



**UNICIT**  
UNIVERSIDAD IBEROAMERICANA  
DE CIENCIA Y TECNOLOGIA



Miembro de Asociación de Universidades Privadas de Centroamérica y Panamá  
Miembro de la Asociación Universitaria Iberoamericana de Postgrado



## **Potencial de mercado para la comercialización de biodigestores en Nicaragua, 2021**

**Autor:**

Máster José María Buitrago Sequeira, docente Dirección de Investigación y Posgrado

**Asesores:**

Máster José Dagoberto Mejía – Director de Investigaciones y Posgrado

Máster Norma Rivas – Directora de Evaluación Institucional

Fecha de presentación: noviembre de 2021



## Resumen

Este estudio explora el potencial de mercado para la comercialización de biodigestores en fincas ganaderas de Nicaragua, utilizando estiércol bovino. El enfoque se centra en tres factores clave: el utilitario, el normativo y el económico. A través de entrevistas semiestructuradas a productores ganaderos y análisis de datos del Programa Nacional de Biogás, se identifican los beneficios del biogás y biol, las presiones normativas para reducir emisiones de gases de efecto invernadero, y los costos de implementación y operación de los biodigestores. Se concluye que existe un mercado viable para los biodigestores debido a los beneficios ambientales, económicos y sociales que ofrecen, y se presentan recomendaciones para fomentar su adopción.

**Palabras Clave:** Energía Renovable, Biogás, Biodigestores, Biol, Biomasa, Utilización de Residuos, Gases de Efecto Invernadero.

## Abstract

This study explores the market potential for the commercialization of biodigesters in cattle farms in Nicaragua, using bovine manure. The focus is on three key factors: utilitarian, regulatory, and economic. Through semi-structured interviews with cattle producers and data analysis from the National Biogas Program, the benefits of biogas and bio-slurry, regulatory pressures to reduce greenhouse gas emissions, and the costs of implementing and operating biodigesters are identified. The study concludes that there is a viable market for biodigesters due to the environmental, economic, and social benefits they offer, and recommendations are made to promote their adoption.



## Contenido

Capítulo I. Introducción.....	6
1.1 Antecedentes y contexto del problema y de la investigación.....	7
1.1.1 Internacional.....	7
1.1.2 Nacional .....	9
1.1.3 Instituciones Normadoras y Partes Interesadas .....	10
1.1.3 Planteamiento del Problema.....	13
1.2 Objetivos.....	13
1.2.1 General. ....	14
1.2.2 Específicos .....	14
1.3 Pregunta central de investigación .....	14
1.4 Justificación.....	15
1.5 Limitaciones .....	16
1.6 Supuestos básicos .....	16
1.7 Categorías, temas y patrones emergentes de la investigación.....	18
Capítulo II. Perspectiva teórica.....	21
2.1 Estado del Arte en Biodigestores a base de Estiércol Bovino para el Año 2021 .....	21
2.1.1 Avances Tecnológicos.....	22
2.1.2 Impacto Ambiental.....	23
2.1.2 Beneficios Económicos.....	23
2.1.3 Experiencias de Implementación y Casos de Estudio.....	24
2.1.4 Investigaciones Recientes .....	24
2.2 Perspectiva teórica asumida .....	25
2.2.1 Factores Determinantes de la Demanda .....	25



Capítulo III. Metodología.....	29
3.1 Enfoque cualitativo asumido y su justificación.....	29
3.2 Muestra teórica y sujetos del estudio.....	30
3.3 Métodos y técnicas de recolección de datos utilizados .....	31
3.4 Criterios de calidad aplicados: credibilidad, confiabilidad y triangulación .....	33
3.5 Métodos y técnicas para el procesamiento de datos y análisis de información.....	34
3.5.1 Codificación Temática .....	34
3.5.2 Análisis de Contenido .....	35
3.5.3 Análisis Comparativo.....	35
Capítulo IV. Discusión de resultados o hallazgos .....	36
4.1 Experiencias consultadas.....	36
4.1.1 Gladys Bolt, productora agropecuaria de Matagalpa .....	36
4.1.2 Freddy Lucas Sevilla, ganadero de Río San Juan .....	38
4.1.3 Noel Flores Rivas, productor agropecuario de Boaco.....	40
4.1.4 Evertz González, Boaco, productor agropecuario de Boaco.....	42
4.1.5 Leonardo Castro Parker, productor agroindustrial de Matagalpa .....	44
4.1.6 Rolando Gutiérrez, productor agropecuario de Chontales .....	46
4.1.7 Maestros de Obras Certificados constructores de biodigestores .....	48
4.1.8 Instalación y Precios de Biodigestores del PBN .....	53
Capítulo V. Conclusiones.....	56
Capítulo VI. Recomendaciones .....	61
Capítulo VII. Referencias.....	64



Anexo #1 Cuestionario de Entrevista semiestructurada al Productor propietario del sistema..68  
Anexo #2 Cuestionario de Entrevista semiestructurada al encargado de operar el sistema.....73  
Anexo #3 Cuestionario de Entrevista semiestructurada al Maestros de Obra Certificados .....74  
Anexo #4 Datos de construcción e instalación de biodigestores del PBN .....78

### **Índice de Tablas**

Tabla 1 Categorías, subcategorías, Temas y Patrones emergentes de la investigación .....19  
Tabla 2 Determinantes de la Demanda comor factores del Potencial de Mercado .....28  
Tabla 3 Agrupación de hallazgos alrededor de determinantes del Potencial de Mercado .....52  
Tabla 4 Biodigestores construidos según fuente de la contratación y tipo de instalador .....53  
Tabla 5 Estadísticos Descriptivos de Biodigestores construidos bajo el PBN.....53  
Tabla 6 Modelos de biodigestores por tamaño, segmento, precio y hato necesario .....55

### **Índice de Figuras**

Figura 1 Entorno relacionado con los sistemas de biodigestión a base de estiércol bovino. ....12  
Figura 2 Análisis de Pareto de la construcción de biodigestores por parte de los MOC .....54



## Capítulo I. **Introducción**

En este capítulo pretende introducir al lector al tema de la investigación, el cual está centrado en determinar si existe un potencial de mercado para la construcción masiva de biodigestores a base de estiércol bovino en fincas ganaderas a nivel nacional en Nicaragua. El potencial de acuerdo con el enfoque aplicado por el investigador, no se basa en la determinación de la demanda (por situaciones que se explicarán más adelante) sino que está determinado por tres factores fundamentales, que fueron investigados: el factor utilitario (los beneficios del uso de los productos resultantes del proceso de biodigestión como el biogás con sus múltiples aplicaciones, el biol, como fertilizante para los pastos y los cobeneficios en la salud y seguridad de los colaboradores en las fincas); el factor normativo (relacionado con las presiones crecientes de las certificaciones productivas por la medición de los niveles de contaminación o de emisión de gases de efecto invernadero y de responsabilidad social); y el factor económico, medido por el costo de inversión y operación del biodigestor en la finca en relación a las inversiones ya realizadas en el sitio de destino o ubicación final del biodigestor, este factor también está relacionado con la escala eficiente respecto al tamaño del hato ganadero para alimentar el biodigestor.

El factor utilitario se abordó a través de entrevistas directas semiestructuradas a diversos productores ganaderos que utilizan biodigestores; el factor normativo se investigó a partir del examen de información secundaria sobre las tendencias de las certificaciones, normativas sobre emisión de gases de efecto invernadero que están presentes en el entorno de la producción pecuaria nacional; y el factor económico también se abordó durante las entrevistas con los productores y mediante el examen de las instalaciones de biodigestores del Programa Nacional de Biogás (PBN) coejecutado por el Servicio Holandés de Cooperación al Desarrollo (SNV) con financiamiento del Banco Interamericano de Desarrollo (BID).

Desde la perspectiva universitaria, esta investigación apunta a generar experiencias y espacios de reflexión en clases sobre la determinación del potencial de un producto en el mercado, en este caso en particular, uno que no solamente tiene aplicaciones productivas directas, sino también importantes implicaciones ambientales y sociales de uno de los sectores más dinámicos de la economía nacional como lo es la ganadería, lo que apunta a incentivar el aprovechamiento de soluciones de mercado para problemáticas nacionales como la emisión de gases de efecto invernadero derivado de la actividad ganadera.



Este documento está organizado en seis capítulos, la presente introducción en la que se describen los antecedentes y contexto del problema planteado (la existencia de un potencial de mercado para los biodigestores a bases de estiércol bovino), los objetivos que persigue la investigación, su justificación, limitaciones y suposiciones básicas. El segundo capítulo expone el Marco teórico en que se fundamentó la investigación, incluyendo la revisión del Estado del arte de la tecnología de construcción de biodigestores a base de estiércol bovino, la poerspectiva teórica asumida.

En el tercer capítulo, se describe la metodología utilizada para desarrollar la investigación y con la cual se abordaron los factores determinantes del potencial de mercado de los biodigestores. El cuarto capítulo está dedicado a la exposición de los resultados y hallazgos de la investigación. En el quinto capítulo, se presentan las Conclusiones y Recomendaciones de la investigación, dando salida a los objetivos específicos, el problema planteado y la pregunta de investigación. Finalmente, el sexto capítulo presenta las Referencias Bibliográficas.

## **1.1 Antecedentes y contexto del problema y de la investigación**

En esta sección se describen los antecedentes y contexto relacionados con el potencial de mercado de la construcción de biodigestores a base de estiércol bovino, se inicia exponiendo el contexto internacional, relacionado con el factor normativo, para luego dar paso al contexto nacional, vinculado al entorno internacional pero más enfocado a los factores utilitarios y económico.

### **1.1.1 Internacional**

En noviembre de 2006, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) divulgó un informe en el que se sostenía que “El sector ganadero genera más gases de efecto invernadero, alrededor de 18% más medido en su equivalente en dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), que el sector del transporte”. Según este informe, “El ganado es uno de los principales responsables de los graves problemas medioambientales de hoy en día. Se requiere una acción urgente para hacer frente a esta situación”, aseguró Henning Steinfeld, jefe de la Subdirección de Información Ganadera de la FAO. La información reconoce que: “El sector pecuario es el de crecimiento más rápido en el mundo en comparación con otros sectores agrícolas. Es el medio de subsistencia de 1300 millones de personas y supone el 40% de la producción agrícola mundial. Para muchos campesinos pobres en los países en desarrollo, el ganado es también una fuente de energía como fuerza de tiro y una fuente esencial de fertilizante orgánico para las cosechas. Según



el informe, este rápido desarrollo tiene un precio elevado para el ambiente y en la lucha contra el cambio climático: “el sector ganadero es responsable del 9% del CO<sub>2</sub> procedente de las actividades humanas, pero produce un porcentaje mucho más elevado de los gases de efecto invernadero más perjudiciales” (Hogg, 2006).

De acuerdo con el BID, tres millones de personas cocinan con leña en el mundo, mientras dos millones mueren prematuramente por enfermedades atribuidas a la contaminación de leña, casi la mitad de las muertes en niños, menores de 5 años por neumonías se debe a la contaminación del aire. Las familias rurales también invierten una considerable cantidad de tiempo y dinero para acopiar o comprar combustible, que bien podría dedicarse a otras actividades (BID, Programa Nacional de Biogás, 2017).

En América Latina, varios países han adoptado el uso de biogás a partir de estiércol bovino como una estrategia para gestionar los residuos ganaderos y generar energía renovable. A continuación se destacan algunos de estos países junto con fuentes relevantes: Brasil ha sido un pionero en el uso de biogás a partir de estiércol bovino, el país cuenta con numerosos proyectos en los que se utilizan biodigestores para convertir los residuos ganaderos en biogás y fertilizantes orgánicos (IRENA, s.f.); Argentina también ha avanzado en la implementación de biodigestores para producir biogás a partir de estiércol bovino, en varias provincias se han adoptado estas tecnologías en sus sistemas ganaderos (AABH, s.f.); México ha desarrollado proyectos de biodigestores en diversas regiones del país, especialmente en áreas rurales donde la ganadería es una actividad predominante, estos proyectos han ayudado a mitigar los problemas ambientales asociados con el manejo de estiércol (BID, s.f.); en Colombia, el uso de biogás a partir de estiércol bovino ha sido promovido como parte de iniciativas de desarrollo sostenible y gestión de residuos en el sector agropecuario (IRENA, s.f.) ; Chile ha implementado proyectos de biogás en el sector ganadero, utilizando estiércol bovino como materia prima para la generación de energía limpia y la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (Ministerio de Energía, s.f.).

Estos antecedentes demuestran la preocupación a nivel internacional por las afectaciones derivadas de la actividad ganadera en relación a las emisiones de gases y el perjuicio a la población rural que tiene el uso de leña como combustible doméstico y como particularmente en la región latinoamericana existe una tendencia creciente hacia la adopción de tecnologías de biogás para mejorar la gestión de residuos ganaderos y promover la sostenibilidad energética.



### 1.1.2 Nacional

**Importancia macroeconómica del Sector Ganadero.** El sector ganadero es un componente vital del sector primario en la economía nicaragüense. Este sector, junto con otros sectores primarios, ha demostrado una notable capacidad de recuperación y contribución al crecimiento económico del país. En el año 2021, el sector primario experimentó un significativo repunte, consolidándose como uno de los principales motores de la actividad económica nacional. Esta recuperación fue facilitada por la demanda externa y el mejoramiento de los precios de los productos de exportación. Particularmente, la actividad pecuaria mostró un desempeño destacado, con un crecimiento anual significativo en varias etapas del año. En el primer trimestre de 2021, el valor agregado de la actividad pecuaria tuvo un incremento del 16.3%, seguido de un 9.6% en el segundo trimestre y un 8.3% en el tercer trimestre. Esta tendencia de crecimiento resalta la importancia del sector ganadero no solo en términos de producción interna sino también en su contribución a las exportaciones y la estabilidad económica general del país. El sector ganadero, al ser parte del sector primario, se benefició de las condiciones climáticas favorables y de la recuperación de la economía mundial, lo cual impulsó una mayor producción y demanda de productos ganaderos. Estos factores, combinados con políticas económicas que favorecieron la inversión y el consumo interno, han permitido que el sector ganadero siga siendo un pilar fundamental para la economía nicaragüense (BCN, 2021).

**Dimensionamiento del Sector Ganadero.** Según el portal «Perspectivas Suizas en 10 idiomas», “la ganadería genera 650.000 empleos entre formales e informales en Nicaragua, un país de 6,5 millones de habitantes, debido a la cual, Nicaragua es autosuficiente en su alimentación - exceptuando el arroz-, para el 2020, el país exportó 132,99 millones de kilogramos de carne bovina por un valor de 586,1 millones de dólares, más 166,4 millones de dólares en queso y lácteos”, citando a Álvaro Vargas presidente de la Federación de Asociaciones Ganaderas de Nicaragua (Faganic), quien además añadió que según cifras de la Comisión Nacional de Ganadería (CONAGAN), el hato ganadero es de 6,2 millones de animales, es decir casi una cabeza de ganado por habitante, distribuidas en 146.000 fincas, de las cuales entre un 85 % a un 90 % son administradas por pequeños y medianos productores (Sociedad suiza de radio y televisión SRG SSR, 2021).



**Aspectos sociales y ambientales de la Ganadería en Nicaragua.** Según la oficina del BID en el país, “es conocido que los hogares rurales de Nicaragua suelen utilizar leña para la cocción de alimentos y calefacción y queroseno para la iluminación. El humo que emana de las cocinas y estufas básicas y las lámparas de queroseno es una fuente considerable de contaminación del aire en los espacios interiores y puede causar enfermedades respiratorias crónicas, en especial en mujeres y niños, que son los que tradicionalmente pasan más tiempo en el hogar. Aunque Nicaragua ha avanzado mucho en cuanto a su tasa de electrificación respecto de la región de América Latina y el Caribe, el uso de leña continúa siendo considerable y es obstáculo importante para reducir la pobreza y promover oportunidades de generación de ingresos a la familia (BID, Programa Nacional de Biogás, 2017).

**Experiencias nacionales con sistemas de biodigestión.** Según datos publicados en una tesis de la Universidad de Ingeniería, las primeras experiencias con estos sistemas a pequeña escala datan de la década de los años 80, un estudio realizado en 1990 reveló que de 62 biodigestores construidos, solamente el 32% estaba funcionando, en el período 2000-2004 un millar de sistemas fueron instalados a nivel domiciliario, de los cuales muy pocos operaban en 2005, para 2007 el Programa Productivo Alimentario había beneficiado a 559 familias con biodigestores, para diciembre de 2011 fue lanzado el Programa Nacional de Biogás, patrocinado por el Fondo Multilateral de Inversiones (FOMIN) del BID, el Fondo Nórdico de Desarrollo y el Servicio Holandés de Cooperación al Desarrollo (SNV) (Montalván & Zelaya Rayo, 2015). Este programa había instalado más de un millar de biodigestores del tipo Domo Fijo Nicaragüense y todavía se encuentra en ejecución, por lo que su experiencia como la más reciente la hace pertinente para los propósitos de esta investigación.

### **1.1.3 Instituciones Normadoras y Partes Interesadas**

El sector ganadero opera bajo la supervisión de instituciones normadoras y existen partes interesadas en la actividad, seguidamente se detallan las principales instituciones y sus respectivas funciones para comprender sus roles y las regulaciones que imponen, las cuales están relacionadas directa o indirectamente con la problemática ambiental y consecuentemente, a través de éstas, con el potencial de mercado para los sistemas de biodigestión basados en el aprovechamiento de estiércol bovino.



**Ministerio Agropecuario (MAG).** Es la entidad gubernamental principal encargada de la regulación y promoción del sector agropecuario en Nicaragua. Sus funciones incluyen: a) Regulación de prácticas ganaderas: Establece normativas para la producción y manejo de ganado, incluyendo aspectos relacionados con la salud animal y la sostenibilidad ambiental; b) Políticas de desarrollo rural: Implementa políticas y programas para mejorar la productividad y sostenibilidad de la ganadería; c) Capacitación y asistencia técnica: Proporciona servicios de extensión agrícola y ganadera, incluyendo formación en prácticas sostenibles y eficientes.

**Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA).** Es la entidad encargada de la protección del medio ambiente y los recursos naturales. En relación con la ganadería, sus funciones incluyen: a) Regulación ambiental: Establece y supervisa el cumplimiento de normas ambientales que afectan a la ganadería, incluyendo la gestión de residuos y emisiones; b) Evaluación de impacto ambiental: Requiere y evalúa estudios de impacto ambiental para proyectos de gran envergadura, como la instalación de biodigestores; c) Fomento de prácticas sostenibles: Promueve y apoya iniciativas para reducir el impacto ambiental de la ganadería, como la adopción de biodigestores para el manejo de estiércol.

**Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA).** Se dedica a la investigación y desarrollo de tecnologías agropecuarias. Sus contribuciones relevantes incluyen: a) Investigación y desarrollo: Realiza investigaciones sobre mejoras en la producción ganadera y el manejo de desechos; b) Transferencia tecnológica: Promueve la adopción de tecnologías innovadoras, como los biodigestores, mediante programas de capacitación y demostración.

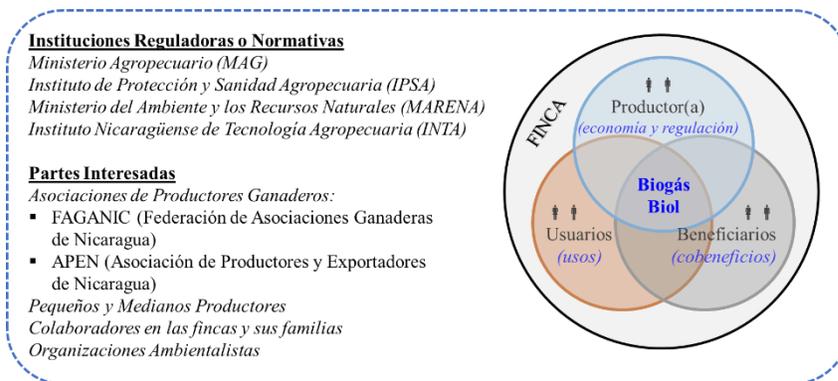
**Instituto de Protección y Sanidad Agropecuaria (IPSA).** Es responsable de garantizar la sanidad animal y vegetal en el país. Sus funciones específicas incluyen: a) Control sanitario: Implementa programas de control y erradicación de enfermedades en el ganado bovino; b) Regulación de productos veterinarios: Supervisión y autorización de uso de medicamentos y productos veterinarios para asegurar la salud del ganado; y c) Certificación y monitoreo: Certificación sanitaria nacional e internacional para la comercialización de productos ganaderos.

**Asociaciones de Productores Ganaderos.** Existen diversas asociaciones de productores ganaderos en Nicaragua que juegan un rol importante en el cumplimiento de las regulaciones y la promoción del sector, las cuales se identifican, para los propósitos de esta investigación, como partes interesadas, entre las cuales se pueden mencionar: a):FAGANIC (Federación de

Asociaciones Ganaderas de Nicaragua) que representa a los ganaderos agremiados y aboga por sus intereses ante las instituciones públicas reguladoras gobierno y otras entidades; b) APEN (Asociación de Productores y Exportadores de Nicaragua) que apoya a los productores en temas de comercio y exportación, asegurando el cumplimiento de normas sanitarias y de calidad.

Las organizaciones ambientalistas en el país promueven acciones para reducir el impacto ambiental, por lo que son parte de las partes interesadas o “stakeholders”. La ilustración a continuación representa la relación de las instituciones con los actores:

**Figura 1 Entorno relacionado con los sistemas de biodigestión a base de estiércol bovino.**



Fuente: Elaboración Propia.

Es importante mencionar que entre los principales aspectos que se norman, regulan o dan seguimiento en el sector se encuentran: a) Gestión de residuos que comprenden regulaciones para el manejo adecuado de estiércol y otros desechos ganaderos para minimizar el impacto ambiental; b) Sostenibilidad y prácticas ecológicas, promueven tecnologías y prácticas que reduzcan la huella ambiental de la ganadería, como los biodigestores; y c) Innovación y transferencia tecnológica en virtud de la cual fomentan la adopción de nuevas tecnologías y prácticas eficientes y sostenibles en la ganadería.

Estas instituciones y sus respectivas regulaciones y funciones son cruciales para evaluar el entorno normativo y operativo del mercado de biodigestores en Nicaragua, y proporcionan una base sólida para entender las oportunidades y desafíos en este campo.

Finalmente, es importante reconocer como sujetos pasivos de la acción pública y gremial a los Pequeños y Medianos Productores Ganaderos, a sus Colaboradores en las fincas, las familias de éstos, quienes en última instancia aplican las regulaciones y adaptan sus labores y vida a los elementos tecnológicos que están a su disposición. En general los biodigestores, serían operados



por los colaboradores, mientras que una parte de sus familias serían cobeneficiarias del biogás, y los productores beneficiarios del biol como fertilizante para productos agrícolas.

### **1.1.3 Planteamiento del Problema**

De acuerdo con BID, Nicaragua enfrenta múltiples desafíos ambientales y energéticos que afectan tanto su sostenibilidad ecológica como la calidad de vida de sus habitantes. Uno de los principales problemas es la alta emisión de gases de efecto invernadero (GEI) provenientes del sector ganadero. La ganadería es responsable de una significativa liberación de metano ( $\text{CH}_4$ ), un gas de efecto invernadero con un impacto climático considerablemente mayor que el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ). Este problema se ve exacerbado por prácticas tradicionales de manejo de estiércol y residuos ganaderos, que no solo contribuyen a las emisiones de GEI, sino que también representan un riesgo para la salud pública y la calidad del agua.

Además, el uso predominante de leña como combustible doméstico en las zonas rurales de Nicaragua constituye otro problema crítico. La leña es la principal fuente de energía para cocinar y calentar en muchas comunidades, lo que tiene graves implicaciones tanto ambientales como de salud. La combustión de leña emite una considerable cantidad de partículas finas y otros contaminantes que afectan la calidad del aire interior y exterior, contribuyendo a enfermedades respiratorias en la población. La dependencia de la leña también promueve la deforestación, reduciendo la biodiversidad y afectando los recursos hídricos.

A pesar de los beneficios potenciales de los biodigestores para contribuir a la reducción de las problemáticas planteadas anteriormente, su adopción en Nicaragua es todavía limitada. Esto puede deberse a varios factores, incluyendo la falta de conocimiento sobre la tecnología (sus usos y aplicaciones), la ausencia de incentivos económicos y/o la superación de normativas y regulaciones, en otras palabras por falta de aprovechamiento del potencial de mercado de esta tecnología.

En consideración a lo expuesto, el problema se centra en determinar: el potencial de mercado para la comercialización de biodigestores a base de estiércol bovino en Nicaragua en 2021, basado en tres factores determinantes de dicho potencial, el utilitario, el normativo y el económico.

## **1.2 Objetivos**

A continuación se detallan los objetivos de la presente investigación:



### 1.2.1 General.

Determinar el potencial de mercado para la comercialización de biodigestores a base de estiércol bovino en Nicaragua al finalizar el año 2021 basado en tres factores fundamentales: el utilitario derivado de los beneficios de su uso, el cumplimiento de normativas ambientales y el económico, relacionado con la inversión relativa y el costo de operación del biodigestor en finca.

### 1.2.2 Específicos

Los objetivos específicos que permitirán alcanzar el objetivo general son los siguientes:

a) Establecer los beneficios y cobeneficios que generan los biodigestores por su uso y aplicación productiva como factor utilitario del potencial de mercado.

b) Describir como la tecnología de los sistemas de biodigestión basados en estiércol bovino contribuye al cumplimiento de normativas y regulaciones ambientales de la actividad ganadera relacionadas con la emisión de gases de efecto invernadero, como factor normativo del potencial de mercado.

c) Establecer el monto de inversión y operación de los sistemas de biodigestión, así como su comparación con la inversión total en finca de los productores como factor económico del potencial de mercado.

## 1.3 Pregunta central de investigación

¿Existía un potencial de mercado para la comercialización de biodigestores a base de estiércol bovino en Nicaragua para 2021?

¿Cuáles son los beneficios y cobeneficios, en lo productivo y en lo social, reconocidos en la literatura nacional e internacional derivados de la utilización de los sistemas de biodigestión a base de estiércol bovino?

¿Qué contribución hacen los sistemas de biodigestión a base de estiércol bovino al cumplimiento de normativas ambientales?

¿Cuál es el monto a invertir para construir e instalar un biodigestor a base de estiércol bovino?

¿Cuáles son los costos relevantes de operación de un biodigestor a base de estiércol bovino instalados en una finca?



## 1.4 Justificación

La presente investigación pretende contribuir de manera concreta a la reducción de gases contaminantes que genera la actividad ganadera, exponiendo los beneficios y cobeneficios experimentados en Nicaragua al utilizar sistemas de biodigestión a base de estiércol bovino que justifiquen la promoción de estos sistemas aprovechando su potencial de mercado, basado en los factores utilitario, normativo y económico.

Considerando que la economía nicaragüense depende en gran parte de la agricultura, por lo que el biogás posee un gran potencial para ayudar a los productores agropecuarios y hogares rurales a satisfacer sus necesidades energéticas, por lo tanto, la investigación es conveniente para los actores vinculados tanto con la regulación de emisiones de gases de efecto invernadero

Asimismo, la investigación tiene relevancia social al demostrar los cobeneficios para los colaboradores de los productores y sus familias en aspectos de salud, seguridad y bienestar general.

La implicación práctica de esta investigación es contribuir a establecer el análisis de los factores determinantes del potencial de mercado de un producto, en este caso, los biodigestores a base de estiércol bovino, para comprender, de forma básica y previa a su determinación, la demanda de tecnologías sostenibles y eficientes para el manejo de residuos y la producción de energía renovable.

En esa línea, de acuerdo con BID, las plantas de biogás ofrecen múltiples beneficios económicos, ambientales y sociales, entre los que se incluyen los siguientes: (a) energía eléctrica y térmica; (b) fertilizante orgánico líquido y sólidos de alta calidad para mejora de suelos; (c) disminución de olores; (d) menor posibilidad de contaminación de aguas subterráneas y superficiales; (e) posibilidad de percibir ingresos por la venta de biol como fertilizante; (f) reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero; (g) ingresos procedentes de la posible reutilización de los sólidos digeridos como camas para ganado; y (h) posibilidad de percibir ingresos por créditos de carbono. El “biogás” puede usarse para alimentar cocinas de gas, sistemas refrigerados de almacenamiento de productos perecederos y motores a gas o biodiésel.

La promoción y adopción de biodigestores puede ser una solución efectiva para estos problemas, contribuyendo a la sostenibilidad ambiental, mejorando la salud pública y generando beneficios económicos para los productores ganaderos.



Por lo tanto, es importante realizar una investigación exhaustiva sobre el potencial de mercado para la comercialización de biodigestores en Nicaragua. Esta investigación debe identificar las oportunidades y desafíos para la adopción de esta tecnología, evaluar la disposición y capacidad de los productores ganaderos para invertir en biodigestores y analizar el impacto económico y ambiental de su implementación.

### 1.5 Limitaciones

Las principales limitaciones que enfrentó la investigación estuvieron relacionadas con:

a) Disponibilidad de la información estadística sobre la construcción de biodigestores previos al año 2012 cuando se inició el Programa Nacional de Biogás.

b) Acceso a la información secundaria de carácter estadístico sobre el número de sistema de biodigestión instalados y en operación al año 2021.

c) Ausencia de estudios de satisfacción con las aplicaciones de los sistemas de biodigestión de carácter productivo.

d) Falta de información sobre financiamiento otorgado a los productores con fines de instalación de biodigestores en Nicaragua.

### 1.6 Supuestos básicos

Para evaluar el potencial de mercado para la comercialización de biodigestores a base de estiércol bovino en Nicaragua, la investigación se basará en los siguientes supuestos:

#### a) Supuestos de aceptación del Factor Utilitario:

**Supuesto 1.1** Los productores ganaderos valoran significativamente la capacidad de los biodigestores para tratar los residuos ganaderos de manera efectiva, reduciendo así la contaminación y los problemas de gestión de residuos.

**Supuesto 1.2:** Los productores reconocen y valoran el beneficio adicional de los biodigestores al reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, especialmente el metano, contribuyendo a un entorno más limpio.

**Supuesto 1.3:** La producción de biol (fertilizante orgánico) como subproducto del proceso de biodigestión es vista como un valor agregado importante, disminuyendo la necesidad de fertilizantes químicos y mejorando la fertilidad del suelo.



**b) Conformidad con el Factor Normativo:**

**Supuesto 2.1:** Existe una percepción general entre los productores de que el uso de biodigestores ayudará a cumplir con las regulaciones ambientales existentes y futuras, facilitando el cumplimiento normativo.

**Supuesto 2.2:** Los productores están motivados por el deseo de mejorar su imagen pública y cumplir con las expectativas de sostenibilidad ambiental impuestas por consumidores, el mercado, organizaciones ambientalistas y regulaciones gubernamentales.

**Supuesto 2.3:** El gobierno, instituciones financieras y proyectos de la cooperación internacional proporcionan incentivos o apoyo para la adopción de tecnologías limpias, incluyendo biodigestores, lo cual alienta a los productores a considerar su implementación.

**c) Accesibilidad Económica y Relación Costos Relevantes-Beneficio:**

**Supuesto 3.1:** Los costos asociados con la construcción e instalación de biodigestores son relativamente bajos en comparación con la inversión total que los productores realizan en sus fincas, considerando la tierra y el hato.

**Supuesto 3.2:** La inversión inicial en biodigestores es vista como recuperable a corto o mediano plazo, debido a los ahorros en la compra de fertilizantes químicos y la posibilidad de generar ingresos adicionales mediante la venta de excedentes de biogás o biol, o la utilización del biogás en actividades productivas como ordenamiento, riego, etc.

**Supuesto 3.3:** Existen mecanismos financieros disponibles, tales como créditos o cofinanciamiento de la cooperación, que facilitan la adquisición e instalación de biodigestores por parte de los productores.

**d) Disponibilidad y Acceso a la Tecnología:**

**Supuesto 4.1:** Los productores tienen acceso a la información y capacitación necesaria para operar y mantener los biodigestores de manera eficiente.

**Supuesto 4.2:** A partir de los resultados de la investigación se abrirá la posibilidad de establecer una red de proveedores y técnicos calificados que pueden asistir en la instalación, operación y mantenimiento de los biodigestores, garantizando su funcionalidad a largo plazo.



**e) Impacto Ambiental y Social Positivo:**

**Supuesto 5.1:** La implementación de biodigestores contribuye de manera tangible a la reducción de la deforestación y a la mejora de la calidad del aire, al disminuir la dependencia de la leña como combustible doméstico.

**Supuesto 5.2:** La adopción de biodigestores mejora la calidad de vida de las comunidades rurales al proporcionar una fuente de energía limpia y sostenible, reduciendo enfermedades respiratorias y mejorando las condiciones sanitarias en las fincas.

Estos supuestos formarán la base para el análisis y evaluación del potencial de mercado de los biodigestores en Nicaragua, a través de la comprensión integral de los factores que influyen el potencial de demanda y de un mercado, facilitando con ello la posterior identificación de estrategias efectivas para promover su adopción por parte de otros investigadores.

**1.7 Categorías, temas y patrones emergentes de la investigación**

Esta sección proporciona una lista detallada de las categorías, temas y patrones que emergen de la investigación, ayudando a entender mejor las dinámicas y factores que influyen la adopción de biodigestores en Nicaragua. A partir de la página siguiente, por limitaciones de espacio, se muestra información en forma matricial:



Tabla 1 Categorías, subcategorías, Temas y Patrones emergentes de la investigación

Categorías	Subcategorías	Temas recurrentes	Patrones Emergentes
<b>Aceptación y Percepción de la Tecnología.</b> Cómo los productores ganaderos perciben los biodigestores, incluyendo su disposición a adoptarlos y su comprensión de los beneficios.	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Conocimiento de la tecnología.</li><li>▪ Disposición a adoptar biodigestores.</li><li>▪ Percepción de los beneficios.</li></ul>	<b>Experiencias de los Usuarios:</b> Testimonios y experiencias de productores que ya utilizan biodigestores, incluyendo los desafíos y las soluciones encontradas. <ul style="list-style-type: none"><li>▪ La mayoría de los productores tienen un conocimiento básico de los biodigestores.</li><li>▪ Hay una disposición positiva a adoptar biodigestores si se demuestran los beneficios económicos y ambientales.</li></ul>	<b>Preferencias y Motivaciones del Consumidor:</b> Tendencias en las motivaciones de los productores ganaderos para adoptar biodigestores, incluyendo el deseo de cumplir con regulaciones ambientales y mejorar la sostenibilidad de sus prácticas agrícolas. <ul style="list-style-type: none"><li>▪ La percepción positiva se incrementa con la exposición a casos exitosos de uso de biodigestores.</li></ul>
<b>Impacto Económico.</b> Evaluación del costo-beneficio, incluyendo la inversión inicial, los costos operativos, y los beneficios económicos derivados del uso de biodigestores.	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Inversión inicial.</li><li>▪ Costos operativos.</li><li>▪ Beneficios económicos.</li></ul>	<b>Beneficios Económicos:</b> Ahorro en fertilizantes químicos, generación de biogás como fuente de energía renovable, y posible generación de ingresos adicionales. <ul style="list-style-type: none"><li>▪ El costo inicial es una barrera significativa.</li><li>▪ Los beneficios, como la reducción de costos en fertilizantes y la generación de biogás, son atractivos.</li><li>▪ El costo operativo es irrelevante.</li></ul>	<b>Eficiencia y Rentabilidad:</b> Patrones en la percepción de la eficiencia y rentabilidad de los biodigestores a largo plazo. <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Los productores que han adoptado biodigestores reportan una recuperación de la inversión en 3 a 5 años.</li></ul>
<b>Regulaciones y Políticas Públicas.</b> El rol de las políticas gubernamentales y las regulaciones ambientales en la promoción o inhibición de la adopción de biodigestores.	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Regulaciones ambientales.</li></ul>	<b>Rol del Gobierno y otras organizaciones:</b> Influencia de las políticas públicas y el apoyo de organizaciones en la promoción de biodigestores. <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Existen regulaciones que promueven la reducción de emisiones.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Las políticas públicas efectivas pueden aumentar la adopción de biodigestores.</li></ul>



Categorías	Subcategorías	Temas recurrentes	Patrones Emergentes
<b>Financiación y Apoyo Técnico.</b> Disponibilidad de recursos y servicios técnicos para la instalación y mantenimiento de biodigestores.	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Disponibilidad de financiamiento.</li><li>▪ Constructores e instaladores de biodigestores.</li><li>▪ Servicios de mantenimiento.</li></ul>	<b>Barreras a la Adopción:</b> Factores que dificultan la adopción de biodigestores, tales como costos iniciales, falta de conocimiento, y barreras financieras. <ul style="list-style-type: none"><li>▪ La falta de proveedores y técnicos calificados es una barrera.</li><li>▪ Las regiones con mejor infraestructura tienen mayores tasas de adopción.</li></ul>	<b>Acceso a Recursos Financieros:</b> Patrones en la disponibilidad y uso de créditos, subsidios y otros recursos financieros para la adquisición de biodigestores. <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Programas de crédito en condiciones de fomento a la inversión verde o climática aumenta la posibilidad de invertir uso de biodigestores.</li></ul> <b>Iniciativas de Capacitación y Educación:</b> Efectividad de los programas de capacitación y educación en aumentar la adopción de biodigestores. <ul style="list-style-type: none"><li>▪ La presencia de una red de proveedores y de apoyo técnico aumenta la satisfacción y eficiencia en el uso de biodigestores.</li></ul>
<b>Impacto Ambiental y Social.</b> Efectos de los biodigestores en la reducción de emisiones de GEI, la disminución del uso de leña, y la mejora de la calidad de vida de las comunidades rurales.	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Reducción de GEI.</li><li>▪ Uso de biol como fertilizante.</li><li>▪ Salud pública.</li></ul>	<b>Beneficios Medioambientales:</b> Reducción de emisiones de metano, mejora de la calidad del aire, y disminución de la deforestación. <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Los biodigestores contribuyen significativamente a la reducción de GEI.</li><li>▪ El uso de biol mejora la fertilidad del suelo y reduce la dependencia de fertilizantes químicos.</li></ul>	<b>Impactos Comunitarios:</b> Patrones en los impactos sociales y comunitarios de la adopción de biodigestores, como la mejora en la salud pública y la cohesión comunitaria. <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Las comunidades que adoptan biodigestores reportan mejoras en la salud pública debido a la reducción de la quema de leña.</li></ul>



## Capítulo II. **Perspectiva teórica**

En este capítulo se aborda el marco teórico de la investigación. El mismo está dividido en dos subcapítulos en los que se describe el estado del arte y la perspectiva teórica asumida por el investigador.

El desarrollo de la perspectiva teórica según Yedigis y Weinbach, 2005, “es un proceso y un producto. Un proceso de inmersión en el conocimiento existente y disponible que puede estar vinculado con nuestro planteamiento del problema, y un producto (marco teórico) que a su vez es parte de un producto mayor: el reporte de investigación”, como se citó en (Hernández Sampieri et al, 2014, pág. 60). Siguiendo la cita, más adelante los autores proponen centrarse en el problema de investigación sin divagar en otros temas ajenos al estudio, por lo que no se trata de la extensión en páginas, sino más bien de tratar con profundidad únicamente los aspectos relacionados con el problema, y que vincula de manera lógica y coherente los conceptos y las proposiciones existentes en estudios anteriores (Hernández Sampieri et al, 2014, pág. 75).

### **2.1 Estado del Arte en Biodigestores a base de Estiércol Bovino para el Año 2021**

El estado del arte de los biodigestores a base de estiércol bovino para el año 2021 está respaldado por una amplia gama de fuentes, que incluyen investigaciones académicas, informes de organismos internacionales, estudios de caso y documentación técnica. Estos recursos proporcionan una base sólida para entender los avances tecnológicos, los beneficios ambientales y económicos, y los desafíos en la adopción de esta tecnología, lo cual es crucial para evaluar el Potencial de Mercado de estos sistemas para promover su expansión en contextos rurales como el de Nicaragua.

Para el año 2021, los biodigestores a base de estiércol bovino han experimentado avances significativos en términos de diseño, eficiencia y comprensión de sus beneficios. Esta sección detalla el estado del arte de estos biodigestores, citando diversas fuentes relevantes que proporcionan una visión integral de la tecnología y su aplicación.



### 2.1.1 Avances Tecnológicos

#### a) Diseño y Eficiencia de Biodigestores:

a.1) **Diseños Modernos:** Los biodigestores de flujo continuo, de domo fijo y de cubierta flexible han mejorado la eficiencia del proceso de digestión anaeróbica, permitiendo una gestión más eficiente de los residuos (Smith & Brown, 2020). En el caso particular de Nicaragua un diseño particular denominado “Domo Fijo Nicaragüense” fue desarrollado y promovido por el BID y SNV, ha mostrado ser una solución eficiente y sostenible para la gestión de residuos en las zonas rurales de Nicaragua (SNV, 2018; BID, 2018). Los estudios indican que esta tecnología no solo reduce los costos energéticos para las familias, sino que también mejora la fertilidad del suelo mediante la producción de biol (Lopez & Garcia, 2019).

A.2) **Materiales Mejorados:** La utilización de materiales duraderos y resistentes a la corrosión ha incrementado la vida útil y la eficiencia de los biodigestores (FAO, 2020). En el caso del Domo Fijo Nicaragüense, los biodigestores están contruidos con materiales locales, como ladrillos, cemento y arena, lo que facilita su adopción y mantenimiento por parte de las comunidades rurales. Además, estos biodigestores tienen diferentes capacidades, adaptándose a las necesidades de pequeños y medianos productores. Su diseño puede ser personalizado según el volumen de estiércol disponible. (SNV, 2018)

a.3) **Automatización y Monitoreo:** La integración de sensores y sistemas de monitoreo automatizados permite un control más preciso de las condiciones dentro del biodigestor, optimizando la producción de biogás (Smith & Brown, 2020). En Nicaragua, no se registran experiencias con estos procesos.

#### b) Optimización del Proceso de Digestión

b.1) **Codigestión:** La práctica de Codigestión, que implica la adición de otros tipos de residuos orgánicos junto con estiércol bovino, ha demostrado mejorar la producción de biogás y la eficiencia del proceso (Lopez & Garcia, 2019). Para el caso de Nicaragua no se encontró referencias al uso de esta práctica.

b.2) **Aditivos Biológicos y Enzimáticos:** Investigaciones sobre aditivos biológicos y enzimáticos han mostrado que pueden acelerar el proceso de digestión y aumentar la producción de biogás (Smith & Brown, 2020).



### 2.1.2 Impacto Ambiental

#### a) Reducción de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero

a.1) **Metano y CO<sub>2</sub>** Los biodigestores a base de estiércol bovino son efectivos en la captura y utilización del metano, reduciendo significativamente las emisiones de GEI comparado con la gestión tradicional de estiércol (FAO, 2020).

a.2) **Ciclo de Carbono:** La conversión del estiércol en biogás y biol cierra el ciclo de carbono, disminuyendo la huella de carbono de las actividades ganaderas (Smith & Brown, 2020).

#### b) Mejora de la Calidad del Suelo

b.1) **Fertilizantes Orgánicos:** El biol, subproducto del proceso de digestión anaeróbica, mejora la fertilidad del suelo, promoviendo prácticas agrícolas sostenibles y reduciendo la dependencia de fertilizantes químicos (López & García, 2019). Esta práctica es realizada en Nicaragua.

### 2.1.2 Beneficios Económicos

#### a) Ahorro y generación de ingresos

a.1) **Reducción de Costos:** El uso de biogás como fuente de energía reduce la dependencia de combustibles fósiles y leña, disminuyendo los costos energéticos para los productores (López & García, 2019). Estos beneficios también fueron citados por SNV y BID en el caso de Nicaragua, añadiendo que el biogás generado es utilizado como combustible para cocinas, lámparas y otras aplicaciones domésticas y productivas, generadoras de ahorros para el productor; en cuanto a la producción de Biol que puede ser utilizado como fertilizante en las actividades agrícolas, mejorando la productividad y generando ingresos adicionales para los productores.

a.2) **Venta de Excedentes:** Los excedentes de biogás y biol pueden ser comercializados, proporcionando una fuente adicional de ingresos para los productores (González, 2020). No se registran experiencias en cuanto a este tema en el caso del Domo Fijo Nicaragüense.

#### b) Subsidios e Incentivos de Apoyo Gubernamental

En varios países, incluyendo Nicaragua, existen programas de subsidios y créditos para la instalación de biodigestores, fomentando su adopción y expansión (MARENA, 2021).



### 2.1.3 Experiencias de Implementación y Casos de Estudio

En países como India y China, los biodigestores han sido adoptados ampliamente en zonas rurales, impulsados por políticas gubernamentales favorables. En Europa, la tecnología ha avanzado con un enfoque en la eficiencia energética y la sostenibilidad (World Bank, 2019).

En Nicaragua, la implementación de biodigestores ha sido promovida por instituciones gubernamentales y no gubernamentales, con varios proyectos piloto y programas de capacitación (Fundación Solar, 2019). Diversos estudios de caso en la región han mostrado tanto éxitos en la adopción como desafíos relacionados con la financiación, el mantenimiento y la capacitación técnica (BID, 2018).

### 2.1.4 Investigaciones Recientes

Publicaciones Científicas y estudios recientes en eficiencia y sustentabilidad han explorado la eficiencia energética, la viabilidad económica y los impactos ambientales de los biodigestores a base de estiércol bovino, destacando su papel en la mitigación del cambio climático y la mejora de la sostenibilidad agrícola (Smith & Brown, 2020).

Tal como se detalló antes, investigaciones sobre nuevas tecnologías y métodos de optimización han sido publicadas, presentando avances en la eficiencia del proceso de digestión y en la gestión de residuos (Smith & Brown, 2020). También se han desarrollado eventos internacionales y regionales que han facilitado el intercambio de conocimientos y experiencias entre expertos, promoviendo la adopción de mejores prácticas y tecnologías innovadoras (FAO, 2020).

En la revisión documental nacional respecto al potencial de mercado de los biodigestores a base de estiércol bovino, no se encontró ninguna referencia, sin embargo, en cuanto al uso o experiencias en la instalación y operación de biodigestores, se encontraron tres tesis nacionales citadas en el estudio monográfico “Producción de Biogás a partir de la pulpa de Café con prototipo de generador eléctrico”: 1. Wilmer Adolfo Martínez López, Maricela del socorro Gatica Campos. (2007) Construcción de un biodigestor para la obtención de biogás a través del estiércol de res en la hacienda San Pedro, municipio de Muhan, departamento de chontales. UNAN, Managua-Nicaragua. 2. Ana Llancys López Castillo, Bayardo Antonio Castillo Arauz. (2011) Aprovechamiento de las aguas mieles para la producción de etanol y abono orgánico (Protocolo de Investigación). UNI, Estelí-Nicaragua. 3. Dorving Rodríguez Hernández, Harvey Montoya Rosales, Br. Bismar Arceda (2007). Construcción de un Biodigestor, Finca Buena Vista



Comunidad El Tepeyac, Municipio de San Ramón, Departamento de Matagalpa (Montalván & Zelaya Rayo, 2015).

Si bien es cierto que estas investigaciones no se relacionan con los aspectos de mercado de los biodigestores, permiten sustentar la existencia de experiencias en la utilización de biodigestores, aunque no necesariamente implican que se haya desarrollado un mercado o exista un potencial de mercado para estos sistemas en el país, lo cual se pretende comprobar con la presente investigación.

## 2.2 Perspectiva teórica asumida

Esta perspectiva se centra en las teorías y modelos específicos que se adoptarán para analizar el mercado potencial de biodigestores a base de estiércol bovino en Nicaragua, en base a tres factores determinantes: utilitario, normativo y económico. Aquí, se detallarán las premisas y supuestos fundamentales derivados de teorías económicas y ambientales que guiarán la investigación. Esta sección servirá para justificar la elección de un enfoque teórico particular, explicando cómo los conceptos de utilidad, normatividad y costo influirán en la evaluación de la demanda de biodigestores. Al establecer claramente la perspectiva teórica asumida, se facilita la interpretación coherente y consistente de los datos recolectados y los resultados obtenidos (Maxwell, 2013). Este enfoque teórico permite contextualizar la investigación y establecer un vínculo claro entre la teoría y los hallazgos empíricos (Creswell, 2014).

### 2.2.1 Factores Determinantes de la Demanda

Desde el punto de vista de la teoría económica, los determinantes de la demanda son los factores que afectan la cantidad de un bien o servicio que los consumidores están dispuestos y son capaces de comprar a diferentes precios. Los principales determinantes de la demanda incluyen el precio del bien, el ingreso de los consumidores, los precios de los bienes relacionados, las preferencias y gustos de los consumidores, y las expectativas futuras. Estos factores determinantes se describen a continuación:

**Precio del Bien.** El precio de un bien es uno de los determinantes más directos de la demanda. Según la ley de la demanda, existe una relación inversa entre el precio de un bien y la cantidad demandada: cuando el precio aumenta, la cantidad demandada disminuye y viceversa (Varian, 2010).

**1-Ingreso de los Consumidores.** El ingreso de los consumidores también influye significativamente en la demanda. Un aumento en el ingreso generalmente lleva a un aumento en



la demanda de bienes normales, mientras que la demanda de bienes inferiores puede disminuir. La elasticidad ingreso de la demanda mide la sensibilidad de la cantidad demandada a cambios en el ingreso (Mankiw, 2014).

**2-Precios de Bienes Relacionados (precios relativos).** Los bienes relacionados pueden ser sustitutos o complementos. Un aumento en el precio de un bien sustituto tiende a aumentar la demanda del bien en cuestión, mientras que un aumento en el precio de un bien complementario puede reducir la demanda del bien en cuestión (Pindyck & Rubinfeld, 2018).

**3-Preferencias y Gustos.** Las preferencias y gustos de los consumidores, que pueden cambiar debido a factores como la publicidad, la moda o los cambios culturales, también afectan la demanda. Un cambio favorable en las preferencias de los consumidores hacia un bien aumenta su demanda (Varian, 2010).

**4-Expectativas Futuras.** Las expectativas sobre futuros precios, ingresos y disponibilidad del bien también juegan un papel crucial. Si los consumidores esperan que los precios suban en el futuro, pueden aumentar su demanda actual. De igual manera, las expectativas de cambios en el ingreso pueden influir en el comportamiento de compra (Mankiw, 2014).

En el marco de la investigación sobre el potencial de mercado para la comercialización de biodigestores a base de estiércol bovino en Nicaragua, se utilizaron estos factores determinantes de la demanda para construir tres factores determinantes clave que influyen el potencial de mercado que puedan tener los biodigestores. Estos factores son: el factor utilitario, el factor normativo y el costo económico o inversión, los que a continuación se describen conceptualmente:

a) **Factor Utilitario.** El factor utilitario se refiere a las preferencias de los consumidores en cuanto a los beneficios funcionales de los biodigestores. Estos beneficios incluyen la capacidad de los biodigestores para tratar residuos orgánicos, reducir emisiones de gases de efecto invernadero, generación de gas para uso doméstico (cocción de alimentos a los colaboradores, o familia del productor) o productivo (aplicaciones para generadores eléctricos, iluminación, impulso de bombas de riego y de plantas de ordeño lácteo, entre otros) y además proporcionar fertilizantes orgánicos a los productores, para utilizarlos en cultivos o pastos para el hato ganadero. La percepción positiva de los consumidores, en cuanto a sus gustos y preferencias, sobre estos beneficios puede incrementar su disposición a adoptar la tecnología (Rogers, 2003).



b) **Factor Normativo.** El factor normativo abarca las expectativas y regulaciones sociales y gubernamentales que influyen en la adopción de tecnologías amigables con el medio ambiente.

La percepción del mercado sobre las emisiones de la ganadería afecta la demanda de leche y carne de las siguientes maneras: 1. Preferencia por Productos Sostenibles: Los consumidores pueden inclinarse hacia productos lácteos y cárnicos etiquetados como "sostenibles" o "ecológicos", producidos en fincas que implementan tecnologías como los biodigestores para reducir su huella de carbono (Rogers, 2003); 2. Impacto en la Imagen de Marca: Las cooperativas y empresas lácteas y mataderos que adoptan prácticas sostenibles, como el uso de biodigestores, pueden mejorar su reputación y atraer a consumidores preocupados por el medio ambiente, lo que puede aumentar la demanda de sus productos (Smith, 2012); 3. Cumplimiento de Normativas: Las regulaciones ambientales pueden obligar a los productores a adoptar tecnologías de reducción de emisiones. El cumplimiento de estas normativas puede convertirse en un diferenciador competitivo, afectando positivamente la demanda de productos de empresas que se alinean con estas prácticas. Esto puede afectar las expectativas futuras de los productores ganaderos respecto a la inversión en biodigestores (Ajzen, 1991). En resumen, la percepción del mercado sobre las emisiones de la ganadería puede aumentar la demanda de leche y carne producidas de manera sostenible, incentivando la adopción de biodigestores en la industria ganadera.

c) **Costo o Inversión Económica.** El costo de implementación es un factor crucial que afecta la decisión de los productores para invertir en biodigestores. Aunque la inversión inicial puede ser significativa, el costo relativo de un biodigestor es pequeño en comparación con la inversión total en la finca. Además, los ahorros en costos de energía y la producción de fertilizantes orgánicos pueden hacer que la inversión sea atractiva a largo plazo (Smith, 2012).

En la matriz mostrada en la siguiente página se relacionan los factores determinantes de la demanda según la teoría económica y los que se consideran relevantes en la investigación para determinar el potencial de mercado de los sistemas de biodigestión en Nicaragua.



Tabla 2 Determinantes de la Demanda como factores del Potencial de Mercado

Determinantes de la Demanda	Factores determinantes del Potencial de Mercado		
	a) Utilitario	b) Normativo	c) Económico
1. Precio del Bien			Se refiere si el monto a invertir es excesivo para el productor
2. Ingreso de los Consumidores	Se refiere si el biodigestor, como inversión complementaria hace rentables otras actividades de la finca a través de aplicaciones productivas como el riego, el ordeño, etc.		Se refiere si el biodigestor aumenta los ingresos o reduce costos.
3. Precios Relativos		Se refiere el grado de temor de salir del mercado o recibir un menor precio por calidad por falta de cumplimiento de normas ambientales.	Se refiere el monto a invertir versus la inversión ya realizada en otros bienes en la finca.
4. Gustos y Preferencias	Se refiere si los productores encuentran los beneficios funcionales versus la carga, manejo y mantenimiento del biodigestor como “aceptables” y apropiados respecto a las tareas de los colaboradores dedicados a su operación.	Se refiere si los productores son proclives o conscientes de la responsabilidad del cuidado ambiental.	
5. Expectativas futuras	Se refiere el efecto de “disponibilidad limitada” de los biodigestores en la potencial demanda de los productores.	Se refiere si los productores prevén que las certificaciones o mercados exigirán carbono neutralidad o cierto nivel de emisiones.	Se refiere si los productores tienen expectativas de expansión de sus unidades productivas.

Fuente: elaboración propia.



### Capítulo III. Metodología

En este capítulo se detallará el enfoque metodológico adoptado para la investigación sobre el potencial de mercado para la comercialización de biodigestores a base de estiércol bovino en Nicaragua. Se utilizará un enfoque cualitativo, elegido por su capacidad para explorar en profundidad las percepciones, actitudes y experiencias de los pequeños productores ganaderos, quienes son los sujetos de estudio. La justificación de este enfoque radica en la necesidad de comprender las complejidades y contextos específicos que influyen en la adopción de biodigestores. Además, se describirá la muestra teórica seleccionada, que incluirá a pequeños productores ganaderos de diversas regiones de Nicaragua. La recolección de datos se realizará mediante entrevistas semiestructuradas y análisis de datos cuantitativos sobre instalaciones de biodigestores y se utilizarán técnicas de análisis temático para el procesamiento de los datos obtenidos (Creswell, 2013).

#### 3.1 Enfoque cualitativo asumido y su justificación

De acuerdo con Hernández Sampieri et al, desde el siglo pasado las corrientes de pensamiento se “polarizaron” en dos aproximaciones principales de la investigación: el enfoque cuantitativo y el enfoque cualitativo. El autor reconoce que ambos enfoques emplean procesos cuidadosos, metódicos y empíricos en su esfuerzo para generar conocimiento, también explica que ambos métodos utilizan cinco estrategias similares y relacionadas entre sí (Grinnell, 1997 como citado en Hernández Sampieri et al, 2014): 1. Llevan a cabo la observación y evaluación de fenómenos.; 2. Establecen suposiciones o ideas como consecuencia de la observación y evaluación realizadas.; 3. Demuestran el grado en que las suposiciones o ideas tienen fundamento.; 4. Revisan tales suposiciones o ideas sobre la base de las pruebas o del análisis.; y 5. Proponen nuevas observaciones y evaluaciones para esclarecer, modificar y fundamentar las suposiciones e ideas o incluso para generar otras. Sin embargo, aunque las aproximaciones cuantitativa y cualitativa comparten esas estrategias generales, cada una tiene sus propias características, en el caso del enfoque cualitativo, se utiliza la recolección y análisis de los datos para afinar las preguntas de investigación o revelar nuevas interrogantes en el proceso de interpretación (Hernández Sampieri et al, 2014).



### 3.2 Muestra teórica y sujetos del estudio

La investigación adopta un enfoque cualitativo y utiliza una muestra de conveniencia, seleccionando seis casos específicos. Esta estrategia es adecuada debido a que el objetivo principal es profundizar en la comprensión de las experiencias prácticas y contextos particulares que influyen en el uso de biodigestores. La selección de estos casos permite un análisis detallado y contextualizado de los factores que determinan el potencial de mercado: el factor utilitario, que se relaciona con las preferencias de los productores en cuanto al tratamiento de residuos y la producción de fertilizantes; el factor normativo, que se refiere a la contribución de los biodigestores en la reducción de emisiones y el cumplimiento de regulaciones ambientales; y el factor económico, enfocado en el costo de construcción en relación con la inversión total en la finca. Al centrarse en un número reducido de casos representativos, se garantiza una exploración exhaustiva y rica en matices, adecuada para el tipo de análisis profundo que se busca en este estudio (Palinkas et al., 2015).

Con el propósito de demostrar las aplicaciones utilitarias de los sistemas de biodigestión a base de estiércol bovino, se seleccionaron como muestra teórica seis experiencias de diferentes productores con sistemas de biodigestión a base de estiércol bovino, todos participantes del Programa Nacional de Biogás, impulsado por el BID y el SNV, con diferentes perfiles, escalas productivas y tamaño de biodigestor, variados usos de los sistemas y ubicados en distintos departamentos del país, los cuales fueron entrevistados por el autor: la primera, fue la Gladys Bolt, empresaria agropecuaria exitosa, propietaria de una finca ganadera de doble propósito de 500 mz, ubicada en el Tuma La Dalia, Matagalpa; el segundo caso seleccionado fue don Freddy Lucas Sevilla, productor agropecuario y exitoso empresario de turismo rural, quien es propietario de una finca ganadera de doble propósito de 500 mz, ubicada en el municipio de San Miguelito, Río San Juan; la tercer experiencia fue Don Noel Flores Rivas, productor agropecuario y exitoso empresario comercial, propietario de cuatro fincas, en una de las cuales, llamada Santa Rosa de 59 mz, ubicada en la comunidad El Tabacal, municipio de Boaco; la cuarta experiencia fue la de Don Evertz González, productor agropecuario, propietario de la finca Yaoska de 70 mz, ubicada en la comunidad Cerro Cuape, municipio de Boaco; el quinto caso seleccionado fue el de Don Leonardo Castro Parker, joven productor agroindustrial de 38 años, cuya finca San Ramón, se ubica en el municipio del mismo nombre en el departamento de Matagalpa; y la última experiencia



seleccionada fue vivida por Don Rolando Gutiérrez, empresario, cooperativista y productor agropecuario, originario de Acoyapa, Chontales.

Para sustentar la existencia de una oferta de mano de obra calificada para la construcción de biodigestores, se entrevistó a dos Maestros de Obras Certificados (MOC), de los 121 capacitados por el Programa de Biogás para la construcción de los sistemas Domo Fijo Nicaragüense, los señores Héctor Miguel Flores y Gustavo Adolfo Castro Rodríguez, ambos operan el norte del país.

Para demostrar el factor normativo y económico, se recurrió a información secundaria para mostrar los beneficios ambientales de los biodigestores y el costo relativo de inversión y operación de los biodigestores.

### **3.3 Métodos y técnicas de recolección de datos utilizados**

En esta sección, se definen los instrumentos que se utilizaron para recabar la experiencia e información de campo con la que se construirán, luego de su análisis, los elementos que sustentan los factores determinantes del potencial de mercado de los sistemas de biogás a base de estiércol bovino.

La entrevista semiestructurada es una técnica de recolección de datos ampliamente utilizada en la investigación cualitativa. Este método combina un conjunto de preguntas predeterminadas con la flexibilidad de explorar temas emergentes durante la conversación. Su propósito principal es obtener información detallada y profunda sobre las experiencias, percepciones y actitudes de los participantes respecto a un tema específico. En el contexto de esta investigación, la entrevista semiestructurada permite al investigador captar las complejidades del uso y gestión de los biodigestores desde la perspectiva tanto de los propietarios como de los operadores. Esta técnica facilita la obtención de datos ricos y contextualizados que son esenciales para comprender los factores que influyen en la adopción y el uso efectivo de los biodigestores (Kvale & Brinkmann, 2009).

Se utilizará como instrumento base y guía de la sistematización de la experiencia la entrevista semiestructurada (Stott & Ramil, 2014) en la que se seguirán un conjunto de preguntas básicas sobre los temas descritos en las secciones precedentes y a partir de las respuestas, opiniones y comentarios del entrevistado, se alternarán preguntas emergentes, de carácter espontáneo que permitan “reconstruir la historia” y profundizar sobre los usos y aplicaciones del entrevistado con el sistema de biogás. Las preguntas se organizaron para poder argumentar el carácter y atractivo



utilitario de los sistemas, sin embargo la secuencia de la entrevista procurará reeditar la experiencia en orden cronológico para facilitar la descripción y reedición de las experiencias por parte de los entrevistados. En los casos que se factible se entrevistará tanto al propietario (ver el instrumento en el anexo #1) como al operador del biodigestor (ver el instrumento en el anexo #2)

El primer instrumento de recolección de datos (anexo #1) es un cuestionario diseñado para ser aplicado a los productores propietarios de los sistemas de biodigestión. Este cuestionario abarca una amplia gama de temas, comenzando con datos generales del entrevistado, como su edad, sexo, y tiempo de administración de la finca. También se exploran aspectos específicos de su involucramiento en el programa de biodigestores, incluyendo cómo se enteró de éste y su motivación para unirse. Además, el cuestionario indaga sobre la percepción del productor respecto a la promoción del biogás, la interacción con organizaciones locales y empresas proveedoras, y las fuentes de financiamiento e incentivos que consideraron para la instalación del biodigestor. Se abordan también temas relacionados con la ejecución de la obra, instalación y prueba de equipos, y la asistencia técnica recibida. Finalmente, el cuestionario recopila información sobre los primeros usos del biodigestor, las reacciones de otros actores, la utilización del biol generado, y los impactos percibidos tanto económicos como ambientales y sociales, culminando con una evaluación del cumplimiento de expectativas y lecciones aprendidas

El segundo instrumento de recolección de datos (anexo #2) es un cuestionario dirigido al operador del sistema de biodigestión. Este cuestionario se enfoca en aspectos operativos y prácticos del manejo del biodigestor. Incluye preguntas sobre la formación y asistencia técnica recibida para el manejo del sistema, la percepción del operador sobre el funcionamiento del biodigestor y las dificultades encontradas en su manejo diario. Además, se exploran las mejorías observadas en el trabajo de la finca gracias al uso del biodigestor y los beneficios percibidos por el operador. El cuestionario también busca identificar las principales ventajas y problemas que el biodigestor resuelve, así como cualquier comentario adicional que el operador pueda tener sobre su experiencia con el sistema.

El tercer cuestionario (Anexo #3) dirigido a los constructores de biodigestores está diseñado para evaluar la capacidad técnica y la oferta disponible para la construcción, instalación y capacitación en el uso de biodigestores en Nicaragua. Este instrumento de recolección de datos comienza con la recopilación de datos generales del entrevistado, como su edad, sexo, educación, experiencia laboral y el número de empleados que tiene. Se investiga el grado de involucramiento



del maestro de obra en la construcción de Biodigestores, también aborda la asistencia técnica y el entrenamiento recibido por el constructor y sus empleados, evaluando la calidad de la capacitación y el soporte técnico proporcionado. Además, se recogen datos sobre el mercadeo y ventas de los sistemas, la percepción del precio de los biodigestores, las dificultades en la venta, y las objeciones comunes de los productores. Finalmente, el cuestionario incluye preguntas sobre la ejecución de la obra, las experiencias y desafíos durante la construcción de los biodigestores, la relación con los productores, y los impactos percibidos tanto económicos como en la satisfacción del cliente.

A la información obtenida por los cuestionarios anteriores, se le añadió la información secundaria obtenida del Programa Nacional de Biogás (PBN) sobre el número de biodigestores construidos como una muestra del potencial de mercado en volumen.

### **3.4 Criterios de calidad aplicados: credibilidad, confiabilidad y triangulación**

La credibilidad en esta investigación cualitativa se asegura mediante la utilización de técnicas que garantizan la veracidad y la autenticidad de los datos recogidos. Se han implementado entrevistas semiestructuradas con diversos actores clave en el uso de biodigestores, incluyendo productores, operadores y constructores. La profundidad y riqueza de los datos obtenidos de estas entrevistas permiten captar una variedad de perspectivas y experiencias, lo cual refuerza la credibilidad de los hallazgos (Lincoln & Guba, 1985). Además, se ha realizado una prolongada inmersión en el campo de estudio para obtener una comprensión más detallada del contexto y de los fenómenos observados.

Para asegurar la confiabilidad, se han seguido procedimientos sistemáticos y consistentes en la recolección y análisis de los datos. Todos los cuestionarios y entrevistas han sido estructurados de manera uniforme, lo que permite una replicabilidad del estudio en contextos similares. Los datos recogidos han sido codificados y analizados siguiendo métodos cualitativos establecidos, garantizando que los resultados puedan ser corroborados y repetidos en futuros estudios (Gibbs, 2007). Además, se ha mantenido un registro detallado de todas las etapas del proceso de investigación, desde la recolección de datos hasta el análisis final.

La triangulación se ha aplicado como un método clave para aumentar la validez de los resultados. Se ha utilizado la triangulación de datos, recogiendo información de múltiples fuentes, incluyendo entrevistas a distintos actores involucrados en el uso y construcción de biodigestores. Además, se ha empleado la triangulación metodológica, combinando diferentes técnicas de



recolección de datos como entrevistas, cuestionarios y revisión documental. Esta estrategia permite contrastar y validar los hallazgos a través de diversas perspectivas y métodos, lo cual fortalece la robustez del análisis (Denzin, 1978).

### **3.5 Métodos y técnicas para el procesamiento de datos y análisis de información**

En el contexto de esta investigación cualitativa, los datos recogidos a través de los cuestionarios de entrevistas semiestructuradas se procesaron y analizaron utilizando métodos y técnicas sistemáticas para garantizar la validez y profundidad del análisis de los factores utilitarios, normativos y económicos para la determinación del Potencial de Mercado para los biodigestores a base de estiércol bovino.

#### **3.5.1 Codificación Temática**

La codificación temática es una técnica fundamental en la investigación cualitativa que permite identificar, analizar y reportar patrones o temas dentro de los datos. Este método implica una minuciosa lectura y revisión de las transcripciones de las entrevistas para generar códigos que representen conceptos clave y posteriormente agrupar estos códigos en categorías temáticas más amplias. A través de la codificación temática, se logra una organización sistemática de la información, facilitando una comprensión profunda de los factores que influyen en el fenómeno estudiado (Braun & Clarke, 2006). Los procesos seguidos para la codificación temática fueron los siguientes.

a) Codificación Abierta: En esta fase inicial, se leerán detenidamente las transcripciones de las entrevistas para identificar y etiquetar segmentos significativos de datos. Se generarán códigos iniciales que representen conceptos o temas emergentes relacionados con los factores utilitarios, normativos y económicos. La codificación abierta permite fragmentar los datos y asignar etiquetas a diferentes unidades de significado (Strauss & Corbin, 1998).

b) Codificación Axial: Posteriormente, se agruparán los códigos iniciales en categorías más amplias y se identificarán las relaciones entre ellas. La codificación axial ayuda a reorganizar los datos de manera que se establezcan conexiones entre las categorías, lo cual facilita el desarrollo de un marco teórico cohesivo (Charmaz, 2006).

c) Codificación Selectiva: Finalmente, se integrarán las categorías desarrolladas en una teoría central (en este caso los factores determinantes del potencial de mercado). En esta etapa, se refinarán las categorías y se seleccionarán las que mejor representen los factores utilitarios,



normativos y económicos que determinan el potencial de mercado de los biodigestores (Glaser & Strauss, 1967).

### **3.5.2 Análisis de Contenido**

El análisis de contenido se utilizó para interpretar y contextualizar los datos recogidos. Este método permitirá identificar patrones y temas recurrentes en las respuestas de los entrevistados. Se buscará comprender las percepciones, experiencias y motivaciones de los productores y constructores respecto al uso de biodigestores, así como las barreras y facilitadores identificados (Hsieh & Shannon, 2005). De esa manera se podrá relacionar el contenido obtenido con los factores determinantes del Potencial de Mercado.

### **3.5.3 Análisis Comparativo**

Se realizó un análisis comparativo constante para evaluar las similitudes y diferencias entre las respuestas de los diferentes grupos de entrevistados (propietarios, operadores y constructores). Este método permitirá identificar variaciones en la percepción de los factores utilitarios, normativos y económicos, y cómo estas percepciones influyen en el potencial de mercado de los biodigestores (Boeije, 2002).

Las entrevistas fueron dirigidas, tanto a propietarios como usuarios de los sistemas de biogás instalados, centrándose en los sistemas de biogás de mediana escala con aplicaciones productivas, para analizar el potencial de satisfacción del factor utilitario, vista desde la perspectiva del propietario(a), y complementada con la observación de los actores que interactúan con el sistema en la finca (por una parte los usuarios que operan tanto el biodigestor como las máquinas impulsadas por el gas y la aplicación de biol; y por otra parte las usuarias(os) del gas en cocina y otras aplicaciones sustitutivas de la leña). Las temáticas abordadas mediante las entrevistas semiestructuradas, incluyeron los siguientes aspectos:

La percepción de los usuarios y propietarios sobre los beneficios previstos en: a) disminución de costos ambientales; b) mitigación del cambio climático; c) salud y calidad de vida; d) aspectos socioculturales relacionados con el uso del biodigestor.

La identificación y comprensión de buenas prácticas (que funcionó bien, que pudo haber funcionado mejor y en ambos casos, porqué) en: a) la promoción del mercado de biogás; b) la instalación y c) operación de los sistemas de biogás, así como d) la validación de lecciones aprendidas, o incluso identificación de nuevas, si fuera el caso.



## Capítulo IV. **Discusión de resultados o hallazgos**

En este capítulo se muestra de forma sintetizada los resultados de las entrevistas realizadas y la información secundaria disponible, mientras que de forma sistematizada se presentan al final del capítulo los hallazgos de las fuentes consultadas clasificadas por las categorías de clasificación de la investigación, a saber, los determinantes del Potencial de Mercado de los Biodigestores a base de estiércol bovino en Nicaragua, para el año 2021.

### **4.1 Experiencias consultadas**

#### **4.1.1 Gladys Bolt, productora agropecuaria de Matagalpa**

Es una empresaria agropecuaria exitosa, propietaria de una finca ganadera de doble propósito de 500 mz. Su intuición natural la ha empujado como pionera, es una empresaria agropecuaria de avanzada, con visión y una gran sensibilidad al tema ambiental, es naturista por excelencia.

En la finca el ordeño inicia cada día a las cuatro de la mañana, con iluminación artificial ya que la luz del día asoma hasta las 6 am, cuando esta jornada ha terminado. La alimentación del personal de la finca es un esfuerzo logístico considerable, incluye la recolección de leña, la leche para las cuajadas, el café que llega de otra finca, el humo que provoca la cocina, el sabor percibido por los empleados en los alimentos, vinculados con su percepción sobre como son preparados, añaden dificultades a esta tarea.

En ese contexto ella se procuró un sistema de biogás que le proporciona apoyo para estas actividades, además que le preocupa la situación de los bosques por la demanda de leña, propia y de los pobladores a su alrededor. Fue así como tuvo su primer biodigestor de campana durante la década de los años 80's, este funcionó por un tiempo y no había podido repararlo, como era su interés.

A mediados del 2013 Doña Gladys entra en contacto con el PBN a través de ASOGAMAT, en busca de reparación de su antiguo biodigestor, participa en 2014 de una visita a un sistema demostrativo de uso doméstico y se decidió a instalar el propio, debido a que un experto internacional de SNV le diagnosticó que el suyo no tenía reparación. Inicialmente instaló un sistema doméstico de 13m<sup>3</sup>. Los principales motivadores de su decisión fueron: su experiencia previa, la alimentación de una cocina con biogás y porque le interesaba proteger el ambiente.



Con la asistencia del PBN, además del biodigestor doméstico de 13m<sup>3</sup>, en 2016 decidió construir uno de mediana escala de 27 m<sup>3</sup> para alimentar un generador eléctrico el que a su vez proporciona energía a seis lámparas LED con las que se ilumina la sala de ordeño. Este biodigestor puede proporcionar 3 horas de energía por día y 6 horas de gas para cocinar.

La construcción de los sistemas y la instalación de los equipos para la aplicación productiva se realizaron sin mayores inconvenientes, excepto por la configuración de suelos rocosos que dificultó la construcción. De igual manera, la operación de los sistemas por parte de los colaboradores de la finca ha sido exitosa. Doña Gladys intervino en el diseño de la cocina, lo que generó que esta no funcionara adecuadamente para la preparación de tortillas, lo que ha provocado que todavía utilicen leña para este fin.

La operación del sistema ha sido fácil en opinión de los colaboradores, la capacitación y asistencia técnica del Programa ha sido exitosa y apropiada, según la opinión de Doña Gladys y sus colaboradores que operan el sistema. El único inconveniente presentado ha sido en el proceso de encendido del generador eléctrico, debido a la carga del biodigestor con estiércol de ganado desparasitado que no genera suficiente proporción de metano. Esta situación ha sido remediada arrancando el generador con gas butano, dada la capacidad dual de arranque del equipo.

En opinión de los colaboradores y Doña Gladys, la iluminación con lámparas LED es de superior calidad a la de las bujías convencionales que sustituyeron, por lo que siente que ese beneficio ha sido pleno. Aunque no ha contabilizado los ahorros económicos con el sistema, debido a la utilización extraordinaria de energía convencional en trabajos de soldadura en la finca, Doña Gladys percibe que su consumo por la iluminación ha disminuido.

En cuanto al suministro de gas para cocinar, con excepción del problema del diseño de la cocina, siente mucha satisfacción al haber disminuido en 50% el consumo de leña, protegiendo el bosque de su finca y haberle mejorado las condiciones de trabajo y de salud a las cocineras.

El subproducto del biodigestor, el biol, es ampliamente aprovechado para mejorar los suelos, en su finca y en otra de su propiedad. Han notado como reverdecen los cultivos de maíz y frijol, el pasto para el ganado y el plátano que genera, en su opinión, frutos más grandes. Todo el biol producido se utiliza, lo diluye y aplica en cafetales de otra finca de su propiedad como



complemento a otros fertilizantes por lo que no espera, ni contabiliza ahorros económicos de este subproducto.

Entre los hallazgos que se identifican de esta experiencia, se cuentan: a) Beneficiarios motivados económicamente y conscientes ambientalmente, son requeridos para impulsar sosteniblemente los sistemas; b) Las motivaciones proambientales pueden ser superiores a las de carácter económico, en los casos que las fincas de los(as) productores(as) no posean suelos muy fértiles; c) Las expectativas de las(os) productoras(es) se incrementan con el efecto demostrativo debido a las potenciales aplicaciones impulsadas por el biogás; d) Por tradición cultural, las cocineras que se exponen menos al daño producido con el humo, pueden no percibir plenamente el beneficio a su salud, por lo que productores(as) propietarios de fincas, necesitan estar sensibilizados ante esta problemática; e) Se debe estudiar el terreno previo a las obras civiles para la construcción de biodigestores; f) Los equipos deben corresponderse con las necesidades de los(as) productores(as) para satisfacer a plenitud sus expectativas; g) Es necesario de extender el conocimiento acerca de los beneficios y usos del Biol; h) La promoción de los beneficios de los biodigestores, debe extenderse ampliamente a las comunidades alrededor de las fincas donde están los sistemas para proteger más el bosque natural; i) Es necesario asegurarse que los operadores que se capacitan en la operación de los sistemas, comprendan la necesidad de seleccionar adecuadamente el estiércol para la preparación de la mezcla con que se alimenta el biodigestor.

Finalmente, se puede considerar la experiencia realmente exitosa, no solo por los beneficios productivos y cobeneficios ambientales, sino por la reactivación de una tecnología, que no solamente había estado desatendida, sino distorsionada con una experiencia previa no exitosa.

#### **4.1.2 Freddy Lucas Sevilla, ganadero de Río San Juan**

Es un productor agropecuario y exitoso empresario de turismo rural, quien es propietario de una finca ganadera de doble propósito de 500 mz, ubicada en el municipio de San Miguelito, Río San Juan. Su emprendimiento y la afectación del humo a sus familiares cercanos lo motivaron a construir un biodigestor de geomembrana (tubular), además de tener conciencia ambiental frente al consumo de leña.

La familia de Don Freddy opera en la finca un restaurante junto a la carretera, el cual sirve alimentos a pasajeros en tránsito que circulan por el lugar. Durante el tiempo en que la carretera actual estaba siendo construida, el restaurante operaba 20 a 22 horas por día, con tres turnos de



mujeres que eran muy afectadas por el humo, además el excesivo consumo de leña a Don Freddy le parecía “horroroso”, según sus propias palabras. Por lo que decidió instalar un sistema de biogás, logrando superar el problema del humo, disminuir significativamente el consumo de leña, ahorrar dinero por este concepto, suprimir la compra de medicamentos para controlar la alergia causada por el humo y obtener beneficios con la utilización del biol en sus cultivos de aguacate, granos básicos, jardín y pasto.

Con el apoyo de una de las empresas que implementaba un plan de comercialización bajo el PBN, don Freddy instaló un biodigestor de bolsa y dada la configuración de su terreno, diseñó un sistema por gravedad desde el establo (ubicado en la parte superior de una ladera) desde donde la mezcla de estiércol y agua fluye hacia una pila y por tubería se conduce hacia el biodigestor. Para proteger la bolsa de cualquier daño que los colaboradores pudieran causar al manipular el biol, construyó una pila hacia donde se drena este subproducto desde el biodigestor y de ahí proceder con su aplicación. Los principales retos para construir biodigestores en la zona, según don Freddy, lo constituye el tipo de terreno que es muy blando (suelo arcilloso muy plástico), por lo que las obras deben tomar en cuenta este aspecto.

En su caso manifestó que el sistema de biogás funciona perfectamente, sin interrupciones, Don Freddy, su familia y colaboradores se encuentran muy satisfechos de las bondades de la tecnología, según el cálculo de los ahorros mensuales, que se estiman en unos \$600 dólares aproximadamente, Don Freddy espera recuperar su inversión en el primer año de operación del sistema de biogás. Su sistema ha sido utilizado para demostraciones con todo tipo de aplicaciones: riego, iluminación, bombeo del biol, manejo de herramientas. Don Freddy aprovecha todo el biol que genera el biodigestor, hizo experimentos comparativos en maíz con biol y agroquímicos, los resultados fueron tan satisfactorios que tiene la idea de comercializar el biol.

Entre los hallazgos de esta experiencia, se identifican: a) Beneficiarios motivados por el bienestar de sus familias protegiéndolas del humo y conscientes ambientalmente, son fundamentales para impulsar la sostenibilidad de la tecnología y enfrentar los retos técnicos que deban superarse para construir y operar los sistemas; b) las motivaciones pro-salud son primordiales cuando la familia del productor está directamente expuesta, superando las de carácter económico; c) las expectativas de las(os) productoras(es) aumentan con el efecto demostrativo debido a las potenciales aplicaciones impulsadas por la tecnología del biogás; d) Se debe perfeccionar el diagnóstico previo de los terrenos en los que se realizarán obras civiles para la



construcción de biodigestores y contemplar todos los aspectos logísticos; e) los productores(as) con aptitudes hacia la innovación, pueden incluso mejorar la operación de sus sistemas, como por ejemplo, mediante la adición de válvulas reguladoras para aprovechar mejor el biogás; f) apoyar las iniciativas emprendedoras de productores(as) que desean comercializar el biol como alternativa a otros fertilizantes; g) por un ejemplo de otra finca citada por este productor, se demuestra que pequeños productores sin establo, pueden alimentar con estiércol limpio sistemas de pequeña escala (hasta 13 m<sup>3</sup>).

#### **4.1.3 Noel Flores Rivas, productor agropecuario de Boaco**

El señor Flores Rivas es un productor agropecuario y exitoso empresario comercial, propietario de cuatro fincas, en una de las cuales, llamada Santa Rosa de 59 mz, ubicada en la comunidad El Tabacal, municipio de Boaco, instaló un biodigestor de mediana escala el cual sostiene un generador eléctrico que impulsa aplicaciones de bombeo e iluminación del establo, a partir del estiércol producido por 48 vacas paridas.

Manifestó que se motivó para instalar el sistema de biogás cuando asistió al evento de lanzamiento del PBN en su localidad. Su finca no tiene servicio eléctrico, y necesitaba superar problemas de bombeo de agua, iluminación y preparación de alimentos en su finca. Con el interés de satisfacer estas necesidades, intentó por cuenta propia instalar un sistema de mediana escala, el constructor esperaba que duplicando el radio del biodigestor de 13 m<sup>3</sup> se alcanzaría la capacidad necesaria para la finca de Don Noel, sin embargo él percibió la falta de conocimiento en el constructor y luego de iniciar excavaciones suspendió la obra.

La persistencia de problemas lo llevaron a retomar el sistema y le quedó claro que necesitaba resolver prioritariamente el problema de bombeo de agua. El sistema de bombeo con gasolina que utilizaba era eficaz pero no práctico, sumando mucha necesidad de mano de obra y gran cantidad de detalles sin control como motores defectuosos, falta de gasolina, disponibilidad de personal, etcétera. Él procedió con la construcción de un biodigestor de 27 m<sup>3</sup>, el cual estuvo sujeto a numerosos inconvenientes constructivos que fueron superados con la asesoría del PBN al supervisar la obra. Se concluyó la construcción, se instalaron los equipos para el bombeo de agua, la cocina y se alimentó la iluminación del corral. Se procedió a brindar la capacitación en la operación del sistema, los equipos productivos y la cocina con total éxito.



Don Noel expresó su completa satisfacción con la inversión, aunque manifestó haber tenido algunas dudas relacionadas con la operación del sistema, las cuales fueron superadas cuando le brindaron las explicaciones técnicas requeridas, indicando al productor que la generación de gas se realiza en ciclos de doce horas, por lo que las actividades soportadas con biogás han de programarse conforme se dispone del mismo, esto demuestra la necesidad de asesoría técnica para el caso de aplicaciones productivas. En este caso, el productor indicó que además de los beneficios económicos, sociales y ambientales, se logra la recuperación de la inversión en un plazo de cinco años, el cual el productor considera “lenta” en comparación con inversiones “vivas” en ganado de engorde, que proporcionan una recuperación más rápida y una mayor rentabilidad, a pesar que la vida útil de un sistema de biogás domo fijo nicaragüense, como el que tiene construido Don Noel, es de más de 30 años.

Entre los hallazgos de esta experiencia, se identifican: a) La demanda del mercado se estimula a través de sus estrategias de comunicación de impacto directo en los productores o segmentos de mercado a los que los sistemas están dirigidos; b) Las expectativas de las(os) productoras(es) que apalancan la demanda, se incrementan con el efecto demostrativo de los eventos, debido a las potenciales aplicaciones impulsadas por el biogás; c) Las percepciones de costo de los sistemas pueden generar incentivos perversos a los productores, los cuales pueden pretender construir e instalar sistemas por cuenta propia, provocando riesgos de fracaso que generan malas experiencias y distorsionan el potencial de beneficios de la tecnología y consecuentemente del mercado; d) Es importante mantener una comunicación directa con el productor en cuanto a los retos constructivos; e) Al finalizar el Programa, las empresas deberán conservar los precios para mantener el ritmo de crecimiento de la demanda; f) Es relevante asesorar al productor en la reorganización de las tareas del personal de la finca para aprovechar el biol; g) Es importante apoyar las iniciativas emprendedoras de productores que desean comercializar el biol como alternativa a otros fertilizantes; h) El uso y operación del sistema de biogás demanda una reorganización de las tareas en finca, efectivamente los sistemas generan ahorros en tiempo de los trabajadores (por corte de leña y eficiencia en otras tareas) por lo que es preciso asesorar al productor en cómo aprovechar estos beneficios conforme los costos de oportunidad que representen las eficiencias que genera el sistema instalado en su finca y de esa manera pueda percibir los beneficios más claramente; i) Hay que asesorar al productor y sus trabajadores en cuanto al equilibrio de generación y uso del biogás, para ajustar las actividades que se apoyarán con el gas conforme los ciclos de producción; j) Es



importante aclarar todas las dudas de carácter técnico del productor, a fin de garantizar la satisfacción con la operación y rendimiento efectivo del sistema instalado; k) Es importante considerar los aspectos influenciados con la adopción de las cocinas a biogás, dado que los alimentos no quedarán ahumados lo que puede significar un “sabor diferente” de las comidas para los trabajadores.

#### **4.1.4 Evertz González, Boaco, productor agropecuario de Boaco**

Es un productor agropecuario, propietario de la finca Yaoska de 70 mz, ubicada en la comunidad Cerro Cuape, municipio de Boaco, quien instaló un biodigestor de 9 m<sup>3</sup> con el cual funciona una cocina a biogás y utiliza el biol en sus pastos para ganado, árboles de cacao y cultivos de yuca, musáceas y ayotes.

Don Evertz relató que tuvo una experiencia negativa hace años instalando un biodigestor de geomembrana a base de heces humanas, debido a las imperfecciones del mercado: falta de repuestos, asistencia técnica y atención estable le llevaron a desinstalar el sistema. Al participar en eventos de promoción en fincas demostrativas, revivió en él la necesidad de instalar uno en su finca. Su principal motivación fue de carácter ambiental y para utilizar el biol. Su finca ya es parte de un proyecto de reforestación en la zona, por lo que la reducción o eliminación de la leña para cocinar también era un elemento importante.

Aunque decidido a instalar el sistema, le tomó meses liquidar operaciones productivas para obtener el flujo necesario y cubrir la inversión. Sin mayores inconvenientes ejecutó la obra con un albañil certificado, instaló una cocina que suple todas sus necesidades de preparación de alimentos, incluso tiene excedentes de biogás. Al poco tiempo de instalado el biodigestor percibió que la capacidad del mismo ahora le resulta limitada, ya que pretende impulsar una refrigeradora a biogás que está importando desde Suiza, por lo que espera construir un segundo biodigestor de 13 m<sup>3</sup> en su finca.

La construcción de su biodigestor si bien es cierto se llevó a cabo sin complicaciones, se realizó bajo la lluvia lo que llevó a consumir un poco más de materiales que los previstos y la composición del terreno complicó la excavación de la fosa en la que se ubicó el biodigestor. Otro obstáculo superado fue la ubicación del sistema, en una primera ubicación al excavar encontraron una piedra a poca profundidad, al cambiar la ubicación se encontraron con una segunda roca a 1.6 metros de profundidad que provocó que el sistema se construyera a partir de ahí y quedara sobresalido,



obligándose el productor a realizar un relleno. Un tiempo después de entregado el biodigestor, se produjo una reventadura, causada por la falta de un relleno al que se había comprometido el productor, sin embargo, con la anuencia del constructor y aporte de los materiales y transporte por el productor, la falla fue solucionada satisfactoriamente, independientemente que no fuera cubierta por la garantía.

Don Evertz recibió capacitación en los que ha aprendido sobre el funcionamiento del sistema, el cual considera de fácil operación. Tanto sus dos trabajadores como su hijo y él pueden cargar y operar el sistema sin mayores complicaciones. Para construir el biodigestor Don Evertz utilizó fondos propios, ya que pensó que utilizar financiamiento solamente encarecería la inversión. Para considerar el uso de financiamiento, según este productor deberían otorgarle condiciones de “fomento” al crédito: baja tasa de interés (6%), largo plazo (10 años), sin comisiones.

El productor se encuentra a la espera de construir una pila de flotación y sedimentación de sólidos para comercializar el biol excedente que produce su finca. A un precio introductorio de C\$40 el galón de biol, Don Evertz está explorando el mercado, sustentando sus argumentos de venta en la efectividad del biol como fertilizante, en su carácter orgánico y bajo costo.

Entre los hallazgos de esta experiencia, se identifican: a) El Programa estimula la demanda con su estrategia de comunicación, especialmente entre beneficiarios con fuertes motivaciones de carácter tecnológico y ambiental; b) Los productores que han estado expuestos a la información sobre la tecnología, aun con experiencias negativas donde no tuvieron una asistencia técnica como la que brinda el PBN, presentan una mayor propensión de adoptarla; c) la percepción de beneficios se incrementan sustantivamente con los eventos de promoción demostrativos; d) La publicidad mantiene la expectativa de aplicación productiva de los sistemas; e) el productor presentará objeciones a la compra basada en criterios subjetivos o información defectuosa que reciba de cualquier fuente; f) La percepción del productor acerca de la inversión en un sistema está condicionada por las alternativas de inversión que en la finca puede realizar, llevando a sub valorar la relevancia del sistema o no considerarlo como una prioridad; g) El monto de la inversión es percibido por los productores como “alto” y la caracterizan como un “gasto” más que como un activo productivo para la finca, ya que en ese momento no están considerando el corto tiempo de recuperación de su inversión.; h) El acceso a crédito no constituye un elemento decisivo para instalar un sistema; i) Es importante señalar los retos de la construcción o la logística requerida en ese proceso; j) Es relevante resaltar que el monto de su contrato se mantendrá fijo,



independientemente de las dificultades que enfrente el constructor en el terreno; k) Las estrategias de venta a productores que viven y se alimentan en la finca deben diferenciarse de los que no residen o se alimentan en la finca; l) Es necesario orientar sobre los ciclos de producción de biogás para programar actividades y reducir las quemas por acumulación de inventario; m.) La demanda puede estimularse a través de la opinión de los productores entusiastas como en este caso; n) El aprovechamiento del biol es mayor en la medida que el productor tiene una diversidad de cultivos; o) Debe darse apoyo a las iniciativas de comercializar el biol; p) Los oferentes de equipo no deben empujar el cierre de la venta por la vía del precio.

#### **4.1.5 Leonardo Castro Parker, productor agroindustrial de Matagalpa**

Es un joven productor agroindustrial de 38 años, cuya finca San Ramón, se ubica en el municipio del mismo nombre en el departamento de Matagalpa, quien instaló un biodigestor de 58 m<sup>3</sup> con el cual piensa sostener el proceso de pausterización que demanda la producción de 120 galones de sorbete, de diferentes mezclas que comercializa en varios departamentos del país bajo la marca “Kiss me”. Castro de padre norteamericano y madre nicaragüense se graduó en Economía de la Construcción en Estados Unidos, donde laboró hasta 2007 en el sector construcción. Regresó a Nicaragua, pese a las magníficas condiciones de trabajo de las que gozaba, para poder estar al lado de sus padres, quienes originalmente manejaban la finca.

La finca tiene una extensión de 200 manzanas, con un hato de 106 semovientes que incluyen 35 vacas paridas, las que suministran leche para la producción de sorbetes. La finca que es motivo de orgullo para Leonardo la maneja bajo un sistema silvopastoril. Dada la amplitud de la finca sufre de hurto de leña continuamente y lamenta que las personas destinan el usufructo de la misma a financiar sus vicios.

El interés de don Leonardo por el sistema de biogás inició durante la incorporación del sistema silvopastoril cuando evaluaron el manejo del estiércol en la finca. Él se interesó a tal grado que invitó a un especialista extranjero a diseñarle un biodigestor apropiado a sus necesidades, lo cual no resultó. Dada estas circunstancias y cuando el PBN estaba solamente promoviendo biodigestores de pequeña escala, él decidió construir un primer sistema para su finca de 13 m<sup>3</sup>, el cual presentó baja producción de gas por rajaduras en el biodigestor, por lo que esperó el por un sistema de mediana escala apropiado para su finca.



Por su experiencia en la rama de la construcción, Leonardo junto a técnicos, revisó el estudio, analizó los potenciales usos productivos del gas, los planos y realizó un análisis financiero de la decisión de inversión y de las alternativas de fuentes de financiamiento.

De acuerdo con sus palabras, el rubro de la leche ha estrechado sus márgenes, el precio de venta se ha incrementado un 25% en diez años, mientras los costos de mano de obra y de algunos insumos como la sal mineral, se han triplicado en el mismo período. Dado la reducción de márgenes que ha sufrido, identifica el costo de la energía como muy importante en su estructura de costos agroindustrial, por lo que el sistema presentaba un atractivo importante, sin embargo, también esta circunstancia había producido una limitación de recursos para invertir.

Decidió invertir, pero considerando los compromisos financieros de la finca, la empresa constructora acomodó el calendario de pagos a las disponibilidades proyectadas, con lo cual inició la construcción. A pesar que el clima no favoreció la construcción, Leonardo en su condición de conocedor del tema constructivo, expresó su satisfacción con el servicio prestado.

El sistema de mediana escala instalado funciona perfectamente en opinión de Don Leonardo, éste necesita una carga de alimentación de 570 kg de estiércol fresco/día para lograr una producción de biogás de 7,300 m<sup>3</sup> al año y 312 m<sup>3</sup> de biol, presenta actualmente un déficit de carga del 20%.

A pesar que no ha completado el sistema, Don Leonardo expresa su satisfacción con la inversión realizada y con los beneficios que obtiene del biodigestor, al grado que le gustaría en el futuro poder adicionar otro sistema en su finca. Con el sistema se ha ahorrado un 80% del costo del gas licuado que utiliza en su fábrica de sorbetes, lo que representa unos \$1,881 dólares al año.

Entre los hallazgos de esta experiencia, se identifican: a) Las estrategias de publicidad han sido efectivas en mantener el interés y ubicando las ocasiones apropiadas para los diferentes tipos de sistemas que demandan los productores. b) Las actividades de promoción y manejo de mercadeo de los servicios, motivan con mayor impacto a los productores cuya mentalidad es protecnología y/o proambiental. c) La demanda se incrementan sustantivamente con el efecto de los eventos de promoción demostrativos. d) El liderazgo de las organizaciones locales ha sido relevante para el estímulo de la demanda y generar la confianza entre los productores. e) La disponibilidad de crédito no constituyen un elemento decisivo para que el productor decida instalar un sistema. f) Aun cuando los potenciales beneficiarios consideren largo el período de recuperación de la inversión, cuando los retornos son claramente identificables en efectivo, motivan de mayor manera



al productor. g) El grado de emprendedurismo de los productores y confianza en las soluciones tecnológicas, es inversamente proporcional a la percepción de riesgo. h) Las inquietudes por adoptar más y mejores tecnologías para la producción de las fincas, significará una mayor tendencia a la instalación de sistemas de biogás. i) Los sistemas como decisión de inversión compiten por los recursos disponibles del productor, por lo que los oferentes deben, como ocurrió en este caso, solventar las objeciones o limitaciones de recursos del productor para mantener la demanda del mercado. j) Los actores del mercado interesados en promover la demanda, deben considerar la rentabilidad de la actividad ganadera y las capacidades financieras del productor, la cual puede limitar las posibilidades del productor para invertir en sistemas de biogás. k) Se recomienda realizar la construcción de los biodigestores en temporada seca, para evitar inconvenientes que las condiciones climáticas de la temporada de lluvias pueden provocar.

#### **4.1.6 Rolando Gutiérrez, productor agropecuario de Chontales**

Es empresario, cooperativista y productor agropecuario, originario de Acoyapa, Chontales. Don Rolando es un entusiasta convencido de los beneficios económicos, ambientales y sociales de los biodigestores, por lo que ha instalado en su finca La Chincaca, dos biodigestores: uno doméstico de 9 m<sup>3</sup> del tipo Domo Fijo Nicaragüense y un segundo de mediana escala de 40 m<sup>3</sup> del tipo geomembrana de la empresa Sistema Biobolsa para impulsar una ordeñadora mecánica, le agregó al sistema una pila de almacenamiento del biol resultante, el cual aplica por gravedad a las plantaciones de pasto para alimentación del ganado.

La finca tiene una extensión de 136 manzanas, cien están dedicadas a potreros y unas ocho destinadas al pasto de corte, en la finca trabajan dos personas con un hato de 100 semovientes que incluyen 50 vacas paridas, las que suministran leche destinada a un centro de acopio de la cooperativa COSERAMA.

La cooperativa COOPA a la cual está integrado Don Rolando, fue la que promovió la instalación del primer sistema doméstico y a través del PBN instaló un sistema de mediana escala en calidad de demostrativo, dadas las características de liderazgo entre los productores que posee Don Rolando. Él se interesó en el proyecto por el incentivo ofrecido por el Programa y la necesidad de mejorar la calidad de la leche, a través de un ordeño limpio que está siendo promovido por la industria láctea.



La implementación del sistema con su aplicación productiva no significó complicación alguna para Don Rolando, quien se dejó asesorar por el PBN y delegó en el control de calidad del Programa todo el proceso de implementación, por la confianza desarrollada con la contraparte del PBN. Para el productor, las empresas proveedoras del sistema y de la ordeñadora, BIOBOLSA y AGRICONS, respectivamente, brindaron un servicio excelente y una garantía razonable de funcionamiento.

Decidió invertir convencido de la tecnología por su conocimiento previo con proyectos de GTZ, sin embargo solicitó establecer un calendario de desembolsos conforme a las disponibilidades financieras. A pesar que el período de implementación duró tres meses, debido a que el clima no favoreció su desarrollo, expresó su satisfacción con el servicio prestado y la asesoría brindada.

Los empleados de la finca recibieron capacitación y asesoría técnica para la operación tanto del biodigestor como de la ordeñadora, el sistema de mediana escala instalado y su equipo funciona perfectamente, éste es capaz de ordeñar con mayor eficiencia las 50 vacas, tomando un tiempo de 50 a 60 minutos frente a las dos horas y media que utilizaban realizando el trabajo manualmente. Los trabajadores expresaron que además de hacerlo más rápido el trabajo con la ordeñadora reduce la tensión y el dolor en sus manos, así como también que el proceso es mucho más higiénico.

El sistema de geomembrana o bolsa demanda una carga de alimentación diaria de 260 Kg de estiércol fresco (unas 16 latas) con de tres partes de agua (unas 48 latas), con el cual se estima técnicamente es capaz de producir 3,321.5 metros cúbicos de biogás anuales con los que la ordeñadora funciona apropiadamente. El gas se usa para hacer funcionar la ordeñadora en una sola manga de dos simultáneas que es la capacidad, sin embargo está siendo utilizada al 50% de esa capacidad, debido a esta situación, la producción de biogás excede su actual consumo.

Asimismo se calcula en 365 toneladas anuales la producción de Biol del sistema de Biobolsa, actualmente todo el biol que producen los dos sistemas (doméstico y productivo) que hay en la finca se utiliza y aprovecha. El biodigestor de bolsa acumula 16 metros cúbicos de biofertilizante en la pila de almacenamiento, para aplicarse cada 15 días.

Don Rolando aprecia las mejorías en cuanto al bienestar de sus empleados a partir de la utilización de la cocina a biogás y el uso de la ordeñadora mecánica, esto se manifiesta en un efecto de retención de los recursos humanos ya que cada esposa de los trabajadores tiene su cocina, se sienten mejor porque ya no les afecta el humo y los trabajadores ya no presentan dolor en sus manos posterior al proceso de ordeño manual.



Finalmente Don Rolando expresó que completará muy pronto las inversiones pendientes para completar el proyecto y aprovechar al máximo los beneficios de sus sistemas de biodigestión. Entre sus expectativas está aprovechar el gas para iluminación del proceso de ordeño, adelantarlo una hora y proceder a realizar un doble ordeño y aumentar además de la calidad de su leche, el volumen producido. Para aprovechar más el biol sembrará caña de azúcar para alimentación del ganado.

Entre los hallazgos de esta experiencia, se identifican: a) en algunas zonas del país se requiere incrementar y diversificar el esfuerzo publicitario para avivar el mercado de biodigestores; b) los eventos de promoción en los que se presentan los sistemas de mediana escala demostrativos, son efectivos debido a las potenciales aplicaciones impulsadas por el biogás que presentan; c) los esfuerzos de venta y de promoción, son más eficaces cuando los productores tienen conocimiento previo acerca del biogás y su mentalidad es protecnología y/o proambiental; d) el liderazgo de las organizaciones locales es relevante para disipar suspicacias que limitan el potencial de demanda; e) aunque el período de recuperación de la inversión en un sistema sea corto, los costos de oportunidad para alternativas de inversión comparativas a un biodigestor, limitan las decisiones de parte del productor; f) la disponibilidad de crédito no constituyen un elemento decisivo para instalar un sistema; g) el productor no cuenta con recursos disponibles para invertir, por lo que se requiere de una programación financiera para los recursos de contraparte; h) si los sistemas son instalados respetando los criterios técnicos se garantiza el funcionamiento óptimo de los mismos, se prevén dificultades y se permite un mayor aprovechamiento de obras complementarias: i) cuando son percibidos los beneficios del sistema desde el punto de vista ambiental y social inclinan al productor a decidirse, independientemente de los criterios financieros j) las inquietudes por adoptar más y mejores tecnologías para la producción de las fincas, significará una mayor tendencia a la instalación de sistemas de biogás, incluso en cada finca del productor, k) los servicios de capacitación y asistencia técnica deben ser incorporados en la “oferta de valor” de los proveedores para garantizar una sostenibilidad del mercado, l) las aplicaciones productivas generan ventajas competitivas, especialmente en los mercados de producción de productos primarios en el campo, m) las aplicaciones productivas, pueden además producir efectos positivos en el personal de finca, por salud general de las familias y las tareas de los empleados, n) el biol es un subproducto sumamente aprovechable de los sistemas de biodigestión, en este caso, permite mejorar la alimentación del ganado al mejorar los pastos.

#### **4.1.7 Maestros de Obras Certificados constructores de biodigestores**



Esta sección presenta la experiencia de dos Maestros de Obras Certificados (MOC), de los 121 capacitados por el Programa de Biogás para la construcción de los sistemas Domo Fijo Nicaragüense, quienes están generando fuentes de empleo en sus territorios. Se entrevistó a los señores Héctor Miguel Flores y Gustavo Adolfo Castro Rodríguez. Ambos son albañiles de profesión que operan en el norte del país, están certificados para la construcción de biodigestores y han construido una treintena de biodigestores cada uno, emplean unas doce personas entre albañiles y ayudantes. Comentaron que un sistema de 4 m<sup>3</sup>, se construye con 3 personas en dos semanas, el de 6 m<sup>3</sup> dos y media semanas con 4 personas, el de 13 m<sup>3</sup> con 4 personas, en 25 días.

Ellos se integraron al programa de manera diferente: el primero por invitación de un amigo y el segundo a instancias de una organización local. Ambos consideraron como una oportunidad excelente la de participar en el PBN, completaron satisfactoriamente la capacitación, la que consideraron muy buena, tanto en materiales, como en expositores.

De acuerdo con la experiencia vivida en la construcción de biodigestores, ellos identificaron como los principales retos durante la construcción: la impaciencia o niveles de exigencia de los clientes que todo lo quieren de inmediato, lo que junto a temperamentos fuertes hacen difícil la tarea; también se presentan terrenos muy duros y/o toparse con grandes piedras durante la excavación de fosas, para evitar hundimientos posteriores, en consecuencia existe la posibilidad que reduzcan el grosor del piso para ahorrar costos, resultando en potenciales riesgos en el sistema, esa situación los obliga a cambiar ubicación y perder parte del trabajo realizado; otros factor ha sido la lluvia y los materiales no adecuados que se le suministran. Ambos constructores se sienten satisfechos y orgullosos de su trabajo, como muestra de la calidad del que realizan argumentaron que han tenido poquísimas reclamaciones o ejecución de garantías de servicio que han ofrecido a sus clientes. En relación a la ubicación del sistema, la decisión final de donde se construirá el sistema debe provenir de personal capacitado en consenso con el productor quien operará el sistema de biogás.

Para los MOC vender un sistema es a la vez fácil y al mismo tiempo un poco difícil, porque los productores tienen otras prioridades y subir ese grado de prioridad de un biodigestor en la mentalidad del productor es lo complicado. Consideran que el existe potencial de mercado manifestado a través de una demanda para la construcción de sistemas, que han tenido éxito en la venta y suscripción de contratos de construcción, lo cual se debe a que los productores confían en la tecnología, ésta no ha sido rechazada por ningún productor(a), por el contrario, reconocen las



ventajas de los biodigestores como la producción de biofertilizantes y el ahorro que implica en el caso de plantaciones, reducción en el consumo de leña, menor exposición al humo, facilidad de cocción de los alimentos, tiempo que se libera a los trabajadores por no recoger ni rajar leña, etcétera.

A pesar de la demanda y el entusiasmo de los productores, las prioridades operativas en la finca, la poca disponibilidad de recursos de parte del productor(a) limita el inicio de las obras, en ocasiones transcurren meses entre la suscripción del contrato y el inicio de las obras. Estos factores son las principales objeciones que han presentado sus clientes. En opinión de los MOC la falta de financiamiento adecuado, a bajos intereses y largo plazo, ha limitado la demanda.

Los MOC no consideran a las empresas que venden sistemas tubulares como competencia directa, sino que más bien los perciben como empresas que suministran bajo otra alternativa y que eso constituye un complemento en la oferta del mercado.

Entre los hallazgos de estas experiencias, se identifican: a) aunque las estrategias de publicidad han sido efectivas, enfatizan poco la información sobre los MOC quienes también consideran relevante que la organizaciones de productores promuevan entre sus agremiados la tecnología; b) la demanda generada a partir de las expectativas de beneficios de los sistemas, se incrementan sustantivamente con el efecto de los eventos de promoción; c) entre los beneficios más apreciados se encuentran: el biol, dejar de usar leña, evitar el humo, ahorro en tiempo para otras actividades en la finca; d) existe una demanda derivada, los productores que han experimentado el uso de un primer biodigestor se animan a instalar adicionales en otras fincas de su propiedad; e) existe una marcada estacionalidad en la venta, favorecida por la época seca; f) el liderazgo de las organizaciones locales ha sido relevante para el estímulo de la demanda y generar la confianza entre los productores; g) la disponibilidad de crédito, no constituyen un elemento que favorezca la toma de decisiones para el productor, que considera que los intereses encarecen el sistema; h) los MOC deben solventar las objeciones o limitaciones de recursos del productor para mantener la demanda del mercado, buscando alternativas para reducir los costos, por ejemplo: transporte de materiales, tiempo de ejecución de la obra, etcétera; i) la ubicación física de los sistemas es un factor relevante para optimizar su funcionamiento; j) la distancia entre la finca y los puestos de distribución de los materiales son aspectos a considerar en el presupuesto total, más allá del valor del contrato, así como la alimentación de los albañiles destacados en la finca para realizar la construcción; k) El control de calidad de los oferentes sobre la construcción de los sistemas es



relevante para la sostenibilidad del mercado; l) el contrato de construcción debería ampliarse para incluir los gastos conexos de la construcción, para proporcionar una visión más completa del monto a invertir; m) el contrato debería establecer el procedimiento para la ubicación y orientación del sistema en un sentido técnico y de esa manera evitar complicaciones operativas al sistema; n) la firma de contratos debería realizarse en una fecha cercana a la disponibilidad de efectivo de los productores para reducir el tiempo que transcurre entre la suscripción y el inicio de las obras; o) para Programas o proyectos de desarrollo, es importante considerar, como se ha expresado en otros casos, la posibilidad de cubrir con el incentivo el costo total de la mano de obra, conforme el tamaño del biodigestor a construir; p) los MOC no consideran la oferta de sistemas tubulares o geomembranas como una competencia directa, sino más bien como actores complementarios; q) la participación de entidades gubernamentales en la promoción de los sistemas de biogás será importante para fortalecer el mercado; r) existen limitaciones económicas que a veces tienen los microempresarios para iniciar una construcción, por lo que no tienen recursos para financiar el pago inicial a sus albañiles.



**Tabla 3 Agrupación de hallazgos alrededor de determinantes del Potencial de Mercado**

Factores y Hallazgos	Efecto de los hallazgos en el Potencial de Mercado						
	G. Bolt	F. Lucas	N. Flores	E. González	L. Castro	R. Gutiérrez	Maestros de Obra
<b>UTILITARIO</b>	<b>Alto</b>	<b>Medio</b>	<b>Medio</b>	<b>Medio</b>	<b>Alto</b>	<b>Alto</b>	<b>Alto</b>
Gas para cocinar o de uso productivo	✓	✓	✓	✓	✓		
Sabor diferente de las comidas no ahumadas	✗		✗				
Iluminación	✓						
Aumento de expectativas con promoción	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Fertilización orgánica	✓	✓	✓	✓		✓	✓
Los equipos y accesorios especializados	✓				✓	✓	
Efecto innovación de parte del propietario	✗	✓					
Ajuste de labores en finca al ciclo del biogás			✗				
<b>NORMATIVO</b>	<b>Alto</b>	<b>Alto</b>	<b>Medio</b>	<b>Medio</b>	<b>Medio</b>	<b>Medio</b>	<b>Bajo</b>
Motivación ambiental	✓	✓		✓	✓	✓	
Menor afección respiratoria	✓	✓					✓
Menor deforestación al reducir consumo de leña	✓	✓	✓				
Poca normación del sector ganadero							✓
<b>ECONÓMICO</b>	<b>Alto</b>	<b>Medio</b>	<b>Baja</b>	<b>Baja</b>	<b>Alto</b>	<b>Alto</b>	<b>Medio</b>
Motivación económica y ventajas competitivas	✓				✓✓	✓✓	
Estudio de terreno previo a obras civiles y verano	✗	✗			✓		✓
Capacitar a Operarios del Sistema y al productor	✓		✗	✓			
Emprendimientos a base de Biol		✓					
Organización de labores para aprovechar biol			✗				
Ahorro de leña y/o electricidad			✓		✓		✓
Productores sin establo son viables hasta 13 m <sup>3</sup>		✓					
Expectativas en cuanto a la construcción			✗				
Inversión relativa considerada como alta				✗			
Visión de corto plazo, inversión vista como costo				✗			
Disponibilidad de Financiamiento o no necesidad					✓✓	✓✓	✗

Fuente: Elaboración propia en base a entrevistas y perspectiva teórica.

#### 4.1.8 Instalación y Precios de Biodigestores del PBN

De acuerdo con información proporcionada por el programa al investigador (ver Anexo #4), un poco más de un millar de biodigestores fueron construidos en el país, un 82% de las unidades instaladas fueron construidas por los sesenta Maestros de Obra Certificados por el PBN, la tabla abajo resume la distribución de unidades y la fuente de contratación de las unidades:

**Tabla 4 Biodigestores construidos según fuente de la contratación y tipo de instalador**

Oferentes	% Construido	Unidades Construidas	Venta Propia	Venta de Otros
Maestros de Obra Certificados	82%	893	123	770
Empresas y otros	18%	199		199
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>1092</b>	<b>123</b>	<b>969</b>

Fuente: elaboración propia en base a datos suministrados por el PBN (Anexo #4)

Como se observa en la tabla 4, la capacidad de venta y cierre de contratos de los oferentes MOC es bastante limitada, en efecto, solamente un 14% de las unidades construidas e instaladas por ellos (123) fueron vendidas por sus propios medios, el restante 86% fueron vendidas por organizaciones locales promotoras, como las Asociaciones de Ganaderos. Sin embargo, es también relevante destacar que la cobertura de empresas oferentes de sistemas de biodigestión es relativamente baja, ya que tuvieron solamente un 18% del mercado en cuanto al número de unidades instaladas, en otras palabras 8 de cada diez biodigestores fueron instalados por MOC.

Un análisis estadístico descriptivo de la información (ver tabla 5) mostró que, en promedio, cada MOC construyó 15 unidades, con una distribución bastante dispersa, 16 oferentes se encuentran por encima de la media, mientras 44 se ubicaron debajo de ésta. Ocho de los 60 MOC solamente llegaron a construir una unidad, mientras el que más unidades construyó logró la cifra de 71 unidades. En apariencia esto se debe a la ubicación geográfica de la demanda que se concentró mayormente en los departamentos del norte del país.

**Tabla 5 Estadísticos Descriptivos de Biodigestores construidos bajo el PBN**

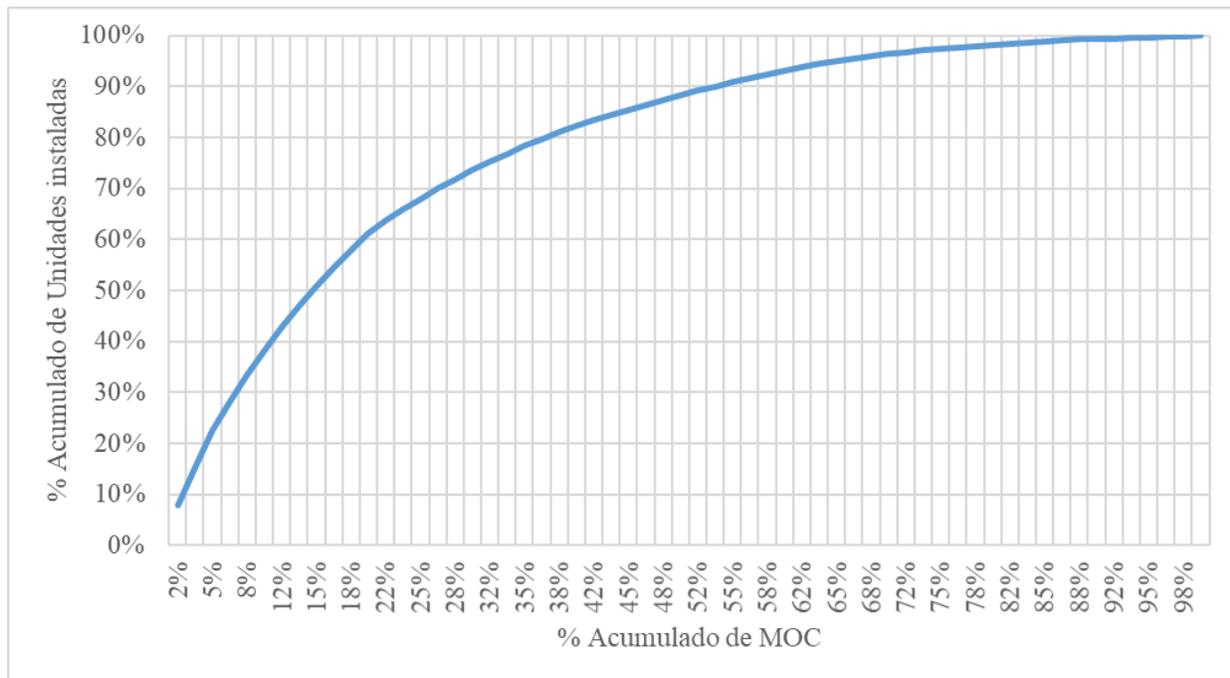
Indicador	Unidades Construidas	Venta Propia	Ventas de Otros
Promedio	15	6	13
Desviación Estándar	17	5	15
Mínimo	1	1	1
Máximo	71	20	62

Fuente: elaboración propia en base al Anexo #4

El análisis de Pareto, también conocido como el principio 80/20, es una técnica que se utiliza para identificar los factores más significativos en un conjunto de datos (Juran, 1954). Aplicado en el contexto de la construcción e instalación de biodigestores, se ha observado que el 20% de los Maestros de Obra Certificados fueron responsables de construir e instalar el 61% de los biodigestores, lo que indica que una minoría de los maestros realizó la mayoría del trabajo. Asimismo, se detectó que el 80% de las unidades fueron instaladas por el 38% de los maestros.

Con base a los datos ordenados del volumen construido desde el mayor al menor se construyó la gráfica abajo que muestra el análisis de Pareto, este análisis ayuda a determinar si la oferta es un factor determinante del potencial de mercado de los biodigestores a base de estiércol bovino.

**Figura 2 Análisis de Pareto de la construcción de biodigestores por parte de los MOC**



Fuente: elaboración propia en base a datos del Anexo #4

Los precios de los sistemas de biodigestión establecidos por el Programa durante su ejecución, estuvieron basados en los costos de construcción estimados por materiales de una calidad estándar y mano de obra. Con el PBN se construyeron siete modelos de diferentes tamaños, cuatro modelos para el segmento doméstico, los cuales van de 4 m<sup>3</sup> a 13 m<sup>3</sup>, con inversiones de \$1.170 a \$1.935; y tres modelos para el segmento productivo con dimensiones de 18 m<sup>3</sup> a 58 m<sup>3</sup>, e inversiones de \$2.650 a \$3.492 (ver tabla abajo).



**Tabla 6 Modelos de biodigestores por tamaño, segmento, precio y hato necesario**

Segmento	Capacidad en m3	Costo para el Productor		Tamaño del Hato (cabezas)	
		Precio	MOD <sup>1</sup>	Semiestabulado	Estabulado
Doméstico	4	\$ 1,170	\$ 451	6	3
	6	\$ 1,315	\$ 517	8	4
	9	\$ 1,635	\$ 673	10	5
	13	\$ 1,935	\$ 810	14	7
Productivo	18	\$ 2,650	\$ 1,329	20	10
	27	\$ 3,492	\$ 1,798	25-30	15-20

Fuente: PBN (2017)

Es importante mencionar varios aspectos sobre este sistema de precios: en primer lugar, el segmento doméstico se benefició, por parte del PBN, de una subvención a la construcción de \$480 por biodigestor como aliciente para la introducción de la tecnología con los pequeños productores, independientemente de su tamaño, es decir, a menor tamaño, mayor incentivo recibido, considerando las posibilidades económicas de los más pequeños productores. Una vez finalizado el Programa, el incentivo cesó y el precio tenderá al alza reduciendo la demanda potencial. En segundo lugar, los precios no han discriminado la ubicación del biodigestor, ni considerado el costo de traslado de los materiales desde los puestos de distribución a la finca, el cual es asumido por el productor, lo cual no ha permitido establecer un parámetro de referencia por este concepto. Sin embargo, en ocasiones el MOC debe indagar sobre posibilidades de transportación más baratas para superar las objeciones de sus clientes, e incluso, asumir parcialmente este costo. En tercer lugar, el productor debe proveer condiciones de pernoctancia a los constructores. En cuarto lugar, el valor por mano de obra que recibe el MOC, incluye además del costo de sus albañiles, el costo de las eventuales reparaciones o ajustes por garantía al usuario final, haciendo volátil el margen final para el MOC.

<sup>1</sup> Precio estimado de la Mano de Obra directamente involucrada en la construcción del biodigestor, fijado por el Programa.



## Capítulo V. Conclusiones

Esta investigación se propuso determinar el potencial de mercado para la comercialización de biodigestores a base de estiércol bovino en Nicaragua al finalizar el año 2021 basado en tres factores fundamentales: el utilitario derivado de los beneficios de su uso, el cumplimiento de normativas ambientales y el económico, relacionado con la inversión relativa y el costo de operación del biodigestor en finca.

1. La conclusión general de la investigación es que existe un potencial medio de demanda para la construcción de biodigestores en Nicaragua, mayormente apoyado en el reconocimiento de los productores de los beneficios y cobeneficios utilitarios, el alto nivel de sensibilización sobre los temas ambientales en el sector ganadero del país, que los hace receptivos a la idea de instalar biodigestores en sus fincas y, en menor medida, por el costo relativo de la inversión, que aumenta en la medida que el tamaño del hato y de la finca es menor, otro elemento que desmotiva es la ausencia de un financiamiento climático verde que otorgue condiciones de fomento al crédito para la construcción de biodigestores, sin embargo, es preciso anotar que este último factor es menos relevante cuando los sistemas se instalan con un propósito productivo, como iluminación, para el impulso de bombas de riego y electrificación o impulso de equipo agroindustrial. Todos los actores entrevistados destacaron que para que el factor utilitario impulse la demanda, es requerida una campaña de comunicación y promoción agresivas, así como asegurar servicios post venta como la capacitación y asesoría para organizar las labores en la finca adaptada a los ciclos de producción de gas, para un adecuado aprovechamiento de los sistemas instalados en las fincas.

2. Las entrevistas realizadas lograron validar los principales usos que se le puede dar los sistemas, según su tamaño o escala, para los productores con biodigestores de nivel doméstico, la utilidad de los sistemas es altamente reconocida y valorada, la cual está principalmente relacionada con dos aspectos: el uso del gas para la cocina, que produce el cobeneficio de preservar la salud al evitar la incidencia de afecciones respiratorias en los familiares de los colaboradores, la reducción de riesgo de quemaduras en niños y mujeres por accidentes con leños encendidos de forma permanente; y el segundo aspecto vinculado a la producción de biol, que permite fertilizar orgánicamente los cultivos y acelerar el crecimiento del pasto en las fincas, los cual es un efecto ampliamente reconocido. El factor utilitario es el más reconocido y la principal fuente para determinar un alto potencial de mercado para los biodigestores.



Las plantas de biogás ofrecen múltiples beneficios, entre los que se incluyen los siguientes: (a) energía eléctrica y térmica; (b) fertilizante orgánico líquido y sólidos de alta calidad para mejora de suelos; (c) alimentar cocinas de gas, sistemas refrigerados de almacenamiento de productos perecederos y motores a gas o diésel, todos estos usos fueron reconocidos por los productores en esta investigación, aún más se reconocen más aplicaciones tales como: sistema de riego, ordeño mecánico, picadora de pasto, calentadores de agua, horno, motores, generador eléctrico, molino de masa, bombeo de agua, bombeo de biol, descremadora eléctrica, cocina, iluminación, entre otros equipos adaptados con biogás. Desde la perspectiva del potencial de mercado es importante reconocer que la economía nicaragüense depende en gran parte de la agricultura, por lo que el biogás posee un gran potencial para ayudar a los productores agropecuarios y hogares rurales a satisfacer sus necesidades energéticas.

3. Aunque existe una preocupación de las autoridades nacionales respecto al tema de la contaminación ambiental, de la emisión de gases de efecto invernadero y el propósito de descarbonizar la economía o alcanzar carbono neutralidad en las actividades económicas, aún las normativas y regulaciones ambientales de la actividad ganadera no contribuyen o empujan con fuerza al potencial de mercado de los sistemas de biogás, sin embargo, esta investigación demostró que el nivel de concientización respecto al tema ambiental está fuertemente arraigado en los productores agropecuarios, tanto pequeños como medianos y grandes, por lo que el factor normativo ambiental hace proclive a los productores para adoptar sistemas para sus fincas, como ejemplo se puede citar que todos los entrevistados aseguraron unánimemente que en beneficio importante de los biodigestores lo constituía la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, así como el impacto de las cocinas a gas sobre la contaminación ambiental y afectaciones respiratorias con el humo que emite el material vegetal, los que son reducidos, la menor deforestación y la mejora de los suelos con el biol. En ese sentido este factor contribuye medianamente al potencial de mercado de los biodigestores.

Otros beneficios no mencionados por los productores entrevistados, pero que la literatura reconoce ampliamente como beneficios ambientales de los biodigestores son la disminución de olores y la menor posibilidad de contaminación de aguas subterráneas y superficiales, mientras que en el campo social se destacan: mejora la calidad de vida, mayor higiene en el hogar, apropiación de la tecnología por parte de las mujeres y disminución de enfermedades respiratorias y



oftalmológicas. Para extrapolar los beneficios y usos del biogás, de acuerdo con datos proporcionados por el PBN, en materia de Reducción de gases de efecto invernadero, con dejar de usar leña para la cocción de alimentos, se dejan de emitir 5 toneladas de CO<sup>2</sup> por año por cada sistema de biogás, también con el uso del biogás reduce la emisión de gases, que se emiten durante el uso de combustibles fósiles, se estima que por cada sistema de 9 mts<sup>3</sup>, se emana un aproximado de 21.5 toneladas de CO<sup>2</sup> por año. Además, se evita la deforestación, se disminuye la contaminación de las fuentes de agua (BID, Programa Nacional de Biogás, 2017).

4. En cuanto al monto de la inversión, esta varía según el tamaño de la unidad, la cual condiciona también el tamaño mínimo del hato ganadero para poder aprovechar el potencial de producción de biogás, a partir del análisis de las entrevistas se colige que la importancia que el productor le asigna como factor decisivo al monto de la inversión es proporcional al tamaño de la finca y del sistema, a menor tamaño mayor dificultad para que el productor se decida. En efecto, las respuestas de los entrevistados mostraron que, aquellos productores que ven en el biodigestor usos domésticos como la cocción de alimentos o iluminación, consideran el biodigestor más un gasto que provee beneficios utilitarios que una inversión redituable, sin embargo, en la medida que aumenta la escala del biodigestor y los usos se destinan a aplicaciones productivas, los beneficios lucrativos se visualizan de mejor manera y se considera una inversión que se recupera a largo plazo. En tal sentido, se considera que el factor económico es alto persuasor del potencial cuando se trata de productores de mayor tamaño con aplicaciones productivas, y medio persuasor en el caso de medianos o pequeños productores, o aún grandes, que instalan un biodigestor con fines domésticos. De las entrevistas no se pudo obtener una valoración directa de los productores si la inversión se considera alta o baja con relación al tamaño del hato, en lo que los productores ponen su atención es en el monto de la inversión en función de los beneficios utilitarios y ambientales.

Otros elementos favorables a la decisión de invertir están relacionados con que, en algunos casos, existe la posibilidad de percibir ingresos por la venta de biol como fertilizante; o ingresos procedentes de la posible reutilización de los sólidos digeridos como camas para ganado; y, eventualmente, la posibilidad de percibir ingresos por créditos de carbono, la disminución de tiempo y dinero en la recolección de leña, diversificación de ingresos por la disponibilidad de tiempo y menor dependencia de hidrocarburos.



Un aspecto relacionado con la inversión es la disponibilidad de fuentes de financiamiento climático en condiciones de fomento de la tecnología de biogás, ya que los productores han manifestado a los MOC que la financiación solamente incrementa el monto de la inversión. Aunque todos los productores coincidieron en la necesidad de contar con crédito, de forma análoga al monto de la inversión, a mayor escala del productor y propósito de aplicación productiva para el biodigestor, menor importancia a la financiación que pueda recibirse. En efecto los dos productores con aplicaciones productivas (Castro Parker y Gutiérrez) financiaron con recursos propios sus sistemas, en consideración a lo relativamente pequeña que se percibe la inversión en el sistema respecto al total invertido en tierras y hato. Los productores de menor tamaño con usos domésticos, si bien es cierto, estaban satisfechos con sus sistemas y los beneficios, la ausencia de crédito era una ausencia resentida.

Ahorro por bajar el consumo de Kwh el cual es variado dependiendo del tamaño del sistema pudiéndose ahorrar 23 centavos de dólares por Kwh (Precio Promedio de la energía eléctrica en dólares), el gas butano (US\$ 10.00 el cilindro de 25 lbs.); ahorro en leña, según encuesta realizada con usuarios de los sistemas de biogás para uso doméstico, en una familia con seis miembros el ahorro por el consumo de leña tiene un promedio de US\$ 60.00 dólares por mes; ahorro en fertilizante agroquímico, por cada quintal de completo que se deja de comprar por usar el biol un productor se ahorra en promedio US\$ 35.00 (BID, Programa Nacional de Biogás, 2017).

En otros aspectos en relación al factor económico, unánimemente los productores reconocieron que el costo de operación del sistema es un costo irrelevante. Un costo relevante es aquel que afecta las decisiones de gestión, ya que cambia dependiendo de la alternativa elegida. En el contexto de la operación de biodigestores, la mano de obra necesaria para operar los sistemas es de carácter fijo, lo que significa que no varía con el nivel de producción y, por lo tanto, es irrelevante para el productor en términos de costos de operación. Además, el estiércol utilizado en los biodigestores es un subproducto de la actividad ganadera, sin costo económico adicional para el productor, lo que refuerza la irrelevancia de estos costos en la toma de decisiones operativas (Horngren, Datar, & Rajan, 2012).

De todo lo expuesto anteriormente, en materia de los determinantes utilitario, normativo y económico se considera que este último factor es el más relevante de los determinantes del



potencial de mercado y que su importancia relativa aumenta con el tamaño del biodigestor en conjunto con el tamaño de finca y hato ganadero.

5. El potencial de mercado es alto para los biodigestores de mayor tamaño y destinados a aplicaciones productivas, mientras que los biodigestores de uso doméstico tienen un potencial de mercado menor dependiendo de la financiación ofrecida.



## Capítulo VI. Recomendaciones

En este capítulo se expresan las recomendaciones para los interesados en aprovechar el Potencial de Mercado determinado para los Sistemas de Biogestión a base de estiércol bovino en Nicaragua, para el año 2021.

1) **Promoción y Publicidad agresiva.** Todos los entrevistados y las fuentes de información utilizadas, demostraron que el mercado que promovió el PBN requirió ingentes esfuerzos de Comunicación Social para promover, tanto los beneficios y cobeneficios (factor utilitario), incluyendo esfuerzos demostrativos, ya que en el campo el ejemplo es uno de los argumentos más creídos; así mismo, aprovechar la conciencia ambiental en el sector ganadero para destacar los beneficios ambientales proveídos por los sistemas, y finalmente, informar adecuadamente sobre la inversión requerida, el financiamiento y la asistencia técnica posventa disponibles. Este aspecto se reveló como el más importante en la investigación para aprovechar el potencial de mercado.

Una oportunidad de venta o promoción de los sistemas de biogás la constituye la contribución que éstos pueden hacer al cumplimiento de los Nuevos Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), de la Agenda 2030 de ONU, ya que el biogás contribuye a acelerar el progreso hacia estas metas, en 6 pilares estratégicos de los ODS como son: Salud y Bienestar, Energía asequible y no contaminada, Industria innovación e infraestructura, Ciudades y comunidades sostenibles, Producción y consumo responsables y Acción por el clima.

2) **Información amplia sobre las aplicaciones y usos del biodigestor.** Tal como se argumentó en la recomendación anterior, la “publicidad boca a boca” es culturalmente en el campo muy influyente, por lo tanto, además de la asistencia técnica sobre la operación y mantenimiento del sistema, la ubicación y estudio del terreno, como elementos decisivos relevantes, es importante que también se capacite al productor y al operador del sistema en cuanto a como debe reorganizarse el trabajo en la finca a partir del biodigestor, en función del ciclo de producción de biogás, ya que si la carga se realiza tardíamente, no habrá gas disponible a la hora requerida para la cocción de alimentos. Las experiencias demostraron que es apropiado anticipar a los usuarios de gas para cocinar que los alimentos tendrán un sabor diferente de las comidas preparadas con leña, en efecto, al no estar ahumadas, las tortillas podrían ser rechazadas tal como manifestaron algunos de los productores y cocineras entrevistados.



3) **Asegurar y ampliar la disponibilidad de equipos y accesorios especializados.** Las expectativas como se sabe condicionan el grado de satisfacción del cliente, en este caso, al instalar un biodigestor el usuario debe entender que las bujías, motores u otro artefacto a base de biogás, son especialmente diseñados para operar con biogás, no se trata pues de una sustitución de una fuente de energía por otra. Así, el monto de la inversión y operación del sistema debe ser claro para el productor antes de su decisión de inversión. Para asegurar el potencial de mercado, además de la oferta de constructores, deberán existir proveedores de los bienes a utilizar con propósitos productivos.

Para aprovechar el potencial de la demanda del biogás en el segmento productivo es necesario incrementar el desarrollo de soluciones tecnológicas amigables con el medioambiente que faciliten el desarrollo del mercado en respuesta a las necesidades directas de las industrias. Estas soluciones facilitan la difusión y adaptación de la tecnología por los medianos y grandes productores que conforman las cadenas de aprovisionamiento de las industrias. Este desarrollo del mercado es de tipo top down, es decir la demanda por la tecnología viene de la industria que lo exige a sus proveedores, lo que facilita la difusión (mayor número de productos de calidad) y adopción de la misma. Al contrario, el desarrollo de mercado tipo bottom up, dificulta la difusión y adopción de la tecnología ya que el desarrollo de mercado es mucho más lento, teniendo que convencer los productores individualmente.

4) **Financiación Climática.** Es necesario hacer incidencia para que el país acceda a fondos climáticos, que podrían satisfacer las expectativas de los productores, tanto grandes como pequeños y favorecer la demanda, especialmente si las condiciones del crédito son de carácter de fondo y adaptados a los flujos de recuperación de la inversión.

5) **Aspectos culturales:** Los productores están acostumbrados a resolver sus problemas operativos en base a su juicio e intuición, pretendiendo extrapolar sus apreciaciones a los diseños de los productos especializados para operación con biogás, por lo tanto, pueden producirse efectos no deseados con el carácter de innovación de parte del propietario sale a relucir. Como ejemplo pueden citarse los casos en los que las cocinas fueron modificadas por los productores, lo que les redujo sustancialmente su capacidad operativa.



6) **Organización y consolidación de la oferta:** del análisis de los oferentes Maestros de Obra Certificados, queda claro que se debe apuntalar la experiencia y conocimientos acumulados por los MOC que más unidades construyeron, fortaleciendo su capacidad de ventas en el territorio con capacitaciones.

Los MOC de la zona norte de Nicaragua (Matagalpa y Jinotega) advierten que el mercado va tener tendencia a la baja y que la oferta de servicios de manera individual y desorganizada va a conllevar un recorte de precios para aumentar cuotas de mercado. Por lo mencionado, es necesario consolidar y organizar esta oferta.



## Capítulo VII. Referencias

- Agencia Internacional de Energía Renovable. (s.f.). Biogas in Brazil: Challenges and Opportunities. Recuperado de [<https://www.irena.org>](<https://www.irena.org>)
- Agencia Internacional de Energías Renovables. (s.f.). Renewable Energy Policy Brief: Colombia. Recuperado de [<https://www.irena.org>](<https://www.irena.org>)
- Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50\*(2), 179-211. [https://doi.org/10.1016/0749-5978\(91\)90020-T](https://doi.org/10.1016/0749-5978(91)90020-T)
- Asociación Argentina de Biogás y Biomasa. (s.f.). Bioenergy Policies and Strategies in Argentina. Recuperado de [<https://www.aabh.org>](<https://www.aabh.org>)
- Banco Central de Nicaragua, BCN. (2021). Informe *Anual 2021*. Managua: Banco Central de Nicaragua.
- Banco Interamericano de Desarrollo. (s.f.). Biogas from Waste: Mexico's Potential. Recuperado de [<https://www.iadb.org>](<https://www.iadb.org>)
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID), Programa Nacional de Biogás. (agosto de 2017). Informe de Gestión. Managua, Nicaragua.
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID). (2018). Proyectos Piloto de Biodigestores en Zonas Rurales de América Latina. Banco Interamericano de Desarrollo.
- Boeije, H. (2002). A purposeful approach to the constant comparative method in the analysis of qualitative interviews. *Quality and Quantity*, 36(4), 391-409.
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77-101.
- Charmaz, K. (2006). *Constructing grounded theory: A practical guide through qualitative analysis*. Sage.
- Creswell, J. W. (2014). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches* (4th ed.). SAGE Publications.
- Denzin, N. K. (1978). *The research act: A theoretical introduction to sociological methods* (2nd ed.). New York: McGraw-Hill.



- Food and Agriculture Organization (FAO). (2020). Livestock Manure Management and Biogas Production. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Fundación Solar. (2019). Implementación de Biodigestores en Comunidades Rurales de Centroamérica: Resultados y Lecciones Aprendidas.
- Gibbs, G. R. (2007). *Analyzing qualitative data*. Sage.
- Glaser, B. G., & Strauss, A. L. (1967). *The discovery of grounded theory: Strategies for qualitative research*. Aldine.
- González, A. (2020). *Evaluación del Impacto de los Biodigestores en la Producción Ganadera de Nicaragua*. Tesis de Maestría, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. d. (2014). *Metodología de la Investigación*. México D.F.: McGraw-Hill / Interamericana de Editores S.A. de C.V.
- Hogg, J. (29 de noviembre). *Noticias ONU*. Recuperado el 15 de mayo de 2021. De <https://news.un.org/es/story/2006/11/1092601>
- Horngren, C. T., Datar, S. M., & Rajan, M. (2012). *Cost Accounting: A Managerial Emphasis* (14th ed.). Prentice Hall.
- Hsieh, H. F., & Shannon, S. E. (2005). Three approaches to qualitative content analysis. *Qualitative Health Research*, 15(9), 1277-1288.
- Juran, J. M. (1954). *The Quality Control Handbook*. McGraw-Hill.
- Kvale, S., & Brinkmann, S. (2009). *InterViews: Learning the Craft of Qualitative Research Interviewing\** (2nd ed.). SAGE Publications.
- Lincoln, Y. S., & Guba, E. G. (1985). *Naturalistic inquiry*. Newbury Park, CA: Sage.
- López, M., & García, R. (2019). Economic and Environmental Benefits of Biodigesters in Rural Communities. *Journal of Environmental Management*, 67 (4), 345-360.
- Mankiw, N. G. (2014). *Principles of Economics* (7th ed.). Cengage Learning.
- Maxwell, J. A. (2013). *Qualitative Research Design: An Interactive Approach* (3rd ed.). SAGE Publications.



- Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales de Nicaragua (MARENA). (2021). Informe sobre Tecnologías de Biodigestión en Nicaragua.
- Ministerio de Energía de Chile. (s.f.). State of the Art of Biogas Production in Chile. Recuperado de [<https://www.energia.gob.cl>](<https://www.energia.gob.cl>)
- Montalván, A. A., & Zelaya Rayo, A. J. (2015). *Producción de Biogás a partir de la pulpa del Café con generador eléctrico*. Managua: Universidad Nacional de Ingeniería.
- Palinkas, L. A., Horwitz, S. M., Green, C. A., Wisdom, J. P., Duan, N., & Hoagwood, K. (2015). Purposeful sampling for qualitative data collection and analysis in mixed method implementation research. *Administration and Policy in Mental Health and Mental Health Services Research*, 42(5), 533-544.
- Pindyck, R. S., & Rubinfeld, D. L. (2018). *Microeconomics* (9th ed.). Pearson.
- Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of Innovations* (5th ed.). Free Press.
- Smith, J. (2012). Economic and environmental benefits of biogas technology in rural areas. *Journal of Environmental Management*, 95(1), 35-40.  
<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2011.10.014>
- Smith, J., & Brown, L. (2020). Advances in Biogas Production from Cattle Manure: A Review. *Renewable Energy Journal*, 45 (3), 210-225.
- SNV. (2018). *Tecnologías Sostenibles para el Desarrollo Rural en Nicaragua*. Netherlands Development Organisation.
- Sociedad suiza de radio y televisión SRG SSR. (1 de febrero de 2021). *Perspectivas suizas en 10 idiomas*. Obtenido de <https://www.swissinfo.ch/spa/la-ganader%C3%ADa-es-la-pata-que-sostiene-la-econom%C3%ADa-de-nicaragua-dice-gremio/46335844>
- Stott, L., & Ramil, X. (2014). *Metodología para el desarrollo de estudios de caso*. Centro de Innovación en Tecnología para el Desarrollo Humano. Universidad Politécnica de Madrid. Obtenido de [www.itd.upm.es](http://www.itd.upm.es)
- Strauss, A., & Corbin, J. (1998). *Basics of qualitative research: Techniques and procedures for developing grounded theory\** (2nd ed.). Sage.



Varian, H. R. (2010). *Intermediate Microeconomics: A Modern Approach* (8th ed.). W.W. Norton & Company.

World Bank. (2019). *Biogas Technology in Latin America: Current Status and Future Prospects*. World Bank Report.



**Anexo #1 Cuestionario de Entrevista semiestructurada al Productor propietario del sistema**

Fecha: \_\_\_\_\_ Hora: \_\_\_\_\_ Lugar: \_\_\_\_\_

Entrevistado: \_\_\_\_\_ Entrevistador: \_\_\_\_\_

**A. Datos generales y contexto del Entrevistado(a)**

Sexo:  F  M Edad: \_\_\_\_\_

¿Vive en la finca?  Si  No, si respuesta es No, ¿Cuánto tiempo permanece en ella? \_\_\_\_\_

¿Desde hace cuántos administra o posee la finca? \_\_\_\_\_ años. Antes, ¿tenía finca?  Si  No

En general, ¿Cómo describe su relación laboral y social con los colaboradores que tiene en su finca?

En particular, ¿con los operarios y usuarios del sistema de biogás?

¿Es madrina/padrino de los hijos de los empleados?  Si  No

¿Qué tan buenos (colaboradores) considera a sus empleados? \_\_\_\_\_

**B. Involucramiento en el Programa**

¿Cómo se enteró del Programa? (porque medio): \_\_\_\_\_

¿Cómo decidió incorporarse al Programa? \_\_\_\_\_

A partir de su experiencia con las actividades del Programa, ¿Qué tantos productores percibe están utilizando tecnologías de biogás? \_\_\_\_\_

¿Cómo es el entusiasmo de otras personas/productores (en la comunidad) en cuanto a los Biodigestores?

¿Cree que los productores aceptan ya el biogás como una iniciativa útil para su finca?  Si  No

Si no es así, ¿por qué será? \_\_\_\_\_

**C. Promoción del Biogás**

¿Qué tanto la influyó la publicidad y la promoción para que usted tomara la decisión de instalar un biodigestor?  Muchísimo  Mucho  Poco  Muy Poco  Nada \_\_\_\_\_

Campaña publicitaria, ¿Escuchó usted los anuncios antes de decidir por el sistema?  Si  No

¿Qué le parecen/ieron los materiales publicitarios (anuncios, banners)? \_\_\_\_\_

¿Se entienden?  Si  No | ¿Cree que incentivan a los productores?  Si  No \_\_\_\_\_

¿Se identifica usted con esos materiales?  Si  No, ¿porqué? \_\_\_\_\_

¿Participó / Asistió a miniferias?  Si  No, ¿influyó?  Si  No, ¿porqué? \_\_\_\_\_

**D. Acción de las Organizaciones Locales**

¿Tuvo contacto con alguna organización local?  Si  No; ¿le visitaron  o ud. la visitó

¿Cuál organización? \_\_\_\_\_

¿Cuándo la visitaron? Antes de la publicidad  Posterior a la publicidad

¿La invitaron a un evento?  o, ¿miniferia?  \_\_\_\_\_

¿Qué tan bien trabaja la organización con el PBN?  Bien  Regular  Puede mejorar

¿Qué tanto influyó la visita o abordaje de la organización local para decidiera instalar un biodigestor?



Muchísimo  Mucho  Poco  Muy Poco  Nada

¿Es usted miembro de la organización local?  Si  No; ¿directiva(o)?  Si  No

### E. Acción de las Empresas Proveedoras

¿Qué tan bien le atendieron las empresas proveedoras?  Muy bien  Bien  Mal

¿Sintió le ofrecieron los equipos y servicios que usted necesitaba o estaban interesados en venderle?

¿Qué le parecieron el precio del biodigestor?  Caro  Bueno  Barato

¿Qué le parecieron los precios de los equipos?  Caros  Buenos  Baratos

¿Qué le pareció la garantía que le ofrecieron por el equipo?  Muy bien  Bien  Mal

¿Hubo algo que la incomodara, inquietara o que faltó por parte del proveedor? \_\_\_\_\_

### F. Financiamiento e Incentivos

¿Con que fuente de financiamiento contaba?  Recursos propios  Financiamiento  Ambos

¿Tenía conocimiento acerca de la disponibilidad de financiamiento por/PBN?  Si  No

¿Consideraba probable o factible le financiaran el biodigestor?  Si  No ¿Por qué? \_\_\_\_\_

¿Solicitó usted crédito para invertir en el biodigestor?  Si  No ¿Por qué? \_\_\_\_\_

Si requería crédito, en ¿qué condiciones harían al financiamiento atractivo? Tasa: \_\_\_\_\_% anual;

Plazo de \_\_\_\_\_; Gracia de: \_\_\_\_\_; Garantía: \_\_\_\_\_

¿Cree usted que el biodigestor genera su repago? \_\_\_\_\_

¿Tuvo financiamiento?  Si  No ¿Por qué? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_, ¿prefería no tener financiamiento?  Si  No

¿Qué elementos de los servicios financieros no le satisficieron? \_\_\_\_\_

### G. Motivación

¿Que razones la motivaron para adquirir su sistema de biogás? \_\_\_\_\_

¿Cómo el incentivo  o aporte del Programa  condujo a la decisión de construir su biodigestor?

**¿Cuáles eran sus principales dudas?** \_\_\_\_\_

### H. Decisión de inversión

¿Cómo decidió invertir en el biodigestor?

Ventaja económica: \_\_\_\_\_

Ventaja ambiental: \_\_\_\_\_

Ventaja social: \_\_\_\_\_

Otros: \_\_\_\_\_

¿Lo hubiera hecho sin el incentivo / aporte del Programa?  Si  No

### I. Ejecución de la Obra

¿Cuál fue la experiencia del o la beneficiaria con los servicios del constructor del biodigestor?

¿Fue difícil contactar a la empresa proveedora o conseguir quien construyera o instalara el biodigestor?

Si  No  No tuvo participación \_\_\_\_\_



¿Cuál fue su participación en la contratación de los albañiles? \_\_\_\_\_

**J. Instalación y prueba de Equipos**

¿Fueron cumplidos con la fecha de entrega de los equipos?  Si  No, ¿hubo dificultades, cuáles?

¿El/los equipo(s) que le entregaron funciona bien?  Si  No, ¿hubo dificultades, cuáles?

¿El proveedor, le probó los equipos conectados a su biodigestor en su finca? \_\_\_\_\_

**K. Asistencia Técnica / Entrenamiento en el uso del sistema**

¿Ha recibido asistencia técnica por parte del programa?  Si  No; si es así, ¿Quién la recibió?

¿Ud. o sus empleados han recibido entrenamiento en?  Uso correcto y  mantenimiento del sistema

Adicionalmente, ¿Qué información o entrenamiento ha recibido usted o sus empleados? \_\_\_\_\_

¿Incorporaron mujeres en los entrenamientos de usuarios de sistemas de biogás?  Si  No

Si No, ¿por qué? \_\_\_\_\_

¿Fueron suficientes personas capacitadas? \_\_\_\_\_

Los instructores fueron  Excelente  Muy Buena  Buena  Regular  A mejorar

Los materiales fueron  Excelente  Muy Buena  Buena  Regular  A mejorar

¿Cómo fue la capacitación?  Excelente  Muy Buena  Buena  Regular  A mejorar

¿Por qué? \_\_\_\_\_

¿Le brindó el proveedor de los equipos asistencia técnica para manejarlos?  Si  No

¿Qué le pareció el entrenamiento en los equipos, fue suficiente? \_\_\_\_\_

¿EL PBN la preparó o usted con su experiencia puede recibir grupos de productores para explicarles las bondades de la tecnología? \_\_\_\_\_

**L. Servicios post-venta**

¿Cómo percibe el servicio de las empresas que construyen e instalan el biodigestor? \_\_\_\_\_

¿Cuánto tiempo transcurrió entre la compra y el inicio de la construcción? \_\_\_\_\_

¿Qué le pareció?  Bien  Mal:  antes de tiempo  como prometido  después de lo prometido

¿Considera capaces a los albañiles que construyeron el biodigestor?  Si  No

¿Fueron cumplidos?  Si  No; ¿Qué tan bien quedó construido?  Bien  Regular  Malo

¿Tuvieron problemas para construir el biodigestor?  Si  No, ¿cuáles y como se superaron? \_\_\_\_\_

¿Tenían supervisión los albañiles?  Si  No;

¿Quién supervisaba las tareas de construcción e instalación del biodigestor?

Personal de la finca  Inspectores del PBN  Personal de la Empresa Proveedora

¿lo hicieron bien?  Si  No. Comentarios: \_\_\_\_\_

¿En cuanto tiempo lo construyeron? \_\_\_\_\_, este tiempo le pareció: \_\_\_\_\_

**M. Primeros Usos (Curva de aprendizaje)**

Antes del sistema, ¿cómo desechaba el estiércol? \_\_\_\_\_

¿Qué tanto tardaron los encargados del biodigestor en hacerlo funcionar bien? \_\_\_\_\_



¿A partir de cuándo empezó a usar el Biol? \_\_\_\_\_

**N. Primeras reacciones de otros actores**

¿Qué han comentado otros productores o personas sobre el biodigestor? \_\_\_\_\_

¿Qué es lo que más le preguntan sobre su experiencia con el Biodigestor? \_\_\_\_\_

¿Qué piensan los colaboradores de la finca sobre el uso del biodigestor? \_\_\_\_\_

**O. Utilización del Biol**

Se aprovecha el Biol en la finca:  Si  No; ¿Qué porcentaje aprovecha? \_\_\_\_\_ %,

Si lo usa en agricultura, ¿Qué impacto ha tenido el Biol? \_\_\_\_\_

¿En qué utiliza el Biol? \_\_\_\_\_

¿Vende?  Si  No ¿Qué porcentaje de lo producido? \_\_\_\_\_ %; en ¿Cuánto? \_\_\_\_\_

Si no utiliza el Biol, ¿cuáles son los motivos? \_\_\_\_\_

**P. Impactos percibidos.**

Cuénteme, como ha resultado el proyecto de biogás que usted implementó en su finca: primero hábleme de los efectos económicos: ¿En qué porcentaje, valor estima el ingreso generado/ahorrado por el biogás?

¿Antes del sistema, utilizaba leña?  Si  No, ¿Cuánta/o C\$? \_\_\_\_\_

Ahora, ¿Se ahorra leña?  Si  No, ¿Cuánta/o C\$? \_\_\_\_\_

¿Qué tanto percibe la reducción del uso de leña para cocción de alimentos? \_\_\_\_\_

¿En cuánto se ha disminuido el uso de la leña en la finca con el uso del biogás? \_\_\_\_\_ %

¿Ahorró, en gasto de energía eléctrica o gas butano? \_\_\_\_\_

Uso productivo 1: \_\_\_\_\_

Uso productivo 2: \_\_\_\_\_

Uso productivo 3: \_\_\_\_\_

¿Percibe mejoría en la salud de empleados por el biogás?  Si  No, ¿Se ha mejorado su salud (de las que estaban cerca del humo)? ¿Cuánto? \_\_\_\_\_

¿Cuál ha sido el beneficio más tangible para las mujeres que utilizan el biogás en la cocina?

¿Qué mejorías en la comodidad de preparar alimentos se notan con el sistema de biogás?

A pesar del sistema, ¿continúan utilizando leña para cocinar algunos alimentos?  Si  No

¿Por qué? \_\_\_\_\_

¿Las personas en la finca consideran el Humo natural o no dañino?  Si  No

¿Han medido la reducción del Dióxido de carbono?  Si  No ¿Por qué? \_\_\_\_\_

¿Qué otras reducciones de gasto o utilidades tienen en el hogar/finca?

Otros 1: \_\_\_\_\_

¿Le explicaron sobre la quema de carbono?  Si  No ¿Comprende este proceso?  Si  No

¿Qué tanto le interesa?  Mucho  Poco \_\_\_\_\_



**Q. Cumplimiento de Expectativas**

¿Qué tan bien funciona el biodigestor?  Muy bien  Bien  Regular  Mal

¿Qué tanto satisface el biodigestor o esperaba más cosas de él?  Mucha o  Poca satisfacción

¿Hay algo que le preocupa? \_\_\_\_\_

¿Siente usted que al tener un sistema en la finca, se ha aliviado la carga de trabajo o realmente ha dado más trabajo a usted o sus colaboradores?  Si  No \_\_\_\_\_

¿Le gustaría tener un sistema de mayor capacidad para aplicación productiva?  Si  No

¿Lo cree posible?  Si  No, si no ¿porqué? \_\_\_\_\_

**R. Situación Actual – Lecciones Aprendidas.**

¿Cree usted que con este proyecto es más fácil acceder a la energía renovable, por qué? \_\_\_\_\_

¿Cuál es su percepción de la experiencia de otros con los biodigestores? \_\_\_\_\_

¿Si pudiera volver atrás, instalaría un biodigestor?  Si  No; si No, ¿por qué? \_\_\_\_\_

¿Qué cosas no haría, volvería a hacer? \_\_\_\_\_

¿Qué cosas haría de forma diferente? \_\_\_\_\_

Alguna cosa que le gustaría agregar: \_\_\_\_\_

Hora de finalización de la entrevista: \_\_\_\_\_ Duración: \_\_\_\_\_



**Anexo #2 Cuestionario de Entrevista semiestructurada al encargado de operar el sistema**

Fecha: \_\_\_\_\_ Hora: \_\_\_\_\_ Lugar: \_\_\_\_\_

Entrevistado: \_\_\_\_\_ Entrevistador: \_\_\_\_\_

Cargo del entrevistado: \_\_\_\_\_

¿Recibió usted entrenamiento / A. Técnica para el manejo u operación del biodigestor? \_\_\_\_\_

¿Qué tan buena fue la capacitación, qué aprendió? \_\_\_\_\_

¿Qué le parece el funcionamiento del biodigestor? \_\_\_\_\_

¿Qué tan difícil es para usted manejarlo? \_\_\_\_\_

¿Qué mejorías en el trabajo en la finca ve usted con el biodigestor? \_\_\_\_\_

A su juicio ¿vale la pena que la finca cuente con un biodigestor, que beneficios le mira? \_\_\_\_\_

¿Cuáles son las principales ventajas o problemas que resuelve trabajar el biodigestor? \_\_\_\_\_

¿Cuáles son los principales problemas, dificultades para trabajar el biodigestor? \_\_\_\_\_

Comentarios: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Hora de finalización de la entrevista: \_\_\_\_\_ Duración: \_\_\_\_\_



**Anexo #3 Cuestionario de Entrevista semiestructurada al Maestros de Obra Certificados**

Fecha: \_\_\_\_\_ Hora: \_\_\_\_\_ Lugar: \_\_\_\_\_  
Entrevistado: \_\_\_\_\_ Entrevistador: \_\_\_\_\_

**A. Datos generales y contexto del Entrevistado(a)**

Sexo:  F  M Edad: \_\_\_\_\_ Número de hijos: \_\_\_\_\_; Hijos que trabajan con él: \_\_\_\_\_  
Lugar de residencia: \_\_\_\_\_  
Lugares de trabajo: \_\_\_\_\_  
¿Cuáles son sus estudios? \_\_\_\_\_  
Comente, ¿Cómo se decidió por la profesión de constructor o inició como tal, porqué escogió esta profesión? \_\_\_\_\_  
¿Cuánto tiempo tiene de ejercer el oficio de constructor? \_\_\_\_\_  
¿Desde hace cuánto tiempo ejerce como contratista independiente? \_\_\_\_\_  
¿Qué otras fuentes de ingreso o negocio tiene? \_\_\_\_\_  
¿Cuántos empleados tiene actualmente? \_\_\_\_\_ ¿Cuántos tenía antes de PBN? \_\_\_\_\_  
¿Qué tan buenos colaboradores son sus empleados? \_\_\_\_\_  
¿Qué diferencia encuentra usted entre la construcción de biodigestores y la construcción en general? \_\_\_\_\_

**B. Involucramiento en el Programa**

¿Cómo se enteró del Programa? (por que medio): \_\_\_\_\_  
¿Cómo decidió incorporarse al Programa? \_\_\_\_\_  
¿Cómo inició o a través de quien su relación con el Programa? \_\_\_\_\_  
¿Cuánto tiempo lleva trabajando con el Programa? \_\_\_\_\_  
A partir de su experiencia con las actividades del Programa, ¿Qué tan provechosa ha sido la relación? \_\_\_\_\_  
¿Qué tan bien trabaja usted con el PBN?  Bien  Regular  Puede mejorar  
¿Cómo valora el entusiasmo de los productores cuanto a los Biodigestores? \_\_\_\_\_  
¿Cree que los productores aceptan ya el biogás como iniciativa útil para su finca?  Si  No  
Si no es así, ¿por qué será? \_\_\_\_\_  
¿Cuántos biodigestores ha vendido? \_\_\_\_\_ ¿Cuántos construidos? \_\_\_\_\_  
¿De qué tamaño? Vendidos: \_\_\_\_\_ Construidos: \_\_\_\_\_  
¿Cuáles han sido las razones por las cuales los ha logrado vender? \_\_\_\_\_

**C. Asistencia Técnica / Entrenamiento recibido**

¿Ha recibido asistencia técnica por parte del programa?  Si  No; si es así, ¿Quién la recibió? \_\_\_\_\_  
¿Ud. o sus empleados han recibido entrenamiento en? \_\_\_\_\_  
¿Fueron suficientes personas capacitadas? \_\_\_\_\_  
Los instructores fueron  Excelente  Muy Buena  Buena  Regular  A mejorar  
Los materiales fueron  Excelente  Muy Buena  Buena  Regular  A mejorar  
¿Cómo fue la capacitación?  Excelente  Muy Buena  Buena  Regular  A mejorar  
¿Por qué? \_\_\_\_\_  
¿Le brindaron consejos para vender ( ) o construir ( ) o administrar ( ) su negocio?  Si  No  
¿En que otros aspectos el PBN lo preparó a usted en las bondades de la tecnología? \_\_\_\_\_



**D. Promoción del Biogás**

- ¿Qué le parece el apoyo que recibe del Programa para mercadear los sistemas? \_\_\_\_\_
- ¿Qué tanto cree usted que influye la publicidad y la promoción para que los productores tomen la decisión de instalar un biodigestor?  Muchísimo  Mucho  Poco  Muy Poco  Nada
- Campaña publicitaria, ¿Escuchó usted los anuncios del sistema?  Si  No
- ¿Qué le parecen/ieron los materiales publicitarios (anuncios, banners)? \_\_\_\_\_
- ¿Se entienden?  Si  No | ¿Cree que incentivan a los productores?  Si  No
- ¿Se identifica usted con esos materiales?  Si  No, ¿por qué? \_\_\_\_\_
- ¿Participó / Asistió a miniferias?  Si  No, ¿por qué? \_\_\_\_\_
- ¿Qué le parecen? \_\_\_\_\_
- ¿Qué recomendaría al Programa para aumentar o mejorar el apoyo a los constructores o para impulsar la demanda? \_\_\_\_\_

**E. Acción de las Organizaciones Locales**

- ¿Tuvo contacto con alguna organización local?  Si  No; ¿le visitaron  o ud. la visitó
- ¿Cuál organización? \_\_\_\_\_
- ¿Qué tan bien trabaja usted con la organización?  Bien  Regular  Puede mejorar
- ¿Qué opina de la asignación de contratos que hace la organización local? \_\_\_\_\_

**F. Acción de las Empresas Proveedoras**

- ¿Siente usted que compite con empresas constructoras en cuanto a sistemas?  Si  No
- En caso afirmativo, como tan leal es la competencia?  Leal  Desleal
- ¿Lo afecta la venta de biobolsas?  Si  No \_\_\_\_\_

**G. Mercadeo y Ventas de sistemas**

- ¿Qué tan bien cree usted que atiende a sus clientes?  Muy bien  Bien  Mal
- ¿Qué tan difícil es vender un sistema?  Muy difícil  Difícil  Fácil  Muy Fácil
- ¿En qué período se vende más o menos biodigestores (estacionalidad de la demanda)?  
Invierno ( ) Verano ( ), que factores afectan? \_\_\_\_\_
- ¿Qué le parece el precio del biodigestor?  Caro  Bueno  Barato
- ¿Cómo el incentivo del Programa lo motivan a continuar construyendo biodigestores, qué tan importante es? \_\_\_\_\_
- ¿Qué le parece la garantía que le obligan a dar?  Muy bien  Bien  Mal
- ¿Cuáles son las principales objeciones que ponen los productores para suscribir un contrato?  
\_\_\_\_\_
- ¿Cuál es el nivel de satisfacción de sus clientes?  
\_\_\_\_\_
- ¿Cuántos reclamos ha tenido? \_\_\_\_\_
- ¿Cree usted que el biodigestor genera su repago para el productor?  
\_\_\_\_\_
- ¿Cuáles eran sus principales dudas sobre la demanda? \_\_\_\_\_
- ¿Qué opinión le merece el tiempo transcurrido entre venta-contratación / construcción? \_\_\_\_\_
- ¿Cómo valora su experiencia vendiendo? \_\_\_\_\_
- ¿Cómo podría mejorarse esa experiencia? \_\_\_\_\_
- ¿Cómo podría vender más, que habría que hacer? \_\_\_\_\_
- ¿Cuánta demanda cree que existe para los sistemas? \_\_\_\_\_



**H. Financiamiento e Incentivos**

- ¿Con que fuente de financiamiento cuenta?  Recursos propios  Financiamiento  Ambos  
¿Ha solicitado crédito para su empresa?  Si  No ¿Por qué? \_\_\_\_\_  
¿El financiamiento para su empresa limita su capacidad de vender / construir?  Si  No  
¿Considera que la falta de financiamiento a los productores limita la venta?  Si  No  
¿Por qué? \_\_\_\_\_

**I. Motivación del Productor**

- ¿Qué razones motivan al productor para adquirir su sistema de biogás? \_\_\_\_\_  
¿Cómo el incentivo motiva al productor para construir su biodigestor? \_\_\_\_\_  
¿Lo hubiera construido el productor sin el incentivo / aporte del Programa?  Si  No

**J. Decisión de inversión del Productor (características del producto)**

- ¿Qué ventajas le ve usted al biodigestor para los productores?  
Ventaja económica: \_\_\_\_\_  
Ventaja ambiental: \_\_\_\_\_  
Ventaja social: \_\_\_\_\_  
Otros: \_\_\_\_\_

**K. Ejecución de la Obra**

- ¿Cuál fue la experiencia al construir biodigestores (tipo de clientes, tipo de terreno o condiciones, la distancia, etc.? \_\_\_\_\_  
¿Fue difícil negociar con el productor donde construir o instalar el biodigestor?  
 Si  No  No tuvo participación  
¿Tuvieron problemas para construir el biodigestor?  Si  No, ¿cuáles y como se superaron?  
¿Hubo algo que la incomodara, inquietara o que faltó por parte del productor? \_\_\_\_\_  
¿Fueron cumplidos con la fecha de entrega?  Si  No, ¿hubo dificultades, cuáles? \_\_\_\_\_  
¿Qué tan bien funciona el biodigestor?  Muy bien  Bien  Regular  Mal  
¿Hubo dificultades, cuáles? \_\_\_\_\_  
¿Cómo describiría la relación con los productores, en su carácter de clientes? \_\_\_\_\_  
¿Le probó el sistema al productor? \_\_\_\_\_  
¿Lo operan bien? \_\_\_\_\_  
¿En cuánto tiempo lo construyeron? \_\_\_\_\_, este tiempo le pareció: \_\_\_\_\_  
¿Tenían supervisión los albañiles de parte suya?  Si  No;  
¿Quién supervisaba las tareas de construcción e instalación del biodigestor?  
 Personal de la finca  Inspectores del PBN  Personal de la Empresa Proveedora  
¿Qué opina de la supervisión del Programa? \_\_\_\_\_  
¿Qué pasará cuando no esté el PBN funcionando? \_\_\_\_\_

**L. Curva de aprendizaje**

- ¿Cuánto tiempo tardaba al inicio para construir un sistema y cuánto ahora? \_\_\_\_\_  
¿Qué tanto tardaron los albañiles y trabajadores en aprender a construir bien los sistemas?  
¿Qué innovaciones han solicitado los productores?



**M. Impactos percibidos.**

Cuénteme, que tanto se ha beneficiado con el Programa: primero hábleme de los efectos económicos: ¿En qué porcentaje, valor estima el aumento de sus ingresos? \_\_\_\_\_  
¿Qué le parece el currículo de los institutos vocacionales? \_\_\_\_\_

**N. Expectativas de los productores**

¿Cree usted que le gustaría a los productores tener un sistema de mayor capacidad ahora que lo conocen?  Si  No  
¿Lo cree posible?  Si  No, si no ¿porqué?  
¿Qué tan importante es la “Certificación” para vender los sistemas?

**O. Situación Actual – Lecciones Aprendidas.**

¿nos podría decir sus mayores logros en la construcción con los sistemas?  
¿Qué es lo que menos le ha gustado en esta experiencias de construir sistemas?  
¿Qué le comentan los otros albañiles, que no están en la construcción de los sistemas.  
¿Qué considera usted le falta para ser un microempresario que se mantenga en el mercado?.  
¿Qué estrategia harán para conservarse en el mercado una vez finalizado el PBN?  
¿Qué recomendaciones le haría al programa, en cuanto a fortalecer a los microempresarios?  
Según su opinión ¿Qué factores inciden para que se siga vendiendo biodigestores y hacer sostenible el mercado, una vez finalizado el Programa?  
¿Si pudiera volver atrás, entraría al Programa?  Si  No; si No, ¿por qué?  
¿Qué cosas no haría, volvería a hacer?  
¿Qué cosas haría de forma diferente?  
Alguna cosa que le gustaría agregar: \_\_\_\_\_

Hora de finalización de la entrevista: \_\_\_\_\_ Duración: \_\_\_\_\_



Anexo #4 Datos de construcción e instalación de biodigestores del PBN

MOC	Construidos	Venta Propia	Ventas de Otros	% Unidades construidas	% Unidades Acumuladas	% Acumulado de MOC
1	71	15	56	8.0%	8.0%	2%
2	66	4	62	7.4%	15.3%	3%
3	65	3	62	7.3%	22.6%	5%
4	48	10	38	5.4%	28.0%	7%
5	47	11	36	5.3%	33.3%	8%
6	45	20	25	5.0%	38.3%	10%
7	42	12	30	4.7%	43.0%	12%
8	35	1	34	3.9%	46.9%	13%
9	34	4	30	3.8%	50.7%	15%
10	33		33	3.7%	54.4%	17%
11	31	1	30	3.5%	57.9%	18%
12	29	9	20	3.2%	61.1%	20%
13	23		23	2.6%	63.7%	22%
14	19	12	7	2.1%	65.8%	23%
15	19	1	18	2.1%	68.0%	25%
16	18		18	2.0%	70.0%	27%
17	16	2	14	1.8%	71.8%	28%
18	16		16	1.8%	73.6%	30%
19	15	7	8	1.7%	75.3%	32%
20	14	3	11	1.6%	76.8%	33%
21	14		14	1.6%	78.4%	35%
22	12	1	11	1.3%	79.7%	37%
23	11		11	1.2%	81.0%	38%
24	11		11	1.2%	82.2%	40%
25	11		11	1.2%	83.4%	42%
26	9		9	1.0%	84.4%	43%
27	9		9	1.0%	85.4%	45%
28	9	1	8	1.0%	86.5%	47%
29	8	2	6	0.9%	87.3%	48%
30	8		8	0.9%	88.2%	50%
31	8	2	6	0.9%	89.1%	52%
32	8		8	0.9%	90.0%	53%
33	7		7	0.8%	90.8%	55%
34	7	1	6	0.8%	91.6%	57%
35	7		7	0.8%	92.4%	58%
36	7		7	0.8%	93.2%	60%
37	6		6	0.7%	93.8%	62%
38	6		6	0.7%	94.5%	63%



MOC	Construidos	Venta Propia	Ventas de Otros	% Unidades construidas	% Unidades Acumuladas	% Acumulado de MOC
39	5		5	0.6%	95.1%	65%
40	4		4	0.4%	95.5%	67%
41	4		4	0.4%	96.0%	68%
42	4		4	0.4%	96.4%	70%
43	3		3	0.3%	96.8%	72%
44	3		3	0.3%	97.1%	73%
45	3		3	0.3%	97.4%	75%
46	3		3	0.3%	97.8%	77%
47	2		2	0.2%	98.0%	78%
48	2	1	1	0.2%	98.2%	80%
49	2		2	0.2%	98.4%	82%
50	2		2	0.2%	98.7%	83%
51	2		2	0.2%	98.9%	85%
52	2		2	0.2%	99.1%	87%
53	1		1	0.1%	99.2%	88%
54	1		1	0.1%	99.3%	90%
55	1		1	0.1%	99.4%	92%
56	1		1	0.1%	99.6%	93%
57	1		1	0.1%	99.7%	95%
58	1		1	0.1%	99.8%	97%
59	1		1	0.1%	99.9%	98%
60	1		1	0.1%	100.0%	100%
<b>Total</b>	<b>893</b>	<b>123</b>	<b>770</b>			

Nota: los datos están ordenados de mayor número de construcciones e instalaciones a la menor.