismo puede ser utilizado en sustitución de otras fuentes energéticas y producir su propia energía de forma limpia y segura. Puede utilizarse el biogás para trabajar motores estáticos en ordeñadoras, picadoras de pasto, motobombas.</p> <p>Parte del servicio es una asesoría en sistemas de compostaje y bioles. De tal manera que se asegura que el sistema trabaje de forma óptima cumpliendo con las expectativas del cliente.</p>
Organizaciones, fundaciones, ONG, Asociaciones de productores y	<p>desarrollar y ejecutar proyectos con enfoque sostenible.</p>	<p>Ejecutar proyectos relacionados con dichas organizaciones como proyectos de tipo ambiental, social entre otros en el que no solo se presente el biodigestor como una</p>

otros grupos de interés.		alternativa sino en brindar asesorías en desarrollo sostenible.
Agroindustriales	Tratar adecuadamente los desechos orgánicos y convertirlos en subproductos. Evitar malos olores, problemas con los vecinos, control de plagas. Disminuir los costos de la facturación eléctrica, de GLP y combustibles.	Desarrollar una planta para el tratamiento de aguas residuales Utilizar el biogás a niveles más complejos para generación eléctrica, calderas industriales. Utilizar los biofertilizantes producidos, comercializarlos e incentivar la producción orgánica
Mataderos	Tratar adecuadamente de aguas rojas. Producción eléctrica para disminuir costos operativos	Desarrollar un sistema de tratamiento de las aguas rojas Utilizar el biogás a niveles más complejos para generación eléctrica, calderas industriales.
Residenciales, hoteles, comedores, restaurantes.	Tratar de aguas negras y residuos orgánicos. Reducir o eliminar costos operativos como el gas de cocina o GLP	Asesoría en el manejo y deposición correcta de las aguas negras, por medio del biodigestor y bio jardineras. Con el biodigestor no sólo es una tecnología que sustituye el gas de cocina, sino que reduce el consumo eléctrico de una casa sustituyendo calentadores de agua o lámparas de iluminación.

Nota. La Tabla 10, representa los principales segmentos de mercado en el que se pueden incursionar varios en proyectos relacionados con biodigestores y sus necesidades.

6.2 Producto

En el capítulo 3 se realizó un análisis de las principales características del producto; sin embargo, las condiciones y cálculos para determinar el tamaño de cada unidad de tratamiento varía entre cada segmento de mercado y entre cada cliente.

A continuación, se detalla la estrategia relacionada a la forma de presentar el producto y el servicio brindado para la organización.

6.2.1 Nivel de Clasificación

Nivel 1. Valor Esencial del Cliente. El objetivo que busca el consumidor, es aprovechar los desechos en recursos que le generen una disminución en sus costos operativos. Este objetivo lleva implícito solucionar un problema ambiental dado que muchas organizaciones comparten el valor de desarrollar proyectos con este enfoque.

Nivel 2. Producto Real. Un aspecto para tomar en cuenta en los estudios de casos y las entrevistas realizadas a productores consiste en la durabilidad del biodigestor, ya que en muchos casos existieron problemas por ruptura de la bolsa, debido al tipo de material. (No se recomienda fabricar biodigestores en polietileno de bajo calibre, debido a que no son fáciles de reparar, se deben tratar con sumo cuidado y con la mayor protección posible, en caso de una ruptura, la bolsa debe ser sustituida y la vida útil suele ser muy variable).

Por esta razón, se elige un biodigestor de PVC cuya diferencia radica en el grosor y el refuerzo de cada geomembrana. Los biodigestores fabricados con geomembranas de menor grosor y sin refuerzo suelen ser más económicos. En la Figura 37 y Figura 38 se observan los calibres más utilizados para fabricar los biodigestores.

Si bien, el cliente escoge el calibre que prefiere, el volumen de cada sistema depende del servicio brindado por medio de un estudio técnico en campo. Donde el asesor técnico evalúa el volumen de biodigestor que mejor le conviene de acuerdo con las características de cada unidad productiva.

Figura 37

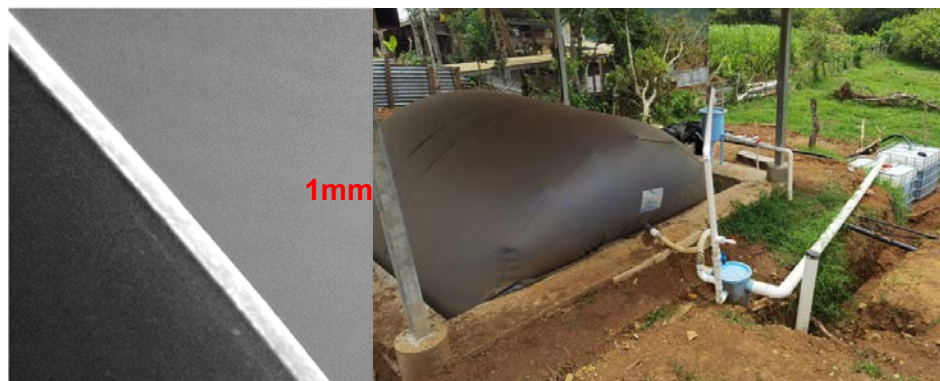
Geomembrana reforzada en PVC



Nota. En la Figura 37, representa el grosor y la calidad de la geomembrana PVC, reforzada en una malla de Nylon de 0,8 mm de grosor y protección contra los rayos ultravioleta y un biodigestor fabricado con este tipo material.

Figura 38

Geomembrana gris marca Permaflex 1mm de grosor



Nota. En Figura 38, se observa el grosor de la geomembrana marca Permaflex de 1mm de grosor y un biodigestor fabricado en este tipo de membrana

Volúmenes del Producto. Cada comprador o consumidor debe ser analizado con base en la situación actual de su empresa, finca u organización, conocer la necesidad o los motivos por los cuales necesita uno o varios sistemas de biodigestión en su negocio y evaluar la mejor opción, según su necesidad. A partir del análisis técnico se determina el volumen de biodigestor,

la ubicación del sistema en la finca y los posibles componentes extra para optimizar su aprovechamiento.

Los biodigestores comprenden desde 1m³ hasta 150 m³ de volumen líquido. Poseen la capacidad de tratar desde 33 hasta 5000 litros diarios de residuo orgánico, tomando solo como variable un TRH de 30 días. En caso de requerir tratar cantidades más altas de volúmenes, se recomendaría un sistema de lagunas cubiertas o biorreactores. En la Tabla 11, Tabla 12 y Tabla 13 se muestran los tamaños de biodigestores ajustados a cada tipo de producción pecuaria y se asume únicamente el objetivo de tratar los desechos y las aguas residuales de la finca.

Tabla 11

Estimación en metros cúbicos de la dimensión de biodigestores, según cantidad de vacas, nivel de estabulación y clima, se supone un peso promedio de 500 kg por animal.

Cantidad de vacas	Clima menor a 20°C			Clima mayor a 20°C		
	Solo ordeño (m ³)	Semiestabuladas (m ³)	Estabuladas (m ³)	Solo ordeño (m ³)	Semiestabuladas (m ³)	Estabuladas (m ³)
10	8	30	60	8	20	40
20	15	60	120	15	40	80
30	25	100	200	20	60	120
40	30	120	240	30	80	200
50	35	150	300	35	100	200
60	45	200	laguna cubierta	40	120	240
70	50	200	laguna cubierta	50	150	300
80	60	240	laguna cubierta	60	200	300
90	70	300	laguna cubierta	60	200	laguna cubierta
100	70	300	laguna cubierta	70	200	laguna cubierta

Nota. En la Tabla 11, se observan los datos aproximados que determinan las dimensiones y los volúmenes en metros cúbicos del biodigestor que necesita un productor. Esto de acuerdo con la cantidad vacas y el tipo de clima según el sistema de producción implementado. En el capítulo 3 se explican los métodos para calcular de forma precisa la dimensión del sistema por finca evaluada.

Tabla 12

Estimación en metros cúbicos de la dimensión del biodigestor según cantidad de cerdos en fase desarrollo, asumiendo un peso promedio de 50 kg.

Cantidad de Cerdos fase desarrollo	Clima menor a 20°C	Clima mayor a 20°C
10	8	8
20	12	8
30	20	12
40	25	20
50	30	20
60	35	25
70	40	30
80	45	35
90	60	40
100	60	40

Nota. En la Tabla 12, se observan varias estimaciones de volúmenes en metros cúbicos de biodigestores según la cantidad de cerdos en desarrollo. Es importante considerar la cantidad de agua residual que genera cada granja porcina para realizar una estimación más precisa.

Tabla 13

Estimación en metros cúbicos de la dimensión del biodigestor según cantidad de cerdas madres y clima, se asume un peso promedio de 100 kg.

Cantidad de Cerdas	Clima menor a 20°C	Clima mayor a 20°C
10	12	8
20	25	20
30	35	25
40	45	35
50	60	40

Nota. En la Tabla 13, se observa el volumen en metros cúbicos del tamaño de biodigestor, según la cantidad de cerdas de acuerdo con los tipos de clima.

Marca. La marca de la organización existe desde hace más de 10 años, así como el logo de la empresa. La marca se compone de color verde y el blanco que simboliza la naturaleza, armonía, equilibrio con el ambiente y pureza.

Figura 39

Logo de la organización.



Nota. Tomado de www.sembrandoflores.bio

Etiqueta del Producto. La etiqueta es la presentación del producto frente a los clientes y futuros socios o compradores de biodigestores, en ella se muestran aspectos como el logotipo

de la empresa, la descripción del producto, el contenido, la identificación del biodigestor (ID), precauciones y datos generales entre los que se destaca un código QR.

Figura 40

Etiqueta del producto.



Nota. La etiqueta se coloca en un lugar visible pegada en el biodigestor

Identificación del biodigestor. Basado en un tema de trazabilidad, estimaciones posibles de gases de efecto invernadero y cuantificar la vida útil, fallos o aspectos que sumen experiencias en la instalación. Cada biodigestor utiliza un identificador lo que permite conocer toda la información emitida e identificar problemas a futuro.

Fecha de instalación. Se considera importante para determinar la vida útil de cada sistema.

Volumen. Se coloca el volumen de cada sistema, ya que este aspecto es muy variable.

Descripción y contenido. Se resume en un párrafo la descripción del producto y el material fabricado, así como el contenido del biodigestor, como los accesorios básicos de instalación.

Precauciones. Es importante tomar en consideración cada una de las precauciones para garantizar el funcionamiento y evitar problemas en el futuro.

Empaque. El biodigestor se presentaría al público con un empaque sencillo en 2 partes, la primera parte es una caja que contiene los componentes como el sello hidráulico de entrada y de salida, manguera de conducción del biogás, válvula de alivio, filtro de remoción de H₂S,

sustrato filtrante, niples acoples para salida de lodos, previstas para colocación de tuberías, kit de reparación, 1/32 de galón de pegamento PVC y acetona para la limpieza de conexiones y manual de usuario.

El contenido de la primera caja depende del volumen de cada biodigestor. La primera caja maneja un diseño estándar en volúmenes de 1 a 30 m³. En volúmenes de mediana y gran escala la diferencia radica en el diámetro de la salida de gas a 2 pulgadas, el tamaño del filtro y la cantidad de sustrato filtrante.

La segunda caja contiene la bolsa de PVC, la caja varía según el tamaño de biodigestor y el peso, en biodigestores de más de 30 m³ se considera embalarlo o bien, presentarlo en una tarima.

Figura 41

Empaque y contenido del producto



Nota. En la Figura 41, se observa la presentación y el contenido del producto. Se muestra las cajas de empaque del producto [a] cuyas dimensiones de las cajas son 60cm de largo, 51 cm de ancho y 53cm de altura y su contenido [b y c].

Etiqueta de Empaque. En la etiqueta de empaque se coloca el contenido de cada caja, la fecha de ensamble y la fecha de realización de las pruebas de control de calidad, así como el responsable de ejecutar los controles en la fábrica para asegurar que el producto llegue al cliente o distribuidor ya revisado desde la fábrica.

Figura 42*Etiquetas de las cajas de empaque*

CAJA 1	Biodigestor
ID	
Modelo	
Volumen	
Fecha de fabricación	
Fecha Control de calidad	
Responsable	

CAJA 2	Accesorios
ID	
Volumen	
Fecha de fabricación	
Fecha Control de calidad	
Componentes	Sello de entrada Sello de salida Acoples Pegamento PVC Preparador de superficies Válvula de alivio filtro Manguera de gas Kit de reparación Manual de usuario
Responsable de fabricación	

Nivel 3. Producto aumentado. La estrategia diferenciadora está basada en el servicio, la garantía, el soporte técnico y cuotas a crédito.

Asistencia Técnica Especializada en Sistemas de Biodigestión. El servicio se considera esencial porque asegura que cada finca posea un sistema de biodigestión adecuado a sus necesidades.

Según los resultados de la investigación, los productores que tuvieron un biodigestor consideraron la necesidad de contar con un apoyo o un acompañamiento técnico especializado.

Dado lo anterior, se desarrolla una estrategia del producto especializado en tres tipos de servicios: servicio de diagnóstico, servicio de instalación y servicio de mantenimiento o postventa.

Servicio de diagnóstico: el acompañamiento preventivo o diagnóstico, lo ejecuta la persona que se especializa en el manejo integral de la finca y brinda recomendaciones al productor sobre la optimización del recurso hídrico, la producción orgánica, el manejo de pastoreo

rotacional. También asesora al productor sobre el tamaño del biodigestor según su necesidad, ubicación, diseño y construcción de todo el sistema en campo.

Servicio de instalación: el servicio de instalación garantiza que el sistema funcione correctamente. El asesor técnico verifica la construcción de la zanja, tuberías, sistemas de separación de sólidos y luego procede a la instalación, y corrobora que todos los componentes hayan quedado bien instalados.

Servicio de mantenimiento o postventa: el servicio postventa garantiza que el producto logre cumplir las expectativas del cliente, su finalidad es el desarrollo del manejo integral de la finca y se evidencia que el sistema de biodigestión se encuentre funcionando correctamente. Se le explica al cliente sobre el mantenimiento periódico del sistema y se muestra de cómo hacer el mantenimiento semestralmente. Se realiza una limpieza de lodos y con el equipo medidor de biogás se valora su calidad y el correcto funcionamiento de los filtros de remoción de H_2S

Por otra parte, es importante desarrollar un vínculo con el productor lo que refuerza la confianza hacia la organización. El productor puede motivarse en adquirir otros productos complementarios como calentadores de agua, ollas arroceras, cocinas, quemadores industriales, motores y sistemas de cogeneración eléctrica. También ve la necesidad y el deseo de especializarse en agricultura orgánica o biodinámica por lo que adquiere un servicio personalizado para este manejo en sus actividades de producción.

En la Tabla 14, se observa el servicio de diagnóstico y postventa por cada segmento.

Tabla 14*Servicios brindados a cada segmento*

Segmento meta	Servicios brindados preventa	Servicios brindados postventa
Productores agropecuarios individuales	Plan de mejora en la finca (manejo de hato, recurso hídrico)	Asesoría en manejo integral de la actividad agropecuaria
	Diseño en la instalación del sistema dentro de la unidad productiva	Asesoría en producción de abonos orgánicos.
	Asesoría en la construcción de la zanja y otras obras	Instalación de sistemas de biogás Seguimiento en uso adecuado del biodigestor.
Organizaciones, fundaciones, ONG, Asociaciones de productores y otros grupos de interés.	Evaluación <i>in-situ</i> el proyecto propuesto por las organizaciones	Asesoría para la obtención del CVO Programas de capacitación a pequeños y medianos productores
	Crear perfiles de proyecto para cada organización.	Talleres en elaboración de abonos orgánicos
	Asesoría en la construcción de la zanja y otras obras	Capacitación en el uso, instalación y mantenimiento de biodigestores
Agroindustriales	Realizar estudios de factibilidad Hacer los plano y diseños constructivos del STAR	Capacitación en el manejo del STAR Asistencia técnica en el aprovechamiento del biogás a gran escala.
	Realizar estudios de factibilidad Hacer los plano y diseños constructivos del STAR	Monitoreo y control del H ₂ S Diseño manejo del STAR en aguas rojas Asistencia en el uso y aprovechamiento del biogás.
Residenciales, hoteles, comedores, restaurantes	Asesoría en diseño y construcción en biojardineras, humedales, drenajes, etc. en caso de usar aguas negras.	Asesoría en la producción de bioles en caso de usar desechos de comida. Visita de seguimiento en el uso y mantenimiento del biodigestor.

Garantía y Asistencia Técnica en Línea. El producto contará con 2 años garantía sobre defectos de fábrica y asistencia técnica tanto en línea como *in-situ*. Dentro de la garantía se cubren al menos dos visitas por parte del técnico en campo anualmente, al considerar el nivel de complejidad del sistema. Con respecto a la asistencia remota, se ofrece al productor una línea de servicio al cliente, en el que se aclaran dudas sobre el funcionamiento y se ofrecen soluciones ante posibles fallas.

Cuotas de Pagos o Sistemas de Crédito. La organización no cuenta con la capacidad de funcionar como banca de segundo piso, por lo que no puede establecer créditos ni medir el riesgo que cada cliente posee para otorgar un crédito.

No obstante, se ofrecen dos posibles soluciones. Una solución se realizaría a través de convenios con bancos y asociaciones que funcionan como banca de segundo piso. Esta consiste en el que el productor, a través de estas organizaciones, obtiene un crédito para comprar un sistema con todos los aspectos necesarios de instalación.

La otra solución es por medio de cuotas sin tasa de interés, estas cuotas son mensuales y cuando el monto de la cuota cubra el costo del biodigestor se procede a la instalación. Se utilizaría un plazo máximo de 4 meses a partir de la formalización y el pago de la primera cuota.

6.3 Plaza

Para la estrategia de mercado basándose en la plaza, no se recomienda un canal masivo o intensivo, ya que pueden ocurrir problemas de instalación que dañarían la confianza del producto al consumidor. Por otra parte, el énfasis de la organización es el desarrollo y la promoción de la tecnología. Para tal efecto, se capacita al personal técnico distribuido en varias zonas del país sin la exclusividad, por lo que tampoco se recomienda la distribución exclusiva.

Dado lo anterior, se recomienda el canal de distribución selectiva. Kotler y Armstrong (2012) indican que “la distribución selectiva permite a los productores tener una buena cobertura de mercado con más control y menos costo que la distribución intensiva” (p.353). Se recomienda

a la organización contar con un lineamiento que permita controlar a los distribuidores por zonas, para asegurar la calidad del producto, de acuerdo con los parámetros establecidos por la organización.

6.3.1 Cobertura Geográfica

La cobertura sería en toda la Región Central Sur; sin embargo, se espera definir una segmentación por área geográfica, donde la tecnología esté plenamente consolidada, con el personal capacitado y formado para evaluar cada caso.

Como estrategia piloto, se escoge la zona de Turrubares, ya que se han instalado 2 sistemas de biodigestión dentro del área de estudio.

6.3.2 Canal de Distribución

Se realizará dos tipos de canales de distribución. La primera es una relación más directa de la empresa con el cliente, desarrollando un canal de distribución nivel 0, sin embargo, se esperaría avanzar a un canal menos costoso, al utilizar la figura del intermediario como agente de venta. Esta persona estaría capacitada para instalar y brindar soporte a los sistemas instalados dentro de su área geográfica, tal como se observa en la Figura 43.

Figura 43

Canal de distribución del producto nivel 1



Se espera desarrollar el modelo desde un esquema de canal de distribución vertical, en el cual, los miembros de los diferentes niveles, trabajan juntos de forma unificada (Kotler y Armstrong, 2013). Dicho de otra manera, la organización siempre tendrá el control del producto y velará por el adecuado manejo y operación del biodigestor, capacitará al personal de venta e

instalador y visitará los lugares donde se instaló un biodigestor, con el fin de incentivar la mejora continua del vendedor o del técnico del lugar.

6.4 Precio

El precio es un factor muy complejo ya que, según los datos de la encuesta, el 100% de los productores no estarían dispuestos a pagar más de 1.500.000 por un biodigestor, mientras que solo 3 personas sí estarían dispuestas a pagar entre 1.000.000 a 1.500.000 (Figura 36).

El Dr. Raúl Botero en la entrevista realizada indica:

“los agricultores son personas muy empobrecidas, trabajan por subsistencia y se complica que adopten este tipo de inversiones, independientemente si su precio es alto o bajo. También han sido estafados muchas veces por lo que desconfían el dar dinero por un producto que no sabe cómo funciona. Si no existe un apoyo técnico por medio del Estado, y no se le enseña cómo funciona el sistema entonces es muy difícil adoptar la tecnología en el sector.” (Botero, 2022)

Por tal motivo, el precio del producto es un factor sensible debido a la incertidumbre y el recurso que debe asumir el productor, aparte del alto costo que conlleva fabricar dicho producto.

Dado lo anterior, se debe considerar una estrategia basada no solo en disminuir el costo del biodigestor, sino en buscar relaciones comerciales con operadores financieros que les brinden soluciones de financiamiento favorables a los productores. Además, ofrecer un servicio de asesoría con estudios de factibilidad económica, para garantizar la viabilidad del proyecto.

6.4.1 Estrategias para Minimizar el Costo del Producto

Para la organización Sembrando Flores, podría desarrollar como estrategia la venta por volumen, en una zona específica, en conjunto con una o varias organizaciones dispuestas a capacitarse en apoyo técnico.

En primera instancia, se ubica a un grupo de productores en un radio que permita abarcar varias visitas dentro de un área específica y ofrecer un paquete en conjunto. Esto provocaría una

disminución del costo como kilometraje, hospedaje y alimentación, así como los costos relacionados directamente con el producto por medio de la compra por volumen y la asistencia técnica como las horas profesionales y solución de problemas con el apoyo de la comunidad.

Por otra parte, la asociación Sembrando Flores, está anuente a formar y capacitar varios productores con el fin de desarrollar la tecnología localmente.

Para tal efecto, son sumamente importantes las alianzas con cámaras, asociaciones, cooperativas y uniones de productores interesados en desarrollar programas de biodigestión en cada una de sus organizaciones.

Fijación de Precio Basado en el Costo. En la Tabla 15, se observa el rango de precios de acuerdo con el tamaño de biodigestor, según la escala y el servicio que ofrece la organización dividida en diagnóstico, instalación, mantenimiento y postventa.

Tabla 15

Rango de precios de biodigestores y servicios brindados en colones según la escala

Escala	Metros cúbicos	Precio biodigestor	Servicio diagnóstico/día	Servicio instalación/día	Servicio mantenimiento	Servicio postventa
Pequeña	6 a 25	540.000 a 1.300.000	70.000 a 90.000	90.000 a 125.000	50.000 a 65.000	100.000
Mediana	30 a 70	1.500.000 a 2.500.000	87.000 a 100.000	112.500 a 150.000	62.500 a 80.000	100.000
Grande	80 a 150	2.800.000 a 3.800.000	100.000 a 150.000	125.000 a 150.000	80.000 a 150.000	100.000

Precio Sugerido por Distribuidor. En la Tabla 16, se observan los precios sugeridos para el agente de ventas. En el precio se incluyen las cajas de accesorios y la bolsa, no incluye el servicio de instalación, ni otras conexiones o componentes adicionales.

Tabla 16*Precio sugerido para distribuidores*

Volumen en m ³		Precio
2	₴	400 000
4	₴	500 000
6	₴	550 000
8	₴	600 000
10	₴	750 000
12	₴	800 000
15	₴	890 000
20	₴	1 000 000
25	₴	1 180 000

Dentro de la estrategia del precio, se espera que el servicio de instalación lo asuma el asesor técnico capacitado el área de trabajo previamente otorgada. Se considera la asistencia técnica remota en caso de requerirse y visitas postventa en caso de no solucionar un problema.

Para evitar especulaciones en el costo, se pretende trabajar con los precios de los servicios presentados en la Tabla 15 con la diferencia de que el servicio lo asume el detallista.

Se recomienda el acompañamiento técnico de fincas o negocios cuya capacidad requiera un volumen mayor a los 25 m³, para realizar un servicio de diagnóstico más preciso y garantizar la correcta instalación.

6.4.2 Descuentos por Volumen

Los descuentos son dirigidos a las asociaciones o grupos ya formados dentro de una zona específica, se considera entre un 5% a un 15% por biodigestor, a partir de 5 biodigestores vendidos por asociación. El descuento no afectaría la utilidad de la organización debido a la capacidad de negociación con los proveedores.

6.4.3 Descuentos en Asistencia Técnica

La asistencia técnica se vuelve más económica para una asociación de productores cuando se adquieren más de 3 biodigestores, ya que los costos de traslado, alimentación,

hospedaje y asesoría técnica se distribuyen entre los 3 o más biodigestores que una organización o asociación adquiera.

También, se dará capacitación a funcionarios de instituciones públicas sobre el mantenimiento y operación de biodigestores, garantizando la asistencia técnica local. Por lo tanto, es factible los descuentos por el servicio técnico para el diagnóstico e instalación y el servicio postventa.

6.4.4 Descuentos o Regalías en Equipos

Los productos complementarios como calentadores de agua, lámparas de calefacción o equipos más sofisticados como motores pueden obtener descuentos entre 10% a 15% de la compra si adquieren un biodigestor.

Aparte, al productor o beneficiario se le brindaría una bomba de impulso y una cocina de gas pequeña. Como regalía para que puede aprovechar el biodigestor desde que empieza la producción de biogás.

La organización Sembrando Flores en conjunto con otros convenios de cooperación estaría dispuesto a ofrecer biodigestores demostrativos por cada AEAs con el objetivo de formar varios anfitriones dentro de la Región de estudio.

6.5 Promoción

Según la investigación realizada, las cualidades del producto son poco conocidas en la población de estudio, por lo que se deben explotar los beneficios y virtudes del biodigestor hacia el nicho de mercado bien definido. La estrategia de promoción debe centrarse en un grupo específico de productores o asociaciones ya consolidadas.

Como estrategia de promoción, se toman en cuenta los talleres de participación o días de campo, descuentos para asociaciones, grupo de productores que adquieran más de 5 biodigestores, asistencia técnica gratuita y descuentos o regalías en equipos de biogás y artículos promocionales como bolsos o carteras fabricados con geomembrana PVC.

6.6 Mezcla Promocional

El objetivo de una mezcla promocional consiste en saber comunicar el producto a la población meta a través de publicidad, relaciones públicas, ventas personales, promoción de ventas y otras herramientas que utiliza la organización para relacionarse con el cliente (Kotler & Armstrong, 2012).

A continuación, se detalla la estrategia promocional propuesta:

6.6.1 Segmento de Mercado Definido

El público meta definido para desarrollar la estrategia promocional son las asociaciones o grupos de productores agropecuarios, organizaciones o fundaciones sin fines de lucro que adopten políticas ambientales.

6.6.2 Estrategia de Costumer Journey

El *costumer journey* es el recorrido del cliente con la marca, segmentado en 5 fases, con el fin de investigar, desde el punto de vista del cliente, cómo es todo el proceso que lleva a la adquisición de un producto, desde que lo conoce hasta el servicio postventa y su forma de interactuar con la organización.

El objetivo del *costumer journey* es buscar la mejora continua de la organización Sembrando Flores con respecto a la forma de ofrecer su bien o su servicio al cliente, la fase de descubrimiento del producto por parte del público meta, la consideración con respecto al producto, su compra, la retención o el servicio postventa y, por último, la recomendación de nuestro producto a otros potenciales consumidores.

El recorrido del consumidor en cada fase para Sembrando Flores se representa en la Figura 44

Figura 44*Customer Journey Map*

Nota. Adaptado de (González, M. 2022).

En la etapa de descubrimiento, el consumidor observa su necesidad, la descubre y la organización se presenta como una alternativa para resolverla. Existen varias formas de exhibirse ante el cliente, por medio de chats de WhatsApp o relaciones públicas con otros grupos como asociaciones o cooperativas.

En la etapa de consideración, se busca que el consumidor se reúna con una persona con características similares y le muestre como la organización Sembrando Flores le brindó todo el acompañamiento técnico y financiero, para la compra del biodigestor. A su vez, el consumidor observa la calidad del producto, la cual constituye un elemento diferenciador con respecto a otros productos de inferior calidad.

En la etapa de decisión o de compra, el cliente escoge o no el producto, es una etapa importante porque permite valorar el motivo por el cual el cliente no escogió el producto, o bien, valorar el proceso de compra en cuanto a la instalación y la capacitación recibida. La comunicación se realiza mediante llamadas telefónicas o en chats de WhatsApp y se utiliza la venta personal por ser un canal más directo con el consumidor.

En la etapa de retención, el objetivo consiste en saber que el producto está cumpliendo con las expectativas del cliente. Se utiliza el servicio postventa por medio de llamas telefónicas,

WhatsApp o visitas a su unidad productiva y se motiva a adquirir productos complementarios como equipos de biogás o asesorías o capacitaciones en otros temas de su interés.

En la fase de recomendación, se busca aumentar el posicionamiento de la organización Sembrando Flores a través de la fidelidad de los clientes. A su vez, se logra que los clientes hablen del producto, del servicio y de la marca de una forma positiva.

6.6.3 Diseño del Mensaje

El mensaje debe captar la atención del público meta. Por lo tanto, se focalizará en los beneficios, soluciones y ventajas que los biodigestores presentan al público meta, tanto para la salud, como de índole económico, social y ambiental.

Storydoing como Estrategia de Mercado. La estrategia de *Storydoing* consiste en generar experiencias positivas al productor y que esa experiencia sirva para que muchos productores se motiven en adquirir la misma satisfacción. Es decir, brindarles el protagonismo a productores que ya han obtenido el servicio sobre de las bondades de la marca y del producto, frente a sus colegas o compañeros de una misma asociación.

El generar emociones y no solo contarlas hacen que el cliente confíe en la marca y desea, a través de su experiencia, comunicar a un grupo dentro de la misma área de influencia sobre los beneficios y los valores que la marca posee.

La respuesta a ese sentimiento se llevará a la práctica por medio del taller de sensibilización en fincas, donde implementen la tecnología de la biodigestión como un recurso integral. En dichos talleres, los productores que dentro de su negocio ya cuentan con un modelo de biodigestión desarrollado, comentarán cara a cara sobre las ventajas de instalar su sistema con otros productores interesados. También se les dará capacitación sobre el manejo de equipos a biogás por lo que podrán experimentar por cuenta propia la manipulación de dichos equipos, desde una picadora de pasto, hasta una máquina de ordeño.

Factores que se Deben Tomar en Cuenta para Storydoing.

Observación: observar las condiciones de cada persona productora en su unidad productiva o actividad es importante para establecer una posible solución a sus problemas, ya que se identifican sus necesidades.

Empatía: es una cualidad que permite comprender la situación y la necesidad del productor y de su finca, con el fin de abordar el problema con una mejor solución posible. Por ejemplo, en muchos casos la solución no es instalar un sistema de biodigestión, sino un buen manejo rotacional de sus pasturas. En otros casos, la solución consiste en calcular la dimensión del biodigestor solo para generar una cantidad de biogás requerida o para producir una cantidad necesaria de biofertilizante.

Emoción: es importante establecer vínculos de confianza y relación entre los mismos productores para que la tecnología sea adoptada más rápidamente, por ello, el vender biodigestores no necesariamente se convierte en la mejor opción dentro de la estrategia de mercado, sino en ofrecer un servicio excepcional que garantice y le genere confianza al productor.

Valores: los valores de la organización, como excelencia, confianza, calidad, servicio, y los objetivos como el compromiso con el sector agropecuario, el desarrollo local con procesos integrales, fomentar la economía circular con el fin de crear valor de los desechos y promover la educación, es lo que la organización debe transmitir a través de su público meta, y que sea esta quien lo crea y lo viva.

6.6.4 Selección de los Medios de Difusión

El medio para difundir el mensaje es a través de los canales personales, cara a cara, por medio de una comunicación directa con el presidente de una asociación, o un representante de un grupo. Esto mediante una reunión, una llamada telefónica o un correo electrónico y se motiva a visitar una finca demostrativa.

Panfletos Informativos. Los panfletos son excelentes herramientas para comunicar el producto. Se repartirán en subastas o ferias ganaderas, en asociaciones de productores y en los talleres de participación. La información contenida consiste en datos generales sobre los beneficios, alcances, cualidades del producto y soluciones a los problemas comúnmente generados dentro del sector, así como el nombre y los datos de la organización.

Figura 45

Panfleto sobre la empresa e imágenes del producto (Tiro)



Figura 46

Panfleto informativo sobre las características y beneficios de los biodigestores. En la parte posterior de la hoja (retiro)

Soluciones para:

- Granjas porcinas, fincas lecheras o de engorde
- Agroindustrias como beneficios de café, plantas de lácteos, mataderos, etc
- Sector servicios como hoteles, comedores o restaurantes
- Pequeños, medianos y grandes productores
- Fincas agroecológicas

¿Qué beneficios me daría un biodigestor en mi negocio?

Económicos:

Ahorro de energía (electricidad, gasolina, leña, gas)
Ahorro en costos de fertilizantes químicos
Ingresos por venta de biogás producidos en su propia finca
Incremento en la producción

Para la salud:


Reduce el riesgo de enfermedades respiratorias como el cáncer de pulmón al dejar de cocinar con leña
Disminuye olores
Disminuye otras enfermedades provenientes del manejo del estiércol.
Alimentación y estilo de vida saludable (sin presencia de agroquímicos)

Ambientales:

Disminución de Gases de Efecto Invernadero
Disminuye la contaminación de aguas

Ofrecemos:

- Biodigestores listos para instalar, con garantía de fábrica
- Diseño y asesoría en la implementación de proyectos agrícolas
- Asesoría en el aprovechamiento del biogás
- Usos agronómicos para el manejo de lixiviados
- Charlas y talleres de capacitación sobre operación y mantenimiento de biodigestores, agricultura orgánica y manejo integral de la finca.
- Guía para obtener permisos ambientales, CVO y otros



Nota. En la Figura 46, se observa, de una manera resumida, las posibles soluciones y los beneficios del producto, así como los servicios que ofrece la organización. La información se extrae y se condensa de panfletos informativos anteriormente elaborados y se renueva su diseño adaptado al mercado meta.

6.6.5 Selección de la Fuente del Mensaje

El impacto que tendrá el mensaje sobre el público meta dependerá de la forma en que el público percibe al comunicador y su credibilidad (Kotler, P., & Armstrong, G. (2012). Por lo tanto, se recomienda que los beneficios y soluciones de los biodigestores sean comunicados directamente por las personas que cuentan con un sistema y que los miembros de una organización ya conocen. Por tal motivo, se plantean los talleres de participación dentro de la estrategia operativa.

Talleres de Participación o Días de Campo. La promoción de venta propuesta es por medio de los talleres de sensibilización, también llamados días de campo. Estos se realizan en una finca con un sistema de biodigestión completo. Los productores conversan entre ellos sobre las bondades, ventajas o limitaciones que han presentado para obtener la tecnología y se realiza una capacitación sobre el mantenimiento e instalación del sistema, así como el volumen que cada productor ocuparía según su necesidad.

Los talleres deben ser muy prácticos y precisos, inicialmente dirigidos a un grupo de asociaciones. Asimismo, se incentiva la participación de varios actores, como empresas de crédito y funcionarios como el MAG e Inder, con el fin de lograr una vinculación que permita desarrollar la tecnología dentro de la región.

Aparte de los talleres, se pretende incentivar a los productores que adquieran el biodigestor, con descuentos en los accesorios como criadoras, cocinas o quemadores y motores. Asimismo, se ofrecerían regalías como quemadores, sustrato filtrante, etc., esto con el fin de lograr una mayor vinculación entre la empresa, el productor y la asociación.

Tabla 17*Organigrama del taller de sensibilización*

Presentación de los actores

Anfitrión (el anfitrión es un productor que cuenta con el sistema ya desarrollado)

Asociación de productores

Operadores de crédito

Organización Sembrando Flores

Primera parte del taller: ¿Qué es un biodigestor?

Recorrido por el lugar donde se ubica el biodigestor del productor.

Recorrido por la sala de ordeño, picadora de pasto, área de bombeo de biol, pastos de corta

Charla con el productor anfitrión

Almuerzo cocinado con biogás

Segunda parte del taller: ¿qué biodigestor necesito?

Se diagnostica el tamaño que cada productor necesita y los paquetes con promociones dados por Sembrando Flores. Intervienen las empresas de crédito e instituciones públicas con el fin de lograr una mayor accesibilidad del producto.

Final de taller

Se les brinda a los actores afiches y bolsos elaborados con geomembrana PVC, con la marca de la organización.

6.6.6 Otras Promociones de Ventas

Como parte de los incentivos adicionales para productores que compren la tecnología se encuentran: asesorías gratuitas en servicios como la producción de biofertilizantes, producción orgánica, manejo integral de fincas, 2 visitas de operación y mantenimiento gratuito por un año. Además, descuentos en accesorios de biogás como cocinas, calentadores, criadoras y lámparas, y descuentos adicionales a asociaciones o grupos de productores formados que deseen varios biodigestores. Estos incentivos se comunicarán a través de los talleres, por medio de las asociaciones o estarán escritos en el panfleto informativo.

6.6.7 Ventas Personales

Posterior al taller o día de campo, los productores tienen un pleno conocimiento del producto, su valor y las implicaciones del sistema. También de la organización y de los actores que pueden influir en su proyecto.

Por lo que, el siguiente paso, es avanzar a la venta de forma personal. La venta personal la realiza el asesor técnico especialista en sistemas de biodigestión.

El objetivo de efectuar y plasmar la venta es con la intención de enfocarse en solo un productor. Se realiza la visita para conocer las condiciones de la finca, observar las necesidades y recomendar al productor sobre el manejo integral. Con la visita se espera hallar un tamaño adecuado de biodigestor, establecer el precio exacto, ya con las distintas fuentes de financiamiento presentadas para ejecutar el proyecto.

6.6.8 Relaciones Públicas

Un aspecto importante para lograr un mejor alcance de comunicación consiste en establecer buenas relaciones con autoridades gubernamentales como el Ministerio de Agricultura y Ganadería, el Instituto de Desarrollo Rural y el Instituto Nacional de Aprendizaje. Con el fin de lograr que el acompañamiento técnico lo brinden las mismas instituciones.

Por otra parte, se encuentran las empresas de crédito, cooperativas que sirvan como banca de segundo piso y que ofrezcan excelentes condiciones de financiamiento mediante el Sistema de Banca para el Desarrollo a los productores interesados.

También se pretende establecer sinergias con otros actores que comparten un objetivo de adopción de la tecnología como Asobiogás, así como asociaciones o fundaciones sin fines de lucro, cuyo objetivo es el desarrollo rural y ambiental.

6.6.9 Artículos Promocionales

Los artículos promocionales son una excelente forma de comunicación por parte de la organización Sembrando Flores con otras asociaciones y grupos de productores. Dichos artículos son elaborados a base del mismo material con que se fabrican los biodigestores y cada persona que adquiere dicho artículo, plasmará la resistencia y durabilidad del biodigestor por medio de cada artículo promocional.

Los principales artículos son bolsos, carteras, libretas, *mouse pads*, entre otros.

Figura 47

Bolso a prueba de agua elaborado con el mismo material con que fabrican los biodigestores (ver Figura 37)



Nota. imagen adaptada de La Fiebre de Viajar, 2023. [Fotografía].

<https://lafiebredeviajar.com/products/dry-bag-10-l>

6.6.10 Presupuesto Operativo para la Estrategia de Mercadeo

En la Tabla 18, se establece el presupuesto para efectuar la estrategia de mercado a partir del desarrollo de los talleres de promoción y sensibilización de la tecnología.

Tabla 18

Presupuesto de la elaboración del taller de sensibilización asumiendo una asistencia de 30 participantes

Actividad	Cantidad	Costo total en colones
<i>RollerUp</i> de Sembrando Flores	1	50.000
Panfleto informativo a color, doblado en el centro	100	69.000
Alimentación	30	150.000
Bolso de Sembrando Flores	30	150.000
Libretas y lapiceros	30	75.000
Costo total		494.000

6.6.11 Obtención de Retroalimentación

El seguimiento del asesor técnico o agente de ventas hacia el público meta es clave para determinar los resultados del taller y la visita de campo. Por ejemplo, formular preguntas como: si recuerdan el mensaje, qué aspectos recuerdan, qué sensaciones obtuvieron al sentir el producto, si tienen preguntas sobre la venta, créditos, rentabilidad, entre otras, es fundamental para guiar al público meta hacia la etapa de la compra del producto.

Asimismo, el seguimiento permite cuantificar el efecto que tuvo el plan de mercadeo sobre dicha inversión y determinar las opciones de mejora para futuros talleres.

6.6.12 Showrooming Adaptado al Producto

Showrooming consiste en una estrategia de compra, donde el cliente potencial visita una finca con un sistema de biodigestión ya consolidado y habla cara a cara con el productor. La estrategia busca resolver las dudas del cliente con respecto al producto, su uso y el posicionamiento de la organización. Después de haber visitado la finca, se comunica con la organización para efectuar la compra por medio de canales digitales como WhatsApp o Facebook.

Las ventajas al aplicar *Showrooming* son: la eliminación de costos de traslado por parte de un miembro de la organización, por ende, el costo del producto también disminuye. La venta la realizaría un productor con un sistema de biodigestión ya consolidado lo que aumenta la credibilidad del producto.

Sin embargo, para realizar un *showrooming*, se debe aumentar la cantidad de fincas con sistemas de biodigestión consolidados. Capacitar a los productores para informar sobre los beneficios a futuros clientes.

7. CONCLUSIONES

Los sistemas de biodigestión o unidades de tratamiento de desechos presentan escasos estudios sobre estrategias de adopción utilizadas y su alcance a nivel nacional.

El precio del sistema está viéndose afectado por factores externos como el alto costo de las importaciones, el costo de materiales directos como la geomembrana de PVC y los precios de otros componentes, por lo que afecta la competitividad de la organización en el incremento de estos precios.

Se observa un mercadeo negativo ya que muchos sistemas de biodigestión instalados por técnicos u otros oferentes no fueron lo esperado por muchos productores, debido a una mala instalación o asesoría técnica. Esto repercute en las cualidades del producto y el deseo de fomentar la producción orgánica e integral de las fincas.

Muchos productores con sistemas de biodigestión no lo tienen en funcionamiento, otros compraron la bolsa y los materiales; sin embargo, no tuvieron un buen acompañamiento en la instalación ni en la asesoría técnica posterior a la instalación. Esto ocasionó que los proyectos no se llevaran a cabo de forma correcta.

La mayoría de las fincas, principalmente de pequeña o mediana escala, no realizan un adecuado tratamiento de sus aguas residuales. Muchas veces las aguas son arrojadas directamente al suelo o son vertidas a ríos o quebradas, lo que resulta en un grave problema ambiental.

No todas las fincas cuentan con las condiciones mínimas para instalar un biodigestor, por eso la instalación queda a criterio del propietario.

La principal barrera para comercializar los sistemas de biodigestión es meramente conceptual, es decir, existe poco conocimiento sobre estos sistemas, no solo por parte del productor, sino por otros sectores de la cadena.

Asimismo, muchos productores no poseen un biodigestor porque han seguido un sistema convencional al que se han acostumbrado a manejar por años; sin embargo, cierta parte de la población analiza y reconoce la necesidad de mejorar las condiciones ambientales de la finca.

Un biodigestor normalmente representa una alta inversión por parte del productor. Al ser inversiones altas, el productor espera que el gobierno o algún otro ente les proporcione los equipos o tecnología para facilitar sus actividades agropecuarias.

Las fincas que cuentan con un biodigestor de más de 2 millones de colones lo obtuvieron por medio de fondos no reembolsables, en caso de no existir tal donación no hubieran podido obtener el sistema y no estarían dispuestas a invertir por cuenta propia o por medio de un financiamiento la instalación de dicho proyecto.

Existen productores que han obtenido el financiamiento para la implementación del biodigestor con recursos donados, a través de un programa. Sin embargo, este no asegura la asesoría de acompañamiento posterior a la instalación, de ahí que el productor no se preocupe por el debido funcionamiento del biodigestor.

El productor posee otras inquietudes en el negocio, como la compra de fertilizantes y concentrados; contratación de mano de obra; compra de combustibles, alto costo de la vida y subsistencia, esto provoca que adquirir un biodigestor no sea un tema prioritario dentro de su actividad productiva.

Los principales costos de insumos de la producción pecuaria como fertilizantes, concentrados y combustibles han venido en aumento, lo que ocasiona incertidumbre a los productores, en la forma de operar sus fincas. Por ejemplo, en muchos casos se ven forzados en cerrar sus negocios o se dedican a otras actividades.

En resumen, se demuestra y se reconoce una necesidad ante una problemática social, económica y ambiental por parte del segmento estudiado; sin embargo, su nivel de aceptación de la tecnología y probabilidades de adquirir un biodigestor como medio para buscar una solución es muy baja.

8. RECOMENDACIONES

El mercado meta recomendado para promover sistemas de biodigestión a pequeña y mediana escala son las organizaciones como fundaciones, ONG ambientales o grupos de productores conformados en asociaciones. No se recomienda centrar esfuerzos de promoción en productores que no forman parte de un grupo hasta que la tecnología esté consolidada en la región.

Para tener un mayor éxito en la introducción de los sistemas de biodigestión, es recomendable la participación de varios actores, tanto públicos como empresas que brindan crédito.

Se debe considerar la venta por volumen, con el fin de que el producto sea accesible para el público meta. En muchos casos, los productores no están dispuestos a pagar sumas altas por la instalación ni la asistencia técnica, por eso se recomienda diluir los costos del producto entre varias personas.

Una ventaja competitiva consiste en el asesoramiento técnico especializado, por lo que se debe desarrollar en invertir y capacitar más personal, con el fin de desarrollar la tecnología en un sector específico.

El modelo de promoción que se ajusta a las características del producto es por medio de la técnica de *Storydoing*, por lo que se recomienda elaborar y desarrollar talleres de participación y sensibilización en cada área de extensión agropecuaria. Esto con el fin de lograr una conexión que vincule a cada persona con el producto.

Los tiempos, desde que se concreta la venta hasta la preparación y la instalación del sistema de biodigestión, suelen ser muy extensos, con periodos de 3 meses a 6 meses, por lo cual se recomienda reducir los tiempos de entrega, acompañado de una asesoría técnica.

Se recomienda la participación con actores agropecuarios como caficultores, productores de árboles frutales y tubérculos, con el fin de incentivar la producción orgánica a través de los sistemas de biodigestión.

Elaborar perfiles de proyecto o estudios financieros. Estos constituyen instrumentos fundamentales para que los productores conozcan las proyecciones de rentabilidad y factibilidad, si ejecutan dicho proyecto en su unidad productiva.

9. REFERENCIAS

- Acuña, A. (26 de Octubre de 2019). Charla: Tratamientos de residuos sólidos por medio de biodigestores anaeróbicos [Diapositiva de Power Point]. Curridabat, San José, Costa Rica.
- Agrotek OP SA ,2021). *Productos extrusores, características técnicas* [Fotografía]
<https://kondorseparator.wixsite.com/kondor/extrusores>
- Asociación Costarricense de Biogás. (2017). *Talleres de Transferencia de Conocimiento y Gira Técnica sobre Biodigestores en el Marco del Proyecto “Apoyo al Programa Nacional de Cambio Climático en Costa Rica”*. Costa Rica.
- Asociación Costarricense de Biogás, Et.al. (2019). *Taller de aprendizaje mutuo en consolidación de la tecnología de biodigestión en Costa Rica*. Cariari, Pococí, Limón, Costa Rica.
- Brambila, J. (2011). *Bioeconomía: Instrumentos para su análisis económico*. México.
- Cervigón, F. J. (2015). *La Mercadotecnia o Marketing Sostenible*.
- Chacón, K. (04 de junio de 2019). Menos del 15% de fincas tratan las aguas residuales. (A. Navarro, Ed.) *Monumental*. Obtenido de
<https://www.monumental.co.cr/2019/06/04/menos-del-15-de-fincas-agropecuarias-tratan-las-aguas-residuales/>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2019). *Evaluación e implementación de proyectos piloto de biodigestores en El Salvador*. Ciudad de México.
- Comité Sectorial Regional Agropecuario Región Central Sur. (s.f.). *Plan Regional de Desarrollo Agropecuario y Rural 2016-2018*. Obtenido de
http://www.infoagro.go.cr/InfoRegiones/Documents/PRDAR_2015-2018_CentralSur.pdf
- Fisher, L., & Espejo, J. (2011). *Marketing*. México: Mc Graw Hill Educación.
- Hernández, E., Samayoa, S., Álvarez, E., & Talavera, C. (2012). *Estudio sobre el potencial de desarrollo de iniciativas de biogás a nivel productivo en Honduras*. Honduras.

- Hernández-Sampieri, R., Fernández, C., & Batista, M. (2014). *Metodología de la Investigación*. México: Mc Graw Hill.
- Instituto Costarricense de Electricidad. (2020). *Proyectos Energéticos*. Obtenido de Programa Biogás: <https://cutt.ly/xgxLXxz>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2017). *Una visión del Sector Agropecuario basada en el Cenagro, 2014*. Obtenido de <https://www.inec.cr/sites/default/files/documentos-biblioteca-virtual/imgsimposio-cenagro-08122017.pdf>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2019). *Encuesta Nacional Agropecuaria 2018*. San José, Costa Rica. Obtenido de <https://www.inec.cr/sites/default/files/documentos-biblioteca-virtual/reena-pecuario-2018.pdf.pdf>
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2015). *VI Censo Nacional Agropecuario. Actividades agropecuarias, prácticas y servicios agropecuarios*. San José, Costa Rica. Obtenido de http://biblioteca.icap.ac.cr/BLIVI/LIBROS/2015/Censo_Agropecuario2015_3.pdf
- Kotler, P., & Armstrong, G. (2012). *Marketing*. México: Pearson Educación.
- Lansing, S., Botero, R., & Martín, J. (2007). Waste treatment and biogas quality in small-scale agricultural digesters. [*Tratamiento de residuos y calidad del biogás en biodigestores agrícolas de pequeña escala*]. doi:<https://doi.org/10.1016/j.biortech.2007.09.090>
- Lerma, H. D. (2009). *Metodología de la investigación: propuesta, anteproyecto y proyecto*. Bogotá.
- Levine, D., krehbiel, T., & Berenson, M. (2006). *Estadística para administración*. México: Pearson Educación.
- Malhotra, N. K. (2008). *Investigación de Mercados*. México: Pearson Educación.
- Martí, J. (2019). *Experiencias Latino Americanas en la implementación de estrategias para democratizar los biodigestores entre pequeños y medianos productores agropecuarios:*

- Aportes a Ecuador. Climate Technology Centre and Network (CTCN)-UNFCCC. Ecuador.*
Obtenido de www.redbiolac.org
- Martí, J. (2019a). *Biodigestores Tubulares: Guía de Diseño y Manual de Instalación. Redbiolac.* Ecuador.
- Martí, J., Pino, M., Gallo, L., Ximena, G., Rodríguez, L., & Víquez, J. (2016). *Oportunidades para el desarrollo de un sector sostenible de biodigestores de pequeña y mediana escala en LAC. Redbiolac.* Red de Biodigestores para Latinoamérica y el Caribe, RedBioLAC.
Obtenido de www.redbiolac.org
- Ministerio de Agricultura y Ganadería MAG, Et. al. (2017). *Guía Técnica para la difusión de tecnologías de Producción Agropecuarias Sostenibles en Fincas Integrales.*
- Ministerio de Agricultura y Ganadería, Et.al. (2015). *Estrategia para la ganadería baja en carbono en Costa Rica.* San José, Costa Rica. Obtenido de <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/L01-11006.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO. (2011). *Manual de Biogás.* Santiago, Chile. Obtenido de <http://www.fao.org/3/as400s/as400s.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2013). *La Bioenergía en América Latina y el Caribe. El Estado de arte en países seleccionados.* Santiago.
Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-as112s.pdf>
- Organización Sembrando Flores. (2020). Obtenido de <http://sembrandoflores.com/>
- Profe de biogás (2018). *Tipo de geomembrana para biodigestores.* [Archivo de video]. YouTube.
<https://www.youtube.com/watch?v=d3RxziRM8tY&t=402s>
- Samayoa, S., Bueso, C., & Víquez, J. (2012). *Guía: Implementación de sistemas de biodigestión en ecoempresas.* Tegucigalpa, Honduras.
- Sampieri, R., Fernández, C., & Batista, P. (1991). *Metodología de la Investigación.*

- Viquez, J. (2009). Biogás: energía recuperable. Análisis energético y económico de su potencial en fincas lecheras. *Escuela Centroamericana de Ganadería*, 50, 24.
- Viquez, J. (2009). Comparación de tres métodos de separación de sólidos para excretas, en fincas lecheras. *Escuela Centroamericana de Ganadería*(47).
- Viquez, J. (2010). ¿Cómo diseñar un biodigestor para lecherías? *Escuela Centroamericana de Ganadería*, 51.
- Viquez, J. (2017). *Biogás Nicaragua. Producto 5.8. Informe de validaciones de 10 aplicaciones de biogás*. Managua, Nicaragua.
- Wilkie, A. (2005). *Anaerobic digestion: biology and benefits*. Florida, EEUU, Dairy Manure Management Conference. 12 p
- Walsh, J.; Roos, C.; Smith, M.; Harper, S.; Wilkins, A. 1988. *Handbook on biogas utilization*. USA. Environment, Health and Safety Division Georgia Tech Research Institute. 133p

10.ANEXOS

Anexo 1. Guía de entrevista a productores

Entrevista

C. N° _____

Como parte del trabajo final de graduación de la carrera de Economía Agrícola y Agronegocios de la Universidad de Costa Rica, me encuentro realizando un estudio sobre el potencial de mercado de los biodigestores de pequeña y mediana escala en fincas agropecuarias ya que, según datos del INEC, aproximadamente el 2% de fincas en Costa Rica cuentan con un biodigestor. La información que suministre será utilizada únicamente para fines académicos.

1. ¿A qué se le viene a la mente cuando piensa en un biodigestor? _____

2. ¿Alguna vez le ha interesado adquirir un biodigestor? ___ Sí ___ No

3. ¿Cuáles son las causas que le ha impedido adquirir un biodigestor?

() Falta de recursos económicos propios () Dificil acceso a créditos () Desconocimiento

() Falta de asesoría técnica especializada en biodigestores () Desinterés

4. ¿Por cuáles medios de comunicación se informa de los temas de ganadería porcina o bovina?

() Televisión () Radio () Subastas () Asociaciones () Redes

sociales _____

5. El manejo y el tratamiento de aguas residuales las utiliza en:

() Abono orgánico

() Son depositados en una laguna de oxidación para luego ser desechadas

() No las trata

6. ¿Utiliza fertilizante para el manejo y crecimiento de pastos? ___ Sí ___ No

7. ¿Cuánto dinero gasta en fertilizar pastos al mes? ¢ _____

8. ¿Cuál es el principal costo que le genera su producción pecuaria? (enumere de 1 a 5 siendo 5 el más importante)

() Alimento o concentrado () fertilizantes () electricidad () combustibles () gas de cocina (

) otro _____

Conociendo sobre los beneficios que le genera el biodigestor

9. ¿Le interesaría recibir capacitaciones o talleres demostrativos donde se demuestre el funcionamiento y la utilidad del biodigestor? ___ Sí ___ No

10. ¿Qué probabilidades hay de adquirir un biodigestor en su finca?

	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	00%
Nada probable					Muy probable					

11. ¿Forma parte de alguna cooperativa, organización o asociación?

12. Actividad agropecuaria a la que se dedica

() Producción Porcina () Ganadería de leche () Ganadería de carne () Ganadería de doble propósito ___ Horas () Otra Actividad ___

13. ¿Cuántos animales posee en la finca? _____ hacer el cálculo de tamaño estimado

Modelo _____ Precio ₡ _____

14. El precio según el cálculo le parece

() Muy caro () Caro () Justo o razonable () Barato

15. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por un biodigestor con asesoramiento para su finca?

Menos de 500 000 colones	de 500 mil a menos 750 mil colones	de 750 mil a menos de un millón de colones	de un millón a un millón 500 mil colones	de un millón 500 mil a 2 millones de colones	más de 2 millones de colones
--------------------------	------------------------------------	--	--	--	------------------------------

16. Ubicación de la finca (provincia, cantón y distrito) _____

17. Si desea conocer más sobre biodigestores le solicitamos colocar su número de teléfono para brindarle más información (es opcional) _____

¡Muchas gracias!

Anexo 2. Guía de entrevista de expertos

Entrevista

Nombre:

C. N° _____

Profesión:

Basado en su experiencia en temas de promoción, instalación, aprovechamiento y usos del biodigestor:

- A. ¿Cuál ha sido la percepción de productores hacia los biodigestores a nivel general?
- B. ¿Cuál es su percepción de los biodigestores de PVC? (instalación, precio, venta)
- C. Desde su punto de vista, ¿Cuál ha sido la percepción de los productores hacia el aprovechamiento del biogás y el biol como subproducto de los sistemas de biodigestión?
- D. ¿Cómo ha sido la metodología y el enlace para comunicar de los beneficios y bondades de los sistemas de biodigestión?
- E. ¿Le ha resultado la metodología?
- F. ¿Cuáles han sido las estrategias para incentivar al productor en la implementación de los sistemas de biodigestión en sus fincas?
- G. ¿Cuáles han sido las principales limitantes a la hora de incentivar un biodigestor?
- H. ¿Le han dado resultado esas estrategias?
- I. ¿Qué cree que se deba mejorar para desarrollar un plan para incentivar el biodigestor en fincas?
- J. Comente sobre alguna experiencia negativa en la instalación y aprovechamiento del biodigestor
- K. Comente alguna experiencia positiva en la instalación y aprovechamiento del biodigestor
- L. Comente sobre la asesoría brindaba al productor, qué tipo de recursos utiliza
- M. ¿Realiza un seguimiento de los proyectos instalados?

Le agradezco su tiempo