



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
NICARAGUA,  
MANAGUA  
UNAN-MANAGUA

**Facultad Regional Multidisciplinaria, FAREM-Estelí**

**Evaluación de proyectos energéticos, biodigestores y cocinas mejoradas implementados por ASOMUPRO en comunidades de Jícaro y Mozonte, durante el período 2018**

**Trabajo monográfico para optar**

**Al grado de**

**Ingeniero en Energías Renovables**

**Autores:**

**Br: Katty Mayela Fuente Dávila**

**Br: Iveth Jahoska Salgado Lira**

**Br: Jimmy Jacsel Trujillo Rugama**

**Tutor: MSc. Luis Lorenzo Fuentes Peralta**

**Estelí, Nicaragua 2019**



## **VALORACIÓN DEL TUTOR**

A través de la presente hago constar que los estudiantes de la carrera Ingeniería en Energías Renovables: Katty Mayela Fuente Dávila, Iveth Jahoska Salgado Lira, Jimmy Jacsel Trujillo Rugama, quienes han finalizado su trabajo de investigación con el nombre de: ***“EVALUACIÓN DE PROYECTOS ENERGÉTICOS, BIODIGESTORES Y COCINAS MEJORADAS IMPLEMENTADOS POR ASOMUPRO EN COMUNIDADES DE JÍCARO Y MOZONTE, DURANTE EL PERÍODO 2018.***

Este estudio fue elaborado siguiendo los aspectos metodológicos y técnicos tales como la planificación de tareas, ejecución, procesamiento y análisis de datos y la emisión de conclusiones y recomendaciones para el uso del equipo instalado con el objeto de formación didáctica de estudiantes de la carrera de Ingeniería en Energías Renovables.

Cabe mencionar que el estudio permitió conocer el impacto económico, social, ambiental que han generado el uso de estas tecnologías en las familias beneficiadas por el proyecto.

De manera que después de revisar la coherencia del contenido y la incorporación de las observaciones del jurado y demás correcciones, se valora que éste trabajo investigativo cumple con los requisitos establecidos en su modalidad de graduación y doy por aprobada la redacción final del documento, y de forma la entrega a la universidad.

Sin a que referirme me despido.

Atentamente,

---

**MSc. Luis Lorenzo Fuentes Peralta**

**Tutor de Tesis**

## **Agradecimiento**

Este trabajo no se habría podido realizar sin la colaboración de muchas personas e instituciones que nos han brindado su ayuda, sus conocimientos y apoyo. Por ello, es para nosotros un verdadero placer utilizar este espacio para expresarles nuestro más sincero agradecimiento.

**A Dios:** Creador del universo, por darnos la vida concedernos paciencia, fuerza y voluntad, tiempo necesario para llevar a cabo esta investigación.

**A nuestros padres:** Por su confianza, esmero y dedicación nos apoyaron en todo el transcurso de nuestra formación profesional

**A nuestros profesores:** Agradecemos a nuestro tutor MSc. Luis Lorenzo Fuentes Peralta y a nuestro asesor MSc Edwin Antonio Reyes Aguilar; que con paciencia esfuerzo y dedicación nos brindaron conocimientos y permitieron alcanzar nuestras metas.

Así mismo agradecemos las valiosas contribuciones del personal de ASOMUPRO (Asociación de Mujeres Productoras) en especial a la coordinadora en el municipio de Estelí Ing. Elizabeth Moreno Velásquez.

**¡A todos infinitas gracias!**

# **Universidad Nacional Autónoma De Nicaragua**

---

## **Dedicatoria**

Esta investigación es dedicada, en primer lugar, a un ser muy especial:

**DIOS:** Por estar con nosotros en cada paso quedamos por fortalecer nuestro corazón e iluminar nuestra mente y por haber puesto en nuestro camino aquellas personas que han sido nuestro soporte y compañía durante el periodo de estudio; por la oportunidad de haber estudiado, por las fuerzas para poder culminar con éxito nuestros estudios universitarios.

**A nuestra familia:** Por apoyarnos en todo momento con sus consejos, sin ellos no habríamos podido llegar a este punto pues hemos necesitado su cariño, comprensión, por su ayuda incondicional para seguir estudiando, por los valores que nos han inculcado, para que nos formemos como personas de bien con visión a mejorar nuestra vida.

**INDICE**

|  |                               |
|--|-------------------------------|
| <b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....   | 3                             |
| <b>1.1 Antecedentes</b> .....  | ¡Error! Marcador no definido. |
| <b>1.2 Justificación</b> .....   | 7                             |
| <b>1.3 Planteamiento del problema</b> .....  | 8                             |
| <b>1.4 Preguntas del problema</b> .....  | 10                            |
| <b>II. OBJETIVOS</b> .....   | 11                            |
| <b>2.1 Objetivo General</b> .....  | 11                            |
| <b>2.2 Objetivos Específicos</b> .....   | 11                            |
| <b>III. MARCO TEÓRICO</b> .....  | 12                            |
| <b>3.1 Biodigestor</b> .....   | 12                            |
| <b>3.1.1 Tipos de biodigestores</b> .....  | 12                            |
| <b>3.1.2 Uso potencial del estiércol</b> .....   | 16                            |
| <b>3.1.3 Composición del estiércol</b> .....   | 18                            |
| <b>3.1.4 Biogás</b> .....  | 19                            |
| <b>3.2 Cocinas mejoradas</b> .....   | 19                            |
| <b>3.2.1 Tipos de cocina mejoradas</b> .....   | 20                            |
| <b>3.2.2 Barreras para la adopción de cocinas mejoradas</b> .....                            | 26                            |
| <b>3.2.3 Ventajas o bondades de cocinas mejoradas</b> .....                                  | 27                            |
| <b>3.2.4 Desventajas de las cocinas tradicionales</b> .....                                  | 28                            |
| <b>3.2.5 Transferencia de calor por conducción, convección y radiación</b> .....             | 28                            |
| <b>3.2.6 Calidad del aire</b> .....  | 33                            |
| <b>IV. HIPÓTESIS</b> .....   | 35                            |
| <b>V. DISEÑO METODOLÓGICO</b> .....  | 36                            |
| <b>5.1 Tipo de estudio</b> .....   | 36                            |
| <b>5.2 Área de estudio</b> .....   | 36                            |
| <b>5.2.1 Ubicación geográfica</b> .....  | 36                            |
| <b>5.2.2 Área de conocimiento</b> .....  | 38                            |
| <b>5.3 Universo</b> .....  | 38                            |
| <b>5.3.1 Tipo de muestreo</b> .....  | 38                            |
| <b>5.3.2 Muestra</b> .....   | 38                            |
| <b>VI. MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES</b> .....                                   | 39                            |
| <b>6.1 Métodos, técnicas e instrumentos para la recolección de datos e información</b> ..... | 44                            |

|  |    |
|--|----|
| <b>6.2 Etapas de la investigación</b> .....          | 45 |
| <b>Etapa 1. Investigación documental</b> .....       | 45 |
| <b>Etapa 2. Diseño de instrumentos</b> .....         | 45 |
| <b>Etapa 3. Trabajo de campo</b> .....               | 45 |
| <b>Etapa 4. Ordenamiento de la información</b> ..... | 46 |
| <b>VII. RESULTADOS Y DISCUSIONES</b> .....           | 47 |
| <b>VIII. CONCLUSIONES</b> .....                      | 81 |
| <b>IX. RECOMENDACIONES</b> .....                     | 83 |
| <b>BIBLIOGRAFÍAS</b> .....                           | 84 |
| <b>ANEXOS</b> .....                                  | 89 |

### **Índice de Figuras**

|   |    |
|---|----|
| <b>Figura 1:</b> Esquema de una biodigestor tipo campana flotante (tipo hindú).....                                     | 13 |
| <b>Figura 2:</b> Esquema de un biodigestor de campana fija .....  | 14 |
| <b>Figura 3:</b> Esquema de un biodigestor tipo tubular .....   | 15 |
| <b>Figura 4:</b> Biodigestor tipo batch .....   | 16 |
| <b>Figura 5:</b> Cocina mejorada.....   | 20 |
| <b>Figura 6:</b> Modelo de cocina apoyo.....  | 21 |
| <b>Figura 7:</b> Modelo de cocina Semi Domiciliar.....  | 21 |
| <b>Figura 8:</b> Modelo de cocina Emelda .....  | 22 |
| <b>Figura 9:</b> Modelo de cocina Ceta Modificada.....  | 23 |
| <b>Figura 10:</b> Modelo de cocina Crucita Modificada Hornilla.....   | 24 |
| <b>Figura 11:</b> Modelo de cocina Joco-Justa.....  | 25 |
| <b>Figura 12:</b> Modelo de cocina Lorena.....  | 26 |
| <b>Figura 13:</b> Conducción de calor a través de una pared plana grande de espesor $\Delta x$ .....                    | 30 |
| <b>Figura 14:</b> Transferencia de calor de una superficie caliente hacia el aire por convección.....                   | 31 |
| <b>Figura 15:</b> Transferencia de calor por radiación entre una superficie y las superficies que circundan. ....       | 32 |
| <b>Figura 16:</b> Transferencia de calor por conducción, convección y radiación. ....                                   | 33 |
| <b>Figura 17:</b> Mapa de la comunidad el Arenal, municipio de Jícaro, donde está ubicado el Biodigestor. ....          | 37 |
| <b>Figura 18:</b> Mapa de la comunidad Salamanca, municipio de Mozonte, donde está ubicadas las cocinas mejoradas. .... | 37 |
| <b>Figura 19:</b> Tasa de crecimiento relativo de microorganismos psicrófilos, mesofílico y termofónicos.....           | 63 |

**Índice de tablas**

|  |    |
|--|----|
| <b>Tabla 1:</b> Producción de estiércol diario.....  | 17 |
| <b>Tabla 2:</b> Cantidad de excretas de cerdo por edades .....   | 17 |
| <b>Tabla 3:</b> Producción teórica de excretas por categoría.....  | 18 |
| <b>Tabla 4:</b> Poder calorífico de los sustratos en estudio y del gas butano .....                              | 18 |
| <b>Tabla 5:</b> Composición media de estiércoles frescos de diferentes animales domésticos (% materia seca)..... | 19 |
| <b>Tabla 6:</b> Rangos de temperaturas y tiempo de fermentación anaeróbica.....                                  | 63 |
| <b>Tabla 7:</b> Rendimiento del gas con materiales empleados comúnmente a diferentes temperaturas. ....          | 63 |
| <b>Tabla 8:</b> Tiempo de retención según la temperatura .....   | 64 |
| <b>Tabla 9:</b> Tiempo de digestión según la materia .....   | 64 |
| <b>Tabla 10:</b> Valores promedios de pH.....  | 65 |
| <b>Tabla 11:</b> Cantidad de excretas por edades .....   | 67 |
| <b>Tabla 12:</b> Producción teórica diaria de excretas según el tipo de cerdo en la comunidad El Arenal .....    | 68 |
| <b>Tabla 13:</b> Cantidad promedio de deyecciones de bovino producidas por animal.....                           | 69 |
| <b>Tabla 14:</b> Producción teórica de excretas bobinas para la comunidad Sabana Grande .....                    | 69 |
| <b>Tabla 15:</b> Emisiones de CO y temperatura exterior e interior de cocinas mejoradas .....                    | 73 |
| <b>Tabla 16:</b> Temperatura exterior e interior de la cocina mejorada .....                                     | 74 |
| <b>Tabla 17:</b> Temperatura exterior e interior del fogón tradicional.....                                      | 75 |

**Índice de gráficos**

|   |    |
|---|----|
| <b>Gráfico 1:</b> Tipo de leña utilizada.....   | 51 |
| <b>Gráfico 2:</b> Recolección de leña por semana haciendo uso de cocina mejorada.....                 | 52 |
| <b>Gráfico 3:</b> Calidad de las cocinas mejoradas .....  | 53 |
| <b>Gráfico 4:</b> Grado de satisfacción mediante el uso de cocinas mejoradas .....                    | 54 |
| <b>Gráfico 5:</b> Disminución del consumo de leña .....   | 55 |
| <b>Gráfico 6:</b> Disminución del humo.....   | 56 |
| <b>Gráfico 7:</b> Reducción de quemaduras .....   | 57 |
| <b>Gráfico 8:</b> Reducción de los problemas respiratorios .....                                      | 58 |
| <b>Gráfico 9:</b> Prueba de hervido de agua en la cocina mejorada .....                               | 71 |
| <b>Gráfico 10:</b> Prueba de hervido de agua en el fogón tradicional .....                            | 71 |
| <b>Gráfico 11:</b> Emisiones de CO de las cocinas mejoradas y fogón tradicional .....                 | 73 |
| <b>Gráfico 12:</b> Temperatura exterior e interior de las cocinas mejoradas y fogón tradicional ..... | 75 |

## Resumen

El propósito fundamental de esta investigación es evaluar los sistemas energéticos de biodigestores y cocinas mejoradas implementados por ASOMUPRO en comunidades el Arenal y Sabana Grande del municipio de Jícaro y comunidad Salamanca municipio de Mozonte. Así como los efectos ambientales, sociales, económicos y su impacto en la calidad de vida, que estos sistemas han generado en las beneficiaras. Es una investigación cuantitativa y cualitativa según su enfoque con un nivel de profundidad según su tipología descriptivo. La muestra del estudio es no probabilística, con 11 cocinas mejoradas beneficiadas 11 familias y 2 biodigestores beneficiadas 2 familias. Los instrumentos utilizados fueron: la encuesta y entrevista basadas en un cuestionario estructurado, prueba de hervido de agua para medir el rendimiento de la cocina mejorada, se utilizaron equipos para la medición de CO y Temperaturas. Los resultados obtenidos muestran que los biodigestores implementados en las comunidades el Arenal y Sabana Grande han generado desarrollo socioeconómico en las familias beneficiadas. Con relación al uso de cocinas mejoradas en la comunidad de Salamanca, los resultados obtenidos revelan que las cocinas mejoradas contaminan menos en el interior de las viviendas que el fogón tradicional, debido a la eficiencia y al diseño con chimenea de las cocinas mejoradas, consumen menos leña, menor tiempo en la cocción, disminuyen las enfermedades respiratorios. Se concluye que con la implementación de los biodigestores en las comunidades el Arenal y Sabana se ha mejorada la calidad de vida de las beneficiarias a pesar de que en uno de los sistemas, no se tomó en cuenta la disponibilidad de la materia orgánica. Con el uso de las cocinas mejoradas en la comunidad de Salamanca, no se logró un resultado satisfactorio, porque de las 11 mujeres beneficiadas 6 de ellas hacen uso de las cocinas mejoradas y 5 no cuentan con la cocina, debido a que, decidieron desecharlas porque aseguran que no calentada, fue mal construida y no funcionó, resistencia al cambio.

Palabras claves: Cocinas mejoradas, biodigestores y monóxido de carbono

**Abstract**

The fundamental purpose of this investigation is to evaluate the energetics systems of biodigesters and improved kitchens implemented by ASOMUPRO in the Arenal and Sabana Grande communities of the municipality of Jícaro and Salamanca community municipality of Mozonte. As well as the environmental, social, economic effects and his systems have generated in the beneficiaries. It is an investigation quantitative and qualitative according his focus with a level of depth according his descriptive typology. The sample of this study is not probabilistic, with eleven improved kitchens, been benefited eleven families and two biodigesters, been benefited two families. The used instruments were: the poll and the interview, it were based in a structured questionnaire, a proof of water boiled to size the performance of the improved kitchens, were used equipments to the measurement of CO and temperatures. The results obtained show as that the implemented biodigesters in the Arenal and Sabana Grande communities have generate socioeconomic development in the benefited families. With relationship at the use of improved kitchens pollute less the inside of houses than the traditional stove, due the efficiency and design with chimney of the improved kitchens, it consume less firewood shorter time in the cooking, diminish the sick respiratory, we conclude that with the implementation of the biodigesters in the Arenal and Sabana Grande communities we have improved the quality of life of the beneficiaries despite that in one of the systems consider the availability of the organic material, with the use of improved kitchens in the Salamanca community a satisfactory result no was achieved, because of the eleven benefited womens, six of them tomake use of the improved kitchens and five no count with the kitchens due shes decided discard it because shes insure that it no warmed up, it were constructed bad and it worked resistance to change.

Key words: improved kitchens, biodigesters and carbon monoxide.

## **I. INTRODUCCIÓN**

El uso de tecnologías renovables como biodigestores y cocinas mejoradas son proyectos energéticos que han sido implementados por ASOMUPRO (Asociación de Mujeres Productoras) en comunidades rurales de Jícaro y Mozonte. Las comunidades demandan mejores condiciones de vida; se observa pobreza y escasez de servicios básicos. Para mejorar un poco la calidad de vida de las mujeres se opta por alternativas como el uso de biodigestores (Domo Fijo) y cocinas mejoradas (Joco Justa).

Esta organización trabaja solo con mujeres rurales y su enfoque está orientado en el uso racional de los recursos naturales, género y energía. De esta manera logran potenciar las capacidades humanas técnicas-productivas, de liderazgo individual y colectivo de las mujeres empoderándolas social y económicamente, contribuyendo al desarrollo sostenible de las comunidades. Es importante recalcar que es necesario un monitoreo en la parte técnica en los proyectos implementados para garantizar un funcionamiento adecuado y para ello se debe capacitar al personal del organismo sobre todos a los técnicos encargados del trabajo de campo en cada comunidad.

La presente investigación tiene como objetivo general, evaluar los sistemas de biodigestores y cocinas mejoradas implementados por ASOMUPRO en comunidades el Arenal y Sabana Grande del municipio de Jícaro y comunidad Salamanca municipio de Mozonte, durante el período 2018. Con este estudio se pretende conocer el impacto económico, social, ambiental que han generado el uso de estas tecnologías en las familias beneficiadas. De acuerdo al método de investigación el presente estudio es observacional (Pedroza 1993), las áreas de estudio a la que pertenece el tema de la presente investigación es Biomasa que corresponde a la línea 3 y Eficiencia Energética que es la línea 6 definidas por el centro de investigación de energías renovables CIER.

## 1.1 Antecedentes

Se revisaron diversas fuentes de información relacionadas al tema de investigación “Evaluación de proyectos energéticos, biodigestores y cocinas mejoradas implementados por ASOMUPRO en comunidades de Jícaro y Mozonte, durante el período 2018 “. Las cuales fueron encontrados en el Repositorio de la UNAN-Managua y otros estudios encontrados en el sitio web que sirve como base para el tema de investigación.

Sotelo, Casco, & Lira (2016), “Estudio de producción de biogás por medio del proceso de digestión anaerobia no controlada a partir de diversos sustratos orgánicos en la Facultad Regional Multidisciplinaria (FAREM–Estelí), II Semestre de 2016”. Tuvo como objetivo principal Desarrollar un estudio de producción de biogás por medio del proceso de digestión anaerobia no controlada a partir del aprovechamiento y caracterización de diversos sustratos orgánicos.

Con este estudio se concluyó que : La caracterización de las propiedades básicas de la materia orgánica utilizada en el estudio realizado mediante modelos lineales generales y mixtos permitió demostrar que, el sustrato orgánico de Caballo y Cerdo son mejores en cuanto a sus sólidos volátiles, esto también quedo demostrado al hacer la prueba de la llama esta encendía rápidamente al acercarle la llama de un cerillo, sin embargo si existen diferencias estadísticamente significativas con el sustrato de gallinaza que en la prueba presento un bajo nivel de volatilidad, de igual forma quedo demostrado en la prueba de la llama el cual necesitaba más tiempo para su combustión.

El proceso de digestión anaeróbico en los cinco biodigestores se realizó de manera satisfactoria, el comportamiento del pH se presentó de una forma estable y dentro de la neutralidad, reduciendo las posibilidades de inhibición por acidificación de la materia.

El comportamiento promedio de la temperatura interna de los biodigestores, se mantuvo dentro de un rango mesofílicos en toda la unidad experimental no se detectaron variaciones bruscas de temperatura dentro de los biodigestores.

Canales & Rivas (2010), “Estudio del proceso bioquímico de fermentación en biodigestores para la producción de biogás y biofertilizante a partir de residuos orgánicos provenientes del

campus de la universidad del Salvador “. Su objetivo fue: Estudiar el proceso químico de fermentación en biodigestores para la producción de biogás y biofertilizante a partir de residuos orgánicos provenientes del Campus de la Universidad de El Salvador.

Esta investigación tiene como conclusión que: Los residuos provenientes de las cafeterías de La Universidad de El Salvador en combinación con residuos de jardinería, generan una cantidad de biogás razonable al ser combinadas para lograr una relación de carbono/nitrógeno de 30:1, presentándose, así como una opción atrayente con el fin de sacar provecho de los residuos convirtiéndolos en productos de utilidad. La producción de biogás se da en 10 días a las condiciones ambientales locales, lo que permite que el tiempo de retención en un biodigestor se encuentre alrededor de los 10 días.

Medina , Rodriguez , & Reyes (2015), “Evaluación de cocinas mejoradas tipo CETA hibrida, dentro del marco del programa terrena, en comunidades vulnerables del departamento de Jinotega” su objetivo fue: Evaluar las cocinas mejoradas tipo CETA Hibrida implementadas en comunidades de Jinotega sus impactos en las condiciones de vida de sus usuarios y el medio ambiente. Los datos obtenidos del CCT (CONTROLLED COOKING TEST) Prueba Controlada de Cocinado, muestran que las cocinas mejoradas ahorran más combustible por Kg de alimento cocinado y según la prueba el tiempo de cocinado, fue mayor en la cocina mejorada que en la cocina tradicional.

Con esta investigación se llegó a la conclusión que las cocinas mejoradas consumen menos leña que las tradicionales por alimento cocinado, esto permite que se despale menos árboles en la zona de incidencia del proyecto. Las cocinas tradicionales emiten más monóxido de carbono y material particulado que las cocinas mejoradas, por lo cual existe mayor riesgo de enfermedades respiratorias, visuales y cardiopatías, en mujeres y niños que son los que permanecen más tiempo en el interior del área de cocinado.

La mayoría de las cocinas mejoradas en mal estado se debe a que no se le da el mantenimiento requerido y cuando se les daña la chimenea esta no es reparada. No existe un seguimiento por parte de los organismos financieros y ejecutores que permita monitorear el buen funcionamiento y uso de estas cocinas mejoradas.

Escobedo Chaves (2013), “Evaluación del proyecto cocinas mejoradas implementadas por la municipalidad provincial del Cajamarca, periodo 2011-2013”. Donde su objetivo general consistió en: Evaluar los impactos y los resultados generados por el proyecto cocinas mejoradas por la MPC en centros poblados del área rural del distrito de Cajamarca.

Con esta investigación se llegó a la conclusión que la intervención del proyecto en algunos aspectos en cuanto a la adaptación no han logrado cambios significativos en la población, debido a que no se ha logrado la adaptación de las madres a la cocina mejorada debido a lo complicado del uso y mantenimiento, ya que requiere de tiempo, y el tiempo libre lo dedican a los quehaceres del hogar, esto impide adaptarse a este nuevo cambio, es decir que estas acciones están legítimas en la cultura campesina.

## 1.2 Justificación

Las energías renovables son soluciones viables para muchas aplicaciones energéticas, evitan la emisión de gases de efecto invernadero y contribuye a la reducción de la factura petrolera. Las iniciativas basadas en energías renovables y eficiencia energética; son los modelos energéticos de los países en desarrollo para extender el acceso a la energía en los lugares de difícil acceso. Con la realización de esta investigación se pretende evaluar los proyectos energéticos renovables implementados por ASOMUPRO en comunidades del municipio Jícaro y Mozonte con el propósito de conocer el impacto que estos han generado en la vida de sus beneficiarias que han obtenido este tipo de proyecto, trayendo consigo nuevos conocimientos que pueden ser retomados en otras investigaciones que contengan temáticas similares.

El presente trabajo se considera importante porque servirá para obtener conocimientos en la evaluación de proyectos energéticos de biodigestores (Domo Fijo) y cocinas mejoradas (Joco-Justa) que posteriormente serán compartidos con la organización esto se hará con el objetivo que los técnicos enriquezcan su conocimiento en el uso de tecnologías renovables y de esta manera ellos pueden asegurar un buen servicio a las beneficiarias que obtienen su proyecto por medio de ASOMUPRO. Siendo este un contenido de gran relevancia social.

### **1.3 Planteamiento del problema**

#### **Caracterización del problema**

La implementación de las energías renovables se ha visto afectada por distintas causas que dificultan su aprovechamiento, entre ellas se encuentran: falta de conocimiento de la tecnología y de las ventajas sociales y ambientales, resistencia al cambio por parte de las comunidades, dificultades en el financiamiento para desarrollar proyectos de energías renovables a pequeña escala.

En los hogares nicaragüenses un factor muy importante en la sostenibilidad es el costo de la energía requerida para los diferentes procesos que se llevan a cabo, un costo alto por consumo de energía y la quema de gas propano derivado de combustible fósil, así como la deforestación o tala de árboles para la cocción de alimentos en muchas familias nicaragüenses principalmente en la zona rural, es por lo cual el país está siendo afectado por graves problemas ambientales, siendo la leña el principal combustible de la mayoría de la población nicaragüense todo atribuido a los bajos ingresos de la población y por ende no puede hacer uso de los combustibles fósiles sin talar los bosques.

#### **Delimitación del problema**

De los proyectos desarrollados por la organización ASOMUPRO (Asociación de Mujeres Productoras) se logró determinar que los dos biodigestores gestionados e instalados funcionan correctamente, pero para uno de ellos en la fase del estudio de dimensionamiento no se consideró la disponibilidad del material orgánico residual en el sitio de operación, por lo cual funciona de forma deficiente.

El otro aspecto que se denotó, es el de las cocinas mejoradas dado que en la fase de ejecución de este componente al momento de construirse se realizaron algunas desviaciones al diseño original lo cual afectó de forma sustancial en el funcionamiento y operación de las mismas, a esto mismo se suma que existió una resistencia al uso de este tipo de tecnología debido a las costumbres del uso de fogón tradicional teniendo como resultados que algunas fueron desechadas. De manera que se efectuaron una serie de situaciones imprevistas tanto técnicas como de supervisión por la parte

ejecutora donde se observa como una debilidad en el personal técnico el cual no está debidamente capacitado para formular y desarrollar este tipo de proyecto.

**Formulación del problema**

A partir de la caracterización y delimitación del problema antes expuesta, se plantea la siguiente pregunta rectora del presente estudio: ¿Cómo evaluar los sistemas de biodigestores y cocinas mejoradas implementados por ASOMUPRO en comunidades El Arenal, Sabana Grande y Salamanca?

#### **1.4 Preguntas del problema**

Las preguntas de sistematización correspondientes se presentan a continuación:

¿Cómo evaluar los sistemas de biodigestores y cocina mejoradas implementados por ASOMUPRO?

¿Cómo determinar condiciones y parámetros de funcionamiento de los sistemas biodigestores y cocinas mejoradas implementados en las comunidades de Arenal, Sabana Grande y Salamanca?

¿Qué plan de acción se debe realizar para la implementación de proyectos energéticos renovables a futuro?

## **II. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo General**

Evaluar los sistemas de biodigestores y cocinas mejoradas implementados por ASOMUPRO en comunidades el Arenal y Sabana Grande del municipio de Jícaro y comunidad Salamanca municipio de Mozonte, durante el período 2018.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- 1.** Evaluar los efectos ambientales, sociales y económicos del uso de los sistemas y su impacto en la calidad de vida de las beneficiarias de los proyectos.
- 2.** Determinar condiciones y parámetros de funcionamiento de los sistemas biodigestores y cocinas mejoradas implementados en las comunidades de Arenal, Sabana Grande y Salamanca.
- 3.** Proponer un plan de acción para la implementación de proyectos energéticos renovables a futuro.

### **III. MARCO TEÓRICO**

A continuación, se desarrolla fundamentos teóricos conceptuales relacionados al tema de investigación que permiten un mejor entendimiento del mismo.

#### **3.1 Biodigestor**

Los biodigestores conocidos también como plantas (productoras o de producción) de biogás, son recintos o tanques cerrados donde la materia orgánica y el agua residual permanecen un periodo de tiempo para lograr su descomposición produciendo biogás y bioabono. (Huancas , 2016)

Los biodigestores son dispositivos que bien gestionados e implementados permiten realizar usos de material de desechos que puede ser aprovechado de manera eficaz por lo tanto el biodigestor “es un sistema sencillo de conseguir y solventar la problemática energética ambiental, así como realizar un adecuado manejo de los residuos tanto humanos como animales”. (Villaís, 2014)

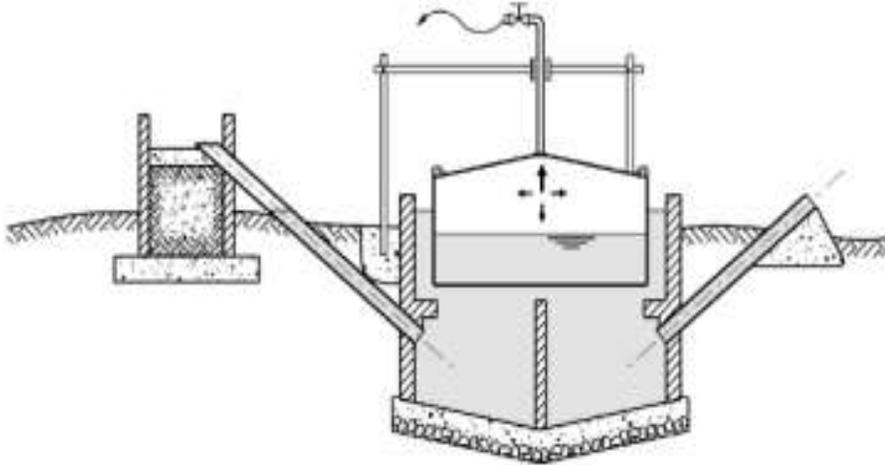
Biodigestores se define como un contenido hermético, donde se realiza un proceso anaeróbico de descomposición (proceso de fermentación anaeróbica). La materia prima está constituida por materia orgánica, como desechos agrícolas, residuos animales, residuos humanos, etc.; es decir, en el biodigestor tal como indica su nombre sucede una digestión de la materia prima, luego de la cual se obtiene biogás, biol y bioabono aproximadamente en un periodo. (Toruño , Dávila, & Lira , 2016)

##### **3.1.1 Tipos de biodigestores**

###### **3.1.1.2 Planta con cúpula o campana flotante**

Se compone de un digestor construido en mampostería o estructura de concreto y un depósito de gas móvil en forma de campana, la cual puede flotar directamente en la masa de fermentación o en un anillo de agua, dependiendo de la producción de biogás. La campana debe tener una guía que permita el movimiento vertical, cuya altura dependerá del volumen de gas almacenado.

De acuerdo a Olaya Arboleda & Salcedo González (2009), es conocido también como biodigestor indio, y puede ser utilizado cuando se necesita de un abastecimiento continuo de biogás y fertilizante, caracterizándose por funcionar como depósito del gas producido, es decir, es el único tipo de biodigestores que tienen un depósito de biogás interior



**Figura 1:** Esquema de una biodigestor tipo campana flotante (tipo hindú)

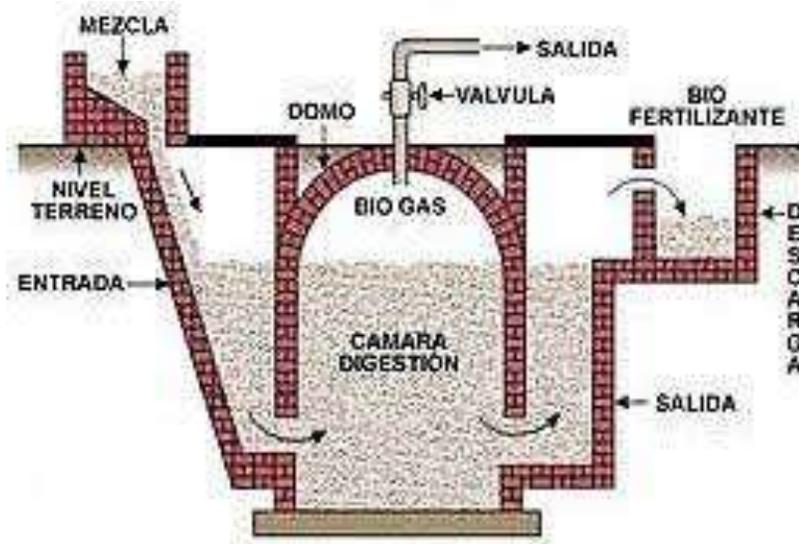
**Fuente:** (Guardado Chacón , 2007)

La mampostería tiene una larga vida útil, en caso de usar estructuras de concreto, deberá protegerse este material a la corrosión producida por la materia orgánica y el gas; la presión de gas es constante; y es de fácil manejo. Entre las desventajas están el alto costo en la construcción de la campana; en la mayoría de los casos, la campana es metálica y estará sujeta a corrosión, cuya protección a esta acción incrementa el costo y requiere un mantenimiento periódico de la campana, incrementando los costos de operación. (Olaya & Gonzáles , 2009)

### **3.1.1.3 La planta con cúpula o campana fija**

Se compone de un digestor construido en mampostería y un domo fijo e inmóvil cerrado donde se almacena el biogás. Durante la producción de biogás, la masa de fermentación es desplazada hacia el tanque de compensación y cuando se extrae el gas, la masa líquida vuelve hacia el biodigestor. A través de constantes oscilaciones de la masa de fermentación en la parte superior de la cúpula se evita la formación de capa flotante. Es conocido también como biodigestor chino, y

debido a que el gas debe ser liberado continuamente para reducir la presión interna, se utilizan en instalaciones donde el consumo sea continuo o para almacenar el biogás en un depósito aparte.



**Figura 2:** Esquema de un biodigestor de campana fija

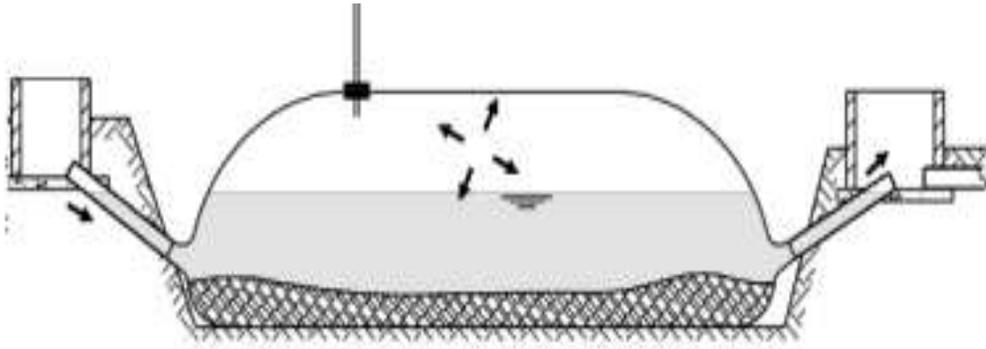
**Fuente:** (Toruño, Casco, & Lira, 2016)

Entre sus ventajas se tiene una larga vida útil de aproximadamente 20 años; no posee partes móviles y/o metálicas que se puedan oxidar, aunque la construcción en concreto deberá ser durable; y su construcción es subterránea, que lo protege contra bajas temperaturas. Entre sus desventajas se encuentran que la presión de gas no es constante; la presión puede ser muy alta, por ello la cúpula tiene que ser cuidadosamente sellada e impermeabilizada para evitar porosidades, grietas y escapes de gas; y presenta costos de construcción más bajos que el anterior biodigestor. (Olaya & Gonzáles, 2009)

#### 3.1.1.4 La planta balón o biodigestor tubular

La planta de balón se compone de un tubular en material plástico (polietileno, PVC, plastilina, entre otros, y una combinación de éstos) completamente sellado, la entrada y la salida están sujetas directamente a las paredes de la planta. La parte inferior de la planta, en un 75% del volumen

constituye la masa de fermentación, y en la parte superior, el 25% restante, se almacena el biogás. Este tipo de planta se recomienda para aquellos sitios donde predominan las temperaturas altas y constantes.



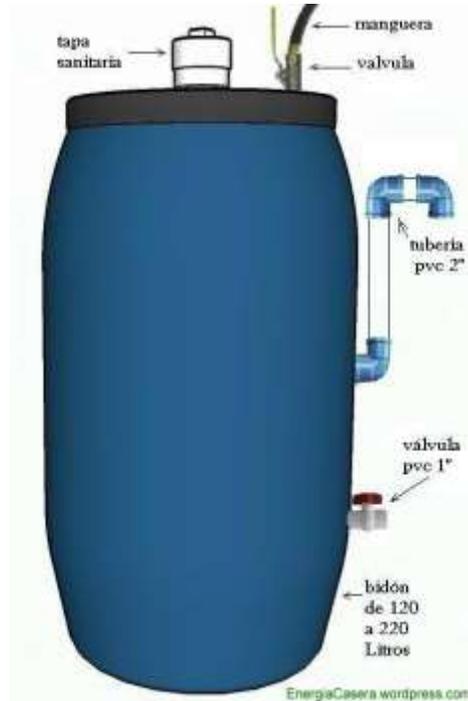
**Figura 3:** Esquema de un biodigestor tipo tubular

**Fuente:** (Guardado Chacón , 2007)

Entre sus ventajas, están sus materiales de construcción son de fácil transporte; su instalación y adecuación del sitio son sencillas; es apropiado en sitios con nivel freático alto, por su construcción horizontal; y entre los tipos de biodigestores, es el menor costo de construcción y operación; pueden ser instalados por la comunidad beneficiada, sin que ésta tenga conocimientos sobre construcción. Son desventajas, la baja presión de gas; una vida útil corta, entre 3 y 8 años, 16 dependiendo del material que se seleccione; debe protegerse contra los rayos solares; y el material plástico está sujeto a daños, siendo necesario en lo posible encerrarse el área adyacente al biodigestor (Olaya & Gonzáles , 2009).

### 3.1.1.5 Biodigestor batch o discontinuo

Para Villaís (2014), este tipo de digestor se carga una sola vez en forma total y la descarga se efectúa una vez que ha dejado de producir gas combustible. Normalmente consiste en tanques herméticos con una salida de gas conectada a un gasómetro flotante, donde se almacena al biogás.



**Figura 4:** Biodigestor tipo batch

**Fuente:** (Toruño, Casco, & Lira, 2016)

### 3.1.2 Uso potencial del estiércol

El uso potencial del estiércol durante varias generaciones agropecuarias, ha sido la elaboración del compost, esta práctica permite obtener un producto libre de gérmenes y patógenos, contrarrestando malos olores, y produciendo sustancias húmicas similares a las del suelo, facilitando la fertilización de los cultivos. El estiércol no solamente puede ser utilizado para la elaboración de compost, sino también para la producción de biogás y fertilizantes líquidos, sometiéndolo a una degradación en condiciones anaerobias, el biogás producido tiene un alto contenido de metano altamente inflamable, la cual con instalaciones adecuadas, se puede producir energía eléctrica y a su vez ser utilizado en la cocina doméstica. (Moreira Toala , 2013)

### 3.1.2.1 Estiércol disponible

El estiércol es el excremento de animales de ganadería, el cual se compone de una mezcla de material orgánico digerido y orina, que es utilizada para fertilizar el suelo.

| <b>Ganado</b> | <b>Kg de estiércol fresco producido por cada 100 kg de peso del animal</b> |
|---------------|--|
| Cerdo         | 4  |
| Bobino        | 7  |

**Tabla 1:** Producción de estiércol diario

**Fuente:** (Moreira Toala , 2013)

| <b>Etapa de crecimiento</b> | <b>Estiércol promedio ( kg/d)</b> | <b>Estiércol más orina (kg/d)</b> | <b>Volumen (l/d)</b> |
|-----------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|----------------------|
| Hembra vacía                | 3.6                               | 11                                | 16                   |
| Hembra lactante             | 6.4                               | 18                                | 27                   |
| Lechón lactante             | 0.35                              | 0.95                              | 1.4                  |
| Macho reproductor           | 3                                 | 6                                 | 9                    |
| Engorda(30-60) kg           | 2.3                               | 4.9                               | 7                    |

**Tabla 2:** Cantidad de excretas de cerdo por edades

**Fuente:** (Montaño, 2011)

| Especie | Edad (meses) | Categoría | Masa teórica de estiércol |
|---------|--------------|-----------|---------------------------|
| Bovino  | <12          | Tierno    | 4                         |
|         | 12-24        | Pequeño   | 8                         |
|         | 24-36        | Mediano   | 10                        |
|         | >36          | Grande    | 15                        |
| Porcino | <2           | Pequeño   | 1                         |
|         | 2-6          | Mediano   | 1.5                       |
|         | >6           | Grande    | 2                         |

**Tabla 3:** Producción teórica de excretas por categoría

**Fuente:** (Pech & Pech, 2018)

| Sustrato          | Poder calorífico        | Poder calorífico del gas butano comercial |
|-------------------|-------------------------|---|
| Estiércol bovino  | 17,00 kJ/m <sup>3</sup> | 11.867kcal/kg                             |
| Estiércol porcino | 20.85 kJ/m <sup>3</sup> |   |

**Tabla 4:** Poder calorífico de los sustratos en estudio y del gas butano

**Fuente:** (Castellón, Matínez, & Gutiérrez, 2015) y (Arroyo, 2013)

### 3.1.3 Composición del estiércol

El estiércol no es un abono de composición fija, esta depende de la edad de los animales de que se procede, de la especie, de la alimentación a que están sometidas, trabajo que realizan, aptitud, naturaleza y composición de camas, etc. Las diversas especies animales producen excremento de composición química diferente. Resulta que los orines del ganado abundan en nitrógeno (N) y, sobre todo en potasa (K), y en cambio apenas contienen ácido fosfórico, que se encuentra todo en las deyecciones sólidas. (Moreira Toala , 2013)

| <b>Nutriente</b>                                       | <b>Vacuno</b> | <b>Porcino</b> |
|--|---------------|----------------|
| Materia orgánica (%)                                   | 48.9          | 45.3           |
| Nitrógeno total (%)                                    | 1.27          | 1.36           |
| Fosforo asimilable (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , %) | 0.81          | 1.98           |
| Potasio (K <sub>2</sub> O, %)                          | 0.84          | 0.66           |
| Calcio (CaO, %)  | 2.03          | 2.72           |
| Magnesio (MgO, %)                                      | 0.51          | 0.65           |

**Tabla 5:** Composición media de estiércoles frescos de diferentes animales domésticos (% materia seca).

**Fuente:** (Moreira Toala , 2013)

### **3.1.4 Biogás**

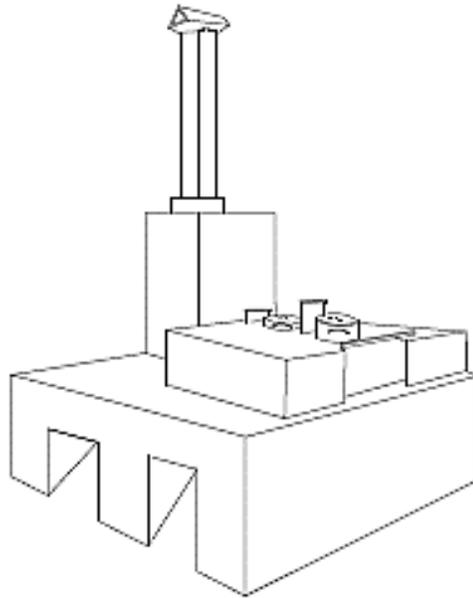
De acuerdo a Moreno (2011), es una mezcla gaseosa formada principalmente de metano y dióxido de carbono, pero también contiene diversas impurezas. La composición del biogás depende del material digerido y del funcionamiento del proceso. Cuando el biogás tiene un contenido de metano superior al 45% es inflamable.

### **3.2 Cocinas mejoradas**

Según Zapana (2015), la cocina mejorada es una tecnología que se ha desarrollado para favorecer la calidad de vida de la familia, en especial la salud de los niños y las mujeres, porque +reduce la exposición a la contaminación intra-domiciliarias. Las cocinas pueden construirse con diferentes tipos de materiales de albañilería existentes en la zona: adobe de barro, ladrillo, cemento, piedras y barro como materiales para la estructura base.

De acuerdo a Escobedo (2013), describe que las cocinas mejoradas “son tecnologías que han sido introducidas o mejoradas por los proyectos de desarrollo o en el marco de una transferencia de tecnología”.

“Una cocina mejorada es un sistema de cocción de alimentos que permite ahorrar combustible (generalmente leña) y a la vez reduce significativamente la cantidad de emisiones nocivas para la salud humana”. (Medina, Picado, & Rodríguez , 2015)



**Figura 5:** Cocina mejorada

**Fuente:** Elaboración Propia (AutoCAD)

### **3.2.1 Tipos de cocina mejoradas**

#### **3.2.1.1 Cocinas mejoradas sin chimenea**

Para Medina, Picado, & Rodríguez (2015) el modelo Apoyo, “destaca por su buena calidad y precio, por su pequeño tamaño y bajo peso es fácil de mover de un lugar a otro. Es apropiada para cocinar con ollas de hasta 10 litros de capacidad”.



**Figura 6:** Modelo de cocina apoyo

**Fuente:** (Medina, Picado, & Rodríguez , 2015)

El modelo Sema Domiciliar es un modelo especial porque cocina con cascarilla de café, de arroz o aserrín. Una vez que se enciende no se puede apagar y la llama no se puede controlar. Es muy útil en invierno cuando la leña esta mojada y la cascarilla de café está seca. (PROLEÑA, 2013)



**Figura 7:** Modelo de cocina Semi Domiciliar

**Fuente:** (PROLEÑA, 2013)

La cocina mejorada Modelo Emelda, es una cocina sencilla y duradera. Cuenta con dos hornillas que se adaptan a varios tipos de porras incluso de gran capacidad y peso, incluso sin tener chimenea emite poco humo. (Medina, Picado, & Rodríguez , 2015)



**Figura 8:** Modelo de cocina Emelda

**Fuente:** Deyra Reyes

### **3.2.1.2 Cocinas mejoradas con chimenea**

Modelo de Ceta Modificada, su nombre proviene del acrónimo de Centro de Experimentación en Tecnología Apropiada (CETA) procedente de Guatemala. Está formada por una estructura de ladrillo cuarterón, mezcla de arena y cemento reforzado con esqueleto simple de hierro que hace de ella una cocina fija. (González, 2013)

Cuenta con una chimenea de concreto con un diámetro interior de 10 cm, con una válvula de fácil acceso para poder controlar el tiro de esta. Dispone de una plancha de concreto reforzada con alambres y varillas de hierro. La plancha cuenta con dos hornillas de un diámetro que se decide en el momento de su construcción, normalmente de un tamaño tal que permita usar apropiadamente ollas de hasta 12 litros de capacidad. Así mismo cuenta con una tapa en la entrada de la cámara de combustión. Va construida sobre una mesa que la eleva y la deja a una altura cómoda para cocinar. Es un modelo relativamente fácil de construir y sobre el que hay bastante experiencia en las zonas rurales de Nicaragua ya que disfruta de una amplia aceptación. (González, 2013)



**Figura 9:** Modelo de cocina Ceta Modificada

**Fuente:** (González, 2013)

Modelo de Crucita Modificada Hornilla, la Cocina Crucita Hornilla es un modelo evolucionado a partir de la Crucita Sencilla, ya que se ha añadido una piedra extra de cantera tallada para hacer una rampa de escape de los gases, una chimenea de hierro negro de diámetro interior de 10.5 cm. y una plancha metálica con deflectores que permite el cocinado de alimentos a la plancha. Es una cocina apropiada para ollas de fondo plano de hasta unos 12 litros de capacidad.

La cámara de combustión (11x12 cm.) cuenta con una parrilla metálica y está rodeada de una capa de materiales aislantes tales como botellas de vidrio usadas y un recubrimiento de bloques de cemento. Adicionalmente, a esta cocina se le puede añadir un revestimiento exterior de cerámica blanca lo que hace que mejore considerablemente su aspecto visual. (González, 2013)



**Figura 10:** Modelo de cocina Crucita Modificada Hornilla

**Fuente:** (González, 2013)

Modelo Joco-Justa, el cuerpo de la cocina modelo Joco-Justa está construido en bloques de concreto que cierran una cámara de combustión de ladrillos de arcilla tipo Rocket [2] de 15x15 cm y tiene una chimenea de lámina galvanizada de 10 cm. de diámetro interior. Es una cocina voluminosa construida in-situ que no puede ser desplazada una vez instalada. La entrada de la cámara de combustión dispone de una parrilla no integrada, lo que permite que sea retirada por los usuarios.

Cuenta además con una abertura lateral debajo de la chimenea para facilitar la limpieza del hollín del interior de la cocina. Posee una hornilla que permite utilizar apropiadamente ollas de hasta unos 12 litros de capacidad y una plancha metálica que permite cocinar varios alimentos de manera simultánea. La hornilla principal puede ser cubierta para disponer de una plancha más grande para preparar alimentos. Gracias a la forma del canal por el que circulan los gases de combustión, estos acceden a la chimenea no demasiado calientes. De esta manera la parte inferior de la chimenea no sufre demasiado por el efecto corrosivo asociado a los gases a altas temperaturas, minimizando eficazmente el principal problema de degradación de las chimeneas que presentan otros modelos. (González, 2013)

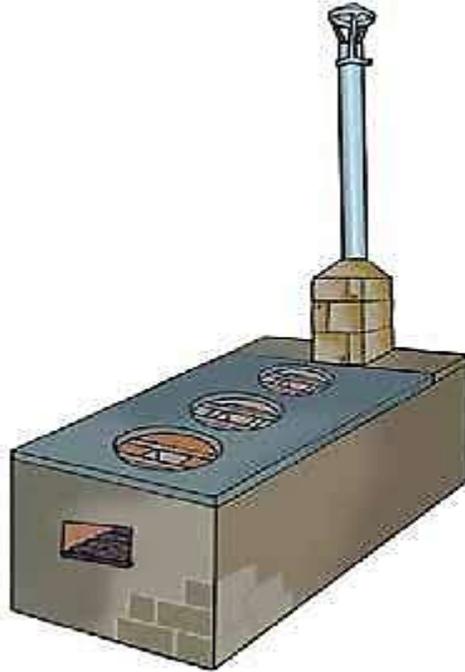


**Figura 11:** Modelo de cocina Joco-Justa

**Fuente:** (González, 2013)

Modelo Lorena, la cocina Lorena está basada en una tecnología antigua que se ha ido desarrollando con el objetivo de obtener un diseño que fuera fácil y económico de construir en las áreas rurales del mundo. Su cuerpo se construye a partir de materiales sencillos y accesibles como lodo y arena (es de ahí de donde proviene su nombre), y en él se perforan la cámara de combustión y 3 hornillas.

La cámara de combustión no cuenta con parrilla y las hornillas se construyen con los diámetros ajustados a las ollas que se vayan a utilizar en la vivienda en cuestión. Dada su resistencia estructural, la cocina es apropiada para ollas menores de 12 litros de capacidad. Se establece una chimenea de concreto a través de la cual se expulsan los gases generados. De acuerdo a González (2013), sus características físicas hacen de ella una cocina fija, sin ninguna posibilidad de ser trasladada una vez terminada, pero su facilidad de construcción y el acceso a los materiales hacen que sea posible su replicación por parte de los usuarios.



**Figura 12:** Modelo de cocina Lorena

**Fuente:** (Córdova & Castro, 2012)

### 3.2.2 Barreras para la adopción de cocinas mejoradas

Para Córdova & Castro (2012), la adopción tecnológica de las cocinas mejoradas es un proceso de cambio permanente, también de incertidumbre que requiere de diversos agentes socioeconómicos y de la retroalimentación entre ellos. Es un proceso complejo que necesita de diálogo y relaciones articuladas entre las distintas instituciones, las familias usuarias / comunidades y el mercado (proveedores e instaladores).

- **Hábitos y costumbres:** Los diagnósticos parcialmente consideran los aspectos relacionados a los hábitos, las costumbres y creencias de las familias, lo que puede dificultar la comprensión y asimilación de la nueva tecnología (ejm: hábitos de cocinar, tipo de alimentos que se preparan, tiempo de cocción de los alimentos, repartición de tiempos que van a cambiar con la nueva tecnología).

- **Enfoque técnico:** La fase de sensibilización e implementación de la cocina mejorada está enfocada mayormente en aspectos tecnológicos, sin duda de importancia, dejando de lado aspectos sociales de gran valor para la adopción. (Córdova & Castro, 2012)
- **Familias consideradas como beneficiarias:** Generalmente se considera a las familias usuarias como beneficiarias y no como actores co-participes en la adquisición de la cocina mejorada, limitando así el proceso activo de incorporar la nueva tecnología en su vida cotidiana.
- **Resistencia al cambio:** Las familias, fácilmente se dejan influir por noticias/comentarios sin comprobar su validez, por desconocimiento o por no comprender las ventajas de la cocina mejorada y en consecuencia su punto de vista la nueva tecnología no supera a la que está en uso. (Córdova & Castro, 2012)
- **Inseguridad en la función de la tecnología de la cocina mejorada:** Las familias usuarias están bien informadas respecto a la nueva tecnología, sin embargo, no se atreven a adoptarla y esperan que otra familia la adopte primero.
- **Desconocimiento de donde adquirir piezas de repuesto.** Las familias usuarias muchas veces desconocen donde conseguir piezas de repuesto o a quien acudir en caso de que se presentan problemas con la tecnología adquirida.

### **3.2.3 Ventajas o bondades de cocinas mejoradas**

Las ventajas de la cocina mejorada se pueden apreciar desde los siguientes puntos de vista.

#### **Salud**

- Reduce los problemas respiratorios y oculares.
- Menor riesgo de sufrir quemaduras.
- Evita la contaminación al interior de la vivienda con humos tóxicos, ceniza y hollín.
- Reduce los problemas de salud en las mujeres, como dolores a la vejiga y a la columna.
- Facilita las labores domésticas y mejora la higiene de la cocina y sus utensilios.

- No expulsa el humo al ambiente de la cocina (Zevallos, Aceituno, & Arostegui, 2008).

### **Económico**

- Mejora la economía familiar por el uso racional de leña.
- Ahorra en un 40% el material de combustión.
- Reduce el tiempo de cocción de los alimentos.
- Es barata, porque se puede construir con materiales de la zona.

### **Social**

- Mayor comodidad al momento de preparar los alimentos.
- Conserva mayor tiempo sus utensilios.
- Evita la mala posición y permite cocinar con facilidad e higiene (Zevallos, Aceituno, & Arostegui, 2008).

### **3.2.4 Desventajas de las cocinas tradicionales**

- Desprende humo en el ambiente de la cocina.
- Mal sabor en las comidas por causa del humo.
- Posición inadecuada al momento de cocinar (dolores de espaldas).
- Peligro de quemaduras debido al contacto directo con el fuego.
- Pérdida del calor en un 80% por estar el fuego al aire libre.
- Inestabilidad en el soporte de las ollas con riesgo de sufrir quemaduras
- Hollín en los alrededores de la cocina.
- Ambiente antihigiénico.
- Mayor uso de combustible (leña, bosta), incrementando el gasto del hogar.
- Demora en la preparación de los alimentos (Zevallos, Aceituno, & Arostegui, 2008).

### **3.2.5 Transferencia de calor por conducción, convección y radiación**

Se presentan tres mecanismos básicos de la transferencia de calor: la conducción, la convección y la radiación.

### 3.2.5.1 Transferencia de calor por conducción

Cuando en un cuerpo existe un gradiente de temperatura, la experiencia muestra que hay una transferencia de energía desde la región a alta temperatura hacia la región de baja temperatura. Se dice que la energía se ha transferido por conducción y que el flujo de calor por área es proporcional al gradiente normal de temperatura. Ley de Fourier de la conducción del calor (Holman, 1998)

Cuando se introduce la constante de proporcionalidad.

$$q = -kA \frac{dt}{dx} \quad \text{Ec. 1}$$

Dónde:

**q:** Flujo de calor

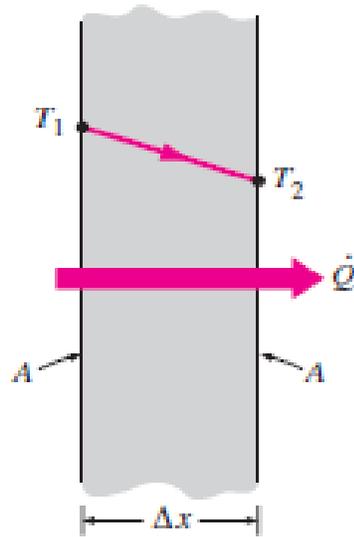
**K:** Constante de conductividad térmica del material (W/m °C)

**A:** Área (m<sup>2</sup>)

**dt:** Gradiente de temperatura o variación de temperatura  $\Delta t$

**dx:** Espesor de la pared o L y área A (m)

Análisis del calor unidimensional



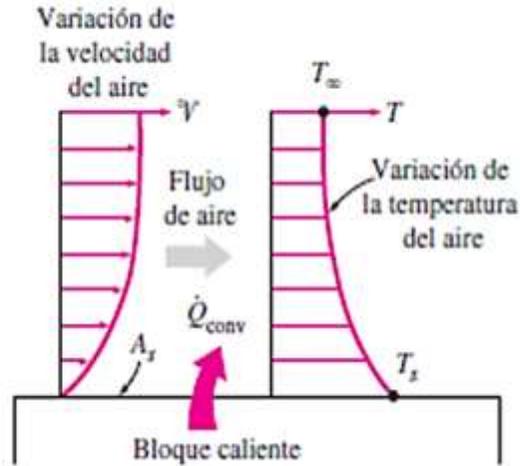
**Figura 13:** Conducción de calor a través de una pared plana grande de espesor  $\Delta x$

**Fuente:** (Cengel, 2007)

En la figura de calor unidimensional estacionario se muestra que hay una transferencia de energía de la región de alta temperatura ( $T_1$ ) a la región de baja temperatura ( $T_2$ ) y que la distancia recorrida por esa energía o calor es igual a la variación normal de temperatura.

### 3.2.5.2 Transferencia de calor por convección

“Es el modo de transferencia de calor entre una superficie sólida y el líquido o gas adyacentes que están en movimiento, y comprende los efectos combinados de la conducción y del movimiento del fluido”. Ley de Newton del enfriamiento (Cengel, 2007)



**Figura 14:** Transferencia de calor de una superficie caliente hacia el aire por convección.

**Fuente:** (Cengel, 2007)

$$\dot{Q} = hA_s (T_s - T_\infty) \quad \text{Ec. 2}$$

Donde:

**Q:** Flujo de calor

**h:** Coeficiente de calor por convección en  $W/m^2$  o  $Btu/h.ft^2 \text{ } ^\circ F$

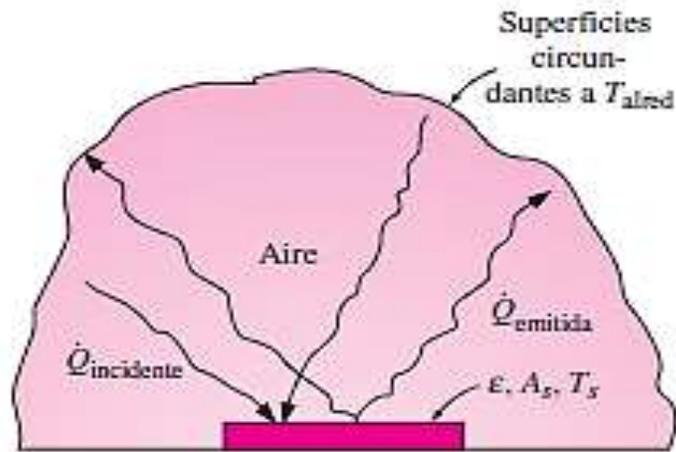
**As:** Área superficial

**Ts:** Temperatura de la superficie

**T∞:** Temperatura del fluido

### 3.2.5.3 Transferencia de calor por radiación

“Es la energía emitida por la materia en forma de ondas electromagnéticas (o fotones), como resultado de los cambios en las configuraciones electrónicas de los átomos o moléculas”. Ley de Stefan Boltzmann. (Cengel, 2007)



**Figura 15:** Transferencia de calor por radiación entre una superficie y las superficies que la circundan.

**Fuente:** (Cengel, 2007)

$$\dot{Q}_{rad} = \epsilon \sigma A_s (T_s^4 - T_{alred}^4) \quad \text{Ec. 3}$$

Donde:

**$\dot{Q}_{rad}$ :** Flujo de calor por radiación

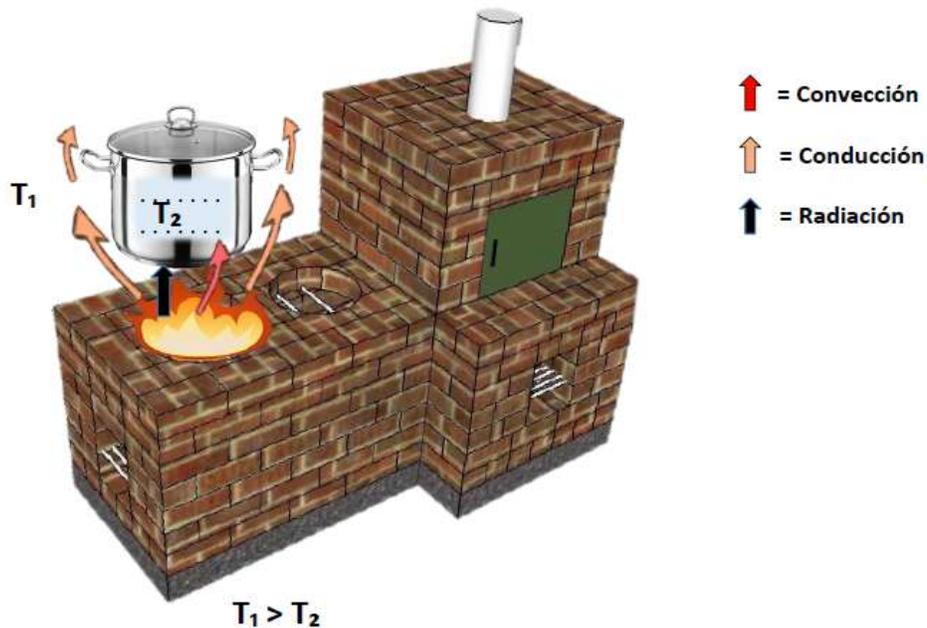
**$\epsilon$ :** Emisividad

**$\sigma$ :** Constante de Estefan Boltzmann que tiene un valor de  $5.67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{k}^4$ , o bien,  $0.1714 \times 10^{-8} \text{ Btu/h} \cdot \text{ft}^2 \cdot \text{R}^4$

**$A_s$ :** Área superficial

**$T_s^4$ :** Temperatura en la superficie

**$T_{alred}^4$ :** Temperatura en el ambiente



**Figura 16:** Transferencia de calor por conducción, convección y radiación.

**Fuente:** Kevin González (AutoCAD, 2015)

En la figura se muestra los tres tipos de transferencia de calor: Convección que se genera cuando el calor se transfiere al interior de la olla por ende al contenido de la olla que es agua en ebullición; conducción es el calor transferido a través del material de la olla y radiación que es el calor proporcionado por la flama en contacto con la superficie de la olla.

### 3.2.6 Calidad del aire

Se considera que el aire limpio es un requisito básico de la salud y el bienestar humanos. Sin embargo, su contaminación sigue representando una amenaza importante para la salud en todo el mundo. Según una evaluación de la OMS de la carga de enfermedad debida a la contaminación del aire, son más de dos millones las muertes prematuras que se pueden atribuir cada año a los efectos de la contaminación del aire en espacios abiertos urbanos y en espacios cerrados (producida por la

quema de combustibles sólidos). Más de la mitad de esta carga de enfermedad recae en las poblaciones de los países en desarrollo. Las guías de calidad del aire de la OMS tienen por objeto ofrecer orientación sobre la manera de reducir los efectos de la contaminación del aire en la salud. (OMS, 2006)

#### **IV. HIPÓTESIS**

Los proyectos implementados por ASOMUPRO biodigestores y cocinas mejoradas, en comunidades de Jícaro y Mozonte requieren de un monitoreo y seguimiento constante que garantice su funcionamiento correcto siempre y cuando se cuente con el personal calificado.

## V. DISEÑO METODOLÓGICO

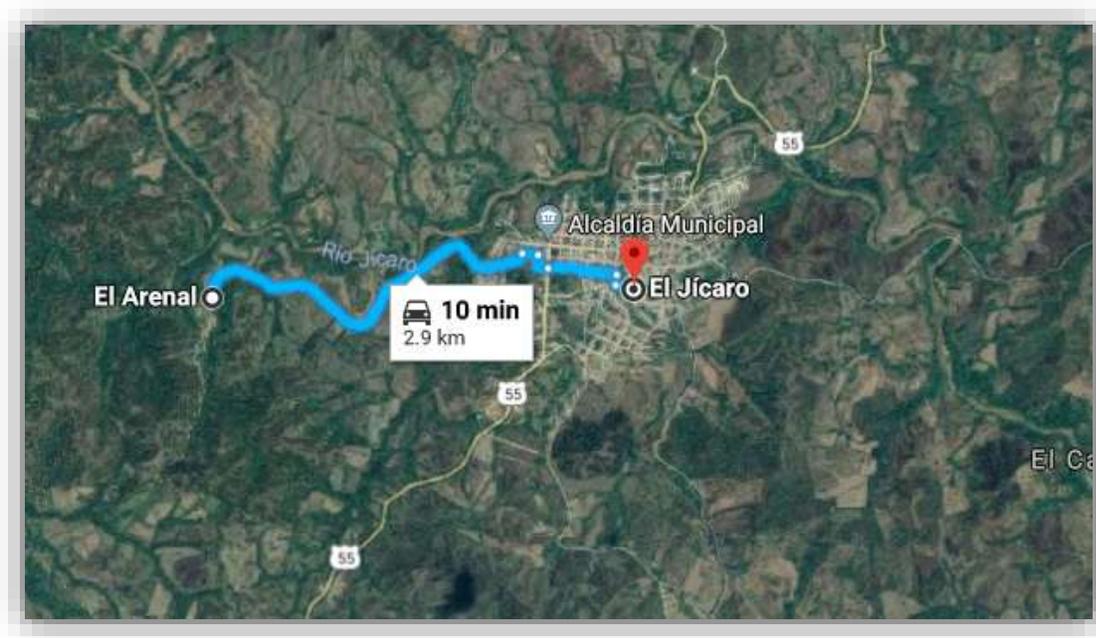
### 5.1 Tipo de estudio

En cuanto al enfoque filosófico, por el uso de los instrumentos de recolección de la información, análisis y vinculación de datos, el presente estudio se fundamenta en la integración sistémica de los métodos y técnicas cualitativas y cuantitativas de investigación, por tanto, se realiza mediante un enfoque mixto de investigación. (Hernández , Hernández , & Pilar, 2004). De acuerdo con el método de investigación el presente estudio es **observacional Pacheco** (2015) y según el nivel de profundidad del conocimiento es **descriptivo**, Piura López (2006). De acuerdo, al tiempo de ocurrencia de los hechos y registro de la información, el estudio es **prospectivo**, por el período y secuencia del estudio es **transversal**.

### 5.2 Área de estudio

#### 5.2.1 Ubicación geográfica

El estudio se llevará a cabo en el municipio de Jícaro departamento de Nueva Segovia, a 74 km de la ciudad de Estelí región central norte de Nicaragua, entre las coordenadas geográficas 13°43'0" latitud norte, 86° 7'60" longitud oeste con temperaturas que oscilan entre los 23° y 24°C anuales. En las comunidades el Arenal que se ubica a 2.9 km del municipio y Sabana Grande. De igual manera, en la comunidad de Salamanca, municipio de Mozonte entra las coordenadas geográficas: latitud 13.65, longitud -86.45, con 13°39'0" Norte, 86°27'0" oeste.



**Figura 17:** Mapa de la comunidad el Arenal, municipio de Jícaro, donde está ubicado el Biodigestor.

**Fuente:** Google Maps



**Figura 18:** Mapa de la comunidad Salamanca, municipio de Mozonte, donde está ubicadas las cocinas mejoradas.

**Fuente:** Google Maps

### **5.2.2 Área de conocimiento**

El área de estudio al que pertenece el tema de la presente investigación es el área: Energías Renovables y responde a las líneas de investigación 3: Biomasa y 6: Eficiencia Energética, dentro de las líneas definidas por el Centro de Investigación en Energías Renovables (CIER).

## **5.3 Universo**

Nuestro universo o población de estudio está definido a las comunidades rurales el Arenal y Sabana Grande del municipio Júcaro y comunidad Salamanca del municipio de Mozonte que están usando biodigestores y cocinas mejoradas beneficiadas por ASOMUPRO.

### **5.3.1 Tipo de muestreo**

Para Hernández, Fernández, & Batista (2014). El muestreo no probabilístico e intencionado, la elección de los elementos no depende de la probabilidad, sino de causas relacionadas con las características de la investigación o los propósitos del investigador. Aquí el procedimiento no es mecánico ni se basa en fórmulas de probabilidad, sino que depende del proceso de toma de decisiones de un investigador o de un grupo de investigadores desde luego las muestras seleccionadas obedecen a otros criterios de investigación. Basándose en las necesidades de información detectada, en este caso el pilotaje de 13 encuestas realizadas para conocer el impacto de los biodigestores y cocinas mejoradas en las beneficiarias de las comunidades de Arenal, Sabana Grande y Salamanca

### **5.3.2 Muestra**

La muestra considerada en el estudio fue de dos familias que constan de 4 y 6 personas beneficiadas con los biodigestores con capacidad de 4.5m<sup>3</sup> y 9m<sup>3</sup> respectivamente, y 11 familias con número de integrantes de 5, 4 y 3 personas, beneficiadas con las cocinas mejoradas. En los estudios cualitativos como en el caso del objetivo 1 se emplean muestras pequeñas, en este caso se

consideró una muestra de 11 personas para las cocinas mejoradas y 2 para el biodigestor, por lo que como criterio propio hemos considerado estimar que la muestra es igual a censo dado que es pequeña.

## **VI. MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES**

**Objetivo General:** Evaluar los proyectos energéticos, biodigestores y cocinas mejoradas implementados por ASOMUPRO en comunidades el Arenal y Sabana Grande del municipio de Jícaro y comunidad Salamanca municipio de Mozonte, durante el período 2018.

| Objetivos específicos   | Variable conceptual   | Sub variables o dimensiones   | Variable operativa<br>indicador   | Técnicas de recolección de datos e información y actores participantes |
|---|---|---|---|--|
| <p><b>Objetivo Especifico 1.</b></p> <p><b>Evaluar los efectos ambientales, sociales y económicos del uso de estos sistemas y su impacto en la calidad de vida de las beneficiarias del proyecto.</b></p> | <p>1. Efecto ambiental</p> <p>2. Efecto social</p> <p>3. Efecto económico</p> | <p>1.1 Impacto ambiental de los proyectos</p> <p>2.1 Impacto social a beneficiarios de los proyectos</p> <p>3.1 Impacto económico en los beneficiarios.</p> | <p>1.1.2 Reducción del consumo de leña y emisiones de CO.</p> <p>2.1.2 Satisfacción de las beneficiarias.</p> <p>3.1.2 Inversión a largo plazo (salud, trabajo)</p> | <p>Encuesta, Entrevista y Guía de observación</p>                      |
| <p><b>Objetivo Especifico 2.</b></p> <p><b>Determinar condiciones y parámetros de funcionamiento de los</b></p>   | <p>1. Condiciones de funcionamiento de los biodigestores.</p>                 | <p>1.1 Temperatura</p>  | <p>1.1.1 La temperatura de operación del digestor, es considerada uno de los principales</p>  | <p>Memoria de cálculo</p>  |

|   |  |   |  |  |
|---|--|---|--|--|
| <p><b>sistemas biodigestores y cocinas mejoradas implementados en las comunidades de Arenal, Sabana Grande y Salamanca.</b></p> |  | <p>1.2 Tiempo de retención hidráulica</p> <p>1.3 pH</p> <p>1.4 Estiércol disponible.</p> <p>1.5 Carga diaria.</p> <p>1.6 Volumen del biodigestor.</p> | <p>parámetros de diseño porque de ella depende la producción de biogás.</p> <p>1.2.1 Es el tiempo que permanece la biomasa en el interior del digestor hasta su descarga.</p> <p>1.3.1 El valor del pH en el digestor no solo determine la producción de biogás si no también su composición.</p> <p>1.4.1 Es la mejor materia prima utilizada para la producción de biogás.</p> <p>1.5.1 Facilita la acción de las bacterias anaeróbicas para que</p> |  |
|---|--|---|--|--|

|  |  |  |   |  |
|--|--|--|---|--|
|  | <p>2. Parámetros de funcionamiento de las cocinas mejoradas.</p> | <p>2.1 WBT (WATER BOILING TEST)</p> <p>2.2 Emisión de monóxido de carbono.</p> <p>2.3 Temperatura interior y exterior.</p> <p>2.4 Calor disipado en una fracción de la cocina.</p> | <p>sea producir biogás, y fertilizante.</p> <p>1.6.1 Se compone de dos zonas: gaseosa y líquida, estas dos secciones componen el volumen total del biodigestor.</p> <p>2.1.1 Prueba de Hervido de Agua Este test está diseñado para calcular el rendimiento energético de la cocina en términos de transferencia de calor y eficiencia de la combustión.</p> <p>2.2.1 Es un gas inodoro, incoloro, insípido, tóxico y muy inflamable.</p> |  |
|--|--|--|---|--|

|  |                |  |   |                     |
|--|----------------|--|---|---------------------|
|  |                |  | <p>2.3.1 La temperatura interior se da cuando el material entra en combustión y la temperatura exterior es la emitida al medio.</p> <p>2.4.1 Es el calor que se disipa en una parte de la cocina.</p> |                     |
| <p><b>Objetivo Especifico 3.</b></p> <p><b>Proponer un plan de acción para la implementación de proyectos energéticos renovables a futuro.</b></p> | Plan de acción | Acciones que facilitan la gestión de proyectos de E.R. | Presentación resumida de las tareas que deben realizarse por ciertas personas.  | Guía de observación |

### **6.1 Métodos, técnicas e instrumentos para la recolección de datos e información**

La técnica de recolección de datos utilizados para recoger, validar y analizar la información necesaria para lograr los objetivos de la investigación se fundamenta en:

#### **Observación**

Observar es diferente de ver (lo cual hacemos cotidianamente). Es una cuestión de grado y la observación investigativa no se limita al sentido de la vista, sino a todos los sentidos. Los propósitos de la observación es inducción cualitativa son:

- a) Explorar y describir ambientes, comunidades, subculturas, y los aspectos de la vida social, analizando sus significados y a los actores que la generan.
- b) Comprender procesos, vinculaciones entre personas y situaciones, experiencias o circunstancias, los eventos que suceden al paso del tiempo y los patrones que se desarrollan e identificar problemas sociales (Sampiere, 2014)

#### **Cuantitativo:**

##### **Encuesta**

Consiste en obtener información de los sujetos de estudio, proporcionados por ellos mismos, sobre opiniones, conocimientos, actitudes o sugerencias (Canales , Alvarado, & Pineda, 1994).

#### **Cualitativo:**

##### **Entrevista**

Esta técnica de investigación cualitativa tiene el objetivo de recoger la diversidad de perspectivas, visiones y opiniones sobre: a) La situación inicial y su contexto; b) El proceso de intervención y su contexto; c) La situación actual o final y su contexto; d) Las lecciones aprendidas, técnica: Entrevista Semi-estructurada

## **6.2 Etapas de la investigación**

### **Etapa 1. Investigación documental**

Esta etapa se fundamentó en la búsqueda de información relacionada al tema de investigación, se retomó diferentes fuentes bibliográficas con la revisión de documentos existentes, trabajos PDF, libros de sitios web, proyectos de investigación y tesis de grado encontrados en el repositorio de UNAN-Managua. Esta fase se realizó en el transcurso de todo el proceso de investigación la cual nos permitió realizar la estructura de nuestro documento investigativo, definición teórica, donde se sustentará el conocimiento y adaptación de los métodos científicos esenciales para el avance del proceso de investigación.

### **Etapa 2. Diseño de instrumentos**

El diseño de instrumentos se hizo de acuerdo a los objetivos específicos planteados en la investigación; la observación es fundamental por ello se realizó una guía de aspectos importantes que se tomaron en cuenta en la visita a las comunidades. Se elaboraron instrumentos de entrevista semi-estructurada a las beneficiarias de cada proyecto biodigestores y cocinas mejoradas y a los técnicos asignados en cada municipio Jícaro y Mozonte, así como a la coordinadora de ASOMUPRO a nivel departamental en este caso Estelí y encuestas con preguntas cerradas dirigidas a las beneficiarias.

### **Etapa 3. Trabajo de campo**

Para cumplir con el objetivo 1 que es la evaluación de los efectos ambientales, económicos sociales y el impacto de los proyectos en la calidad de vida de las beneficiarias, se visitaron las comunidades en estudio el Arenal, Sabana Grande y Salamanca; se aplicaron entrevistas semi-estructurada a 7 beneficiarias de los proyectos (biodigestores y cocina mejoradas) con el objetivo de ampliar la información respecto a las preguntas relacionadas y de interés al tema en estudio. Así mismo se aplicaron encuestas con preguntas cerradas con variables ordinales y nominales a las 13 beneficiarias de cada proyecto que son las que se consideraron en el estudio.

Para darle salida al objetivo 2 que consiste en determinar condiciones y parámetros de funcionamiento de los sistemas antes mencionados; en el caso de los biodigestores no se tomaron mediciones experimentales como temperatura y pH debido a que el diseño del biodigestor no lo permite y este no cuenta con dispositivos que proporcionen información. Con relación a la cocina mejorada se tomaron mediciones de CO, temperaturas exteriores e interiores aproximadamente media hora con los dispositivos medidor de CO marca Bk precisión y pistola infrarroja de t° marca PCE láser, también se realizó el test de ebullición y el peso de leña en kg, estas mediciones se realizaron en ambas cocinas con el propósito de comparar la eficiencia.

Para responder al objetivo 3 que es la elaboración de un plan de acción se ha tomado en cuenta la información recopilada mediante el proceso de la investigación con el propósito de recomendar acciones que aporten mejoras a los proyectos implementados por ASOMUPRO y de esta manera ellos puedan garantizar un mejor servicio a las beneficiarias que han adquirido su proyecto de biodigestores y cocinas mejoradas.

#### **Etapa 4. Ordenamiento de la información**

En esta etapa se llevó a cabo el procesamiento de la información contenida en la encuesta registrada en una base de datos diseñada en el programa Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) versión 25 y posteriormente se utilizó el programa Microsoft Excel para elaborar cuadros y gráficos. En el caso de las entrevistas fueron grabadas y transcritas en el documento y algunas de las consideraciones emitidas por beneficiarias y técnicos son narraciones inéditas.

## **VII. RESULTADOS Y DISCUSIONES**

En este apartado se abordará los resultados obtenidos acerca de la evaluación de los proyectos energéticos, biodigestores y cocina mejorada implementados por ASOMUPRO en comunidades el Arenal, Sabana y Salamanca de los municipios de Jícaro y Mozonte, esta etapa se elaboró en base a los objetivos específicos de la investigación.

### **OE1: Evaluar los efectos ambientales, sociales y económicos del uso de los sistemas y su impacto en la calidad de vida de las beneficiarias del proyecto.**

En este acápite se abordan los resultados obtenidos de los biodigestores a través de la aplicación de la encuesta. Ver anexo 8

#### **Ambiental**

##### **Disminución de la contaminación medioambiental.**

Según Pinos Rodríguez (2012), el agua es contaminada por excretas ganaderas directamente a través de escurrimientos, infiltraciones y percolación profunda en las granjas, e indirectamente por escorrentías y flujos superficiales desde zonas de pastoreo y tierras de cultivo. El nitrógeno es abundante en el estiércol, y está relacionado con la contaminación de aguas subterráneas por la lixiviación de nitrato a través del suelo, mientras que el fósforo del estiércol está relacionado con la contaminación de aguas superficiales.

Las beneficiarias de las comunidades El Arenal y Sabana Grande, quienes fueron parte principal de la encuesta aseguran en un 100% que al utilizar biodigestor, se disminuye la contaminación al medio ambiente expresando que las excretas de porcino y bovino ya no son un problema si no un beneficio porque se produce biogás y también se obtiene abono orgánico.

#### **Social**

##### **Importancia de la utilización del biodigestor**

De acuerdo a Civilgeeks (2015) su importancia radica en el aprovechamiento de los desperdicios para producir energía renovable y de bajo costo. El fertilizante que se produce es excelente y tal vez más fácil de aprovechar que el gas. El biodigestor procesa los residuos orgánicos y acumula en un compartimento todo el gas obtenido, es lo que se denomina comúnmente biogás siendo

absolutamente apto para abastecer cualquier artefacto que se tenga en la casa o en el campo, como: cocina, horno, estufas, lámparas o cualquier otro que funcione con gas envasado o de red.

El 100% de las beneficiarias encuestadas de la comunidad El Arenal y Sabana Grande respondieron que es muy importante el empleo del biodigestor en sus actividades cotidianas porque mediante este sistema han mejorado su situación económica porque lo antes invertía en comprar leña ahora se ahorra, también se disminuye la contaminación al medio ambiente y de esta manera se reduce los brotes de enfermedades producidos por las excretas.

### **Grado de satisfacción con el uso del biodigestor**

Según Clava Gonzáles (2009), la satisfacción se entiende como la razón, acción o modo con que se sosiega y responde enteramente a una queja, sentimiento o razón contraria. Nuestra sensación de estar satisfecho, la reducimos, por tanto, a lo que nos es grato, próspero o bien nos conduce a sentirnos complacidos o simplemente contentos. Con relación al grado de satisfacción el 100% de las beneficiadas de las comunidades respondieron que están muy satisfechas con el uso de biodigestores porque les ha funcionado muy bien y ha mejorado su sistema de trabajo.

### **Calidad del biodigestor**

Las opiniones sobre la calidad de los sistemas son positivas por parte de las encuestadas, consideran que la calidad del sistema (Biodigestor Domo Fijo) es muy bueno, ya que el sistema ha suplido sus necesidades en las actividades que se emplean y no han tenido problemas con el uso y manejo de este.

### **Adaptación a la nueva tecnología de biodigestores**

Las beneficiadas de las comunidades El Arenal y Sabana Grande expresaron que al principio les costó adaptarse a la nueva tecnología, debido a que ellas no tenían conocimiento sobre estos sistemas y también porque al principio el primer sistema instalado en una de la vivienda de la beneficiada que era de tipo tubular no funcionó y ella temían que el nuevo proyecto (biodigestor Domo Fijo) no funcionara.

## **Adquisición del biodigestor**

De acuerdo a Benítez Cascajares (2011), un proyecto es “una iniciativa temporal que se pone en marcha para crear un producto o servicio único”. De manera alternativa, un proyecto se puede ver como un conjunto bien definido de tareas o actividades que deben realizarse para cumplir las metas del proyecto. El proyecto fue beneficiado por la organización ASOMUPRO, las mujeres que obtuvieron su biodigestor pagaron el 30% del costo total del sistema.

## **Reducción del consumo de leña**

El 100% de la encuestada en la comunidad el Arenal y Sabana Grande dijeron que se ha disminuido el consumo de leña, ahorrando aproximadamente 1,000 córdobas por mes mediante el empleo de biogás para la cocción de alimentos por otra parte indicaron que antes gastaba tres carretadas de leña cuando cocinaban en el fogón tradicional, ahora solo utiliza una carretada y media para la preparación de sopas, cocción de frijoles entre otros.

## **Salud**

### **Impacto en la salud con el aprovechamiento de los desechos (porcino y bovino) por medio del biodigestor**

Se reduce el riesgo de transmisión de enfermedades, ya que al reciclar en conjunto las excretas animales en biodigestores que operan en rangos de temperatura interna entre 30 °C y 35 °C es posible destruir hasta el 95% de los huevos de parásitos y casi todas las bacterias y protozoarios causantes de enfermedades gastrointestinales. (UNIVERSO PORCINO, 2011). Los resultados obtenidos mediante la aplicación de las encuestas fueron de un 100% para la comunidad El Arenal y Sabana Grande, indicando en ambas comunidades que el aprovechamiento de los desechos de las excretas, porcino y bovino tiene un impacto bueno en la salud, considerándose que al aprovechar estos desechos se disminuye la contaminación al aire, agua y alimentos, por ende, las enfermedades en la familia beneficiada y en la población se reducen.

A continuación, se describen los resultados obtenidos mediante la aplicación de las encuestas realizadas a las beneficiadas de las cocinas mejoradas. Ver anexo 7

## **Ambiental**

### **Recolección de leña**

Para González J. , ( 2013) Cocinar con leña es una de las formas más difundidas de preparar los alimentos. Según “The Global Alliance for Clean Cookstoves”, en Nicaragua el 56,5% de la población tanto en el área rural (91,8%) como urbana (31,4%) cocina con este tipo de combustible. Tanto es así, que según el Ministerio de Energía y Minas (MEM) la leña ocupa el 45,8% del consumo final de energía del país, y ésta es utilizada casi exclusivamente en los hogares para la cocción de alimentos. La forma de cocción tradicional consiste en un fuego.

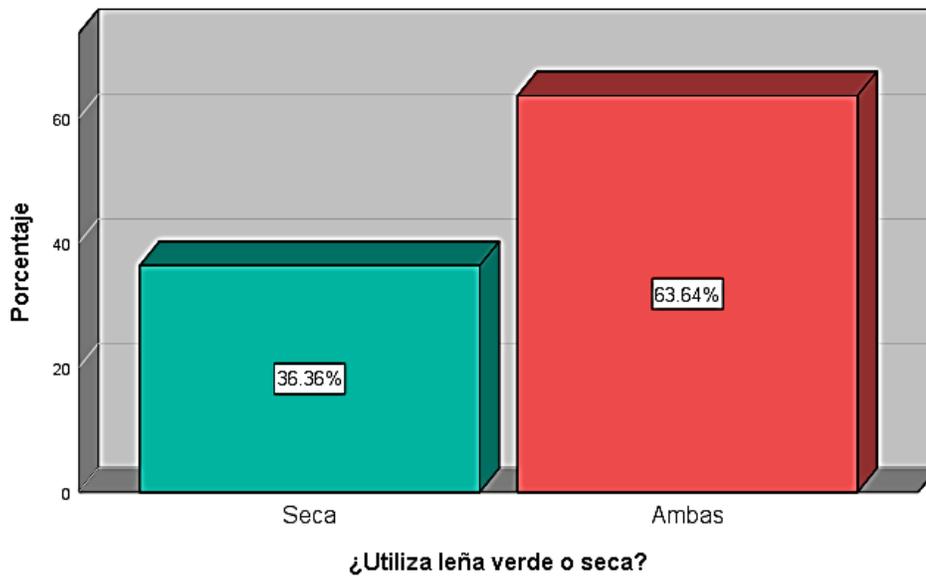
Según las encuestas realizadas el 100% de las mujeres beneficiadas respondieron que tanto los varones como las mujeres realizan la actividad de la recolección de leña. Este resultado demuestra que en la mayoría de las familias todos se encargan de la recolección de leña, tomando en cuenta que el hombre trabaja al campo y las mujeres son ama de casa, pero siempre colaboran con esta actividad.

### **Procedencia de la leña**

Las familias encuestadas de la comunidad Salamanca respondieron que una parte de la leña la compran a personas que se dedican al corte y venta de leña y otra parte la recogen en zonas cercanas a sus hogares o en terrenos propios.

### **Tipo de leña utilizada**

El grafico (1) muestra que las 11 familias encuestadas en la comunidad Salamanca, el 63.64% de ellas, que corresponden a 4 beneficiadas utilizan leña verde y seca expresando que se les hace difícil buscar solo un tipo de leña y el 36.36% utiliza sólo leña seca en la cocción de alimentos.

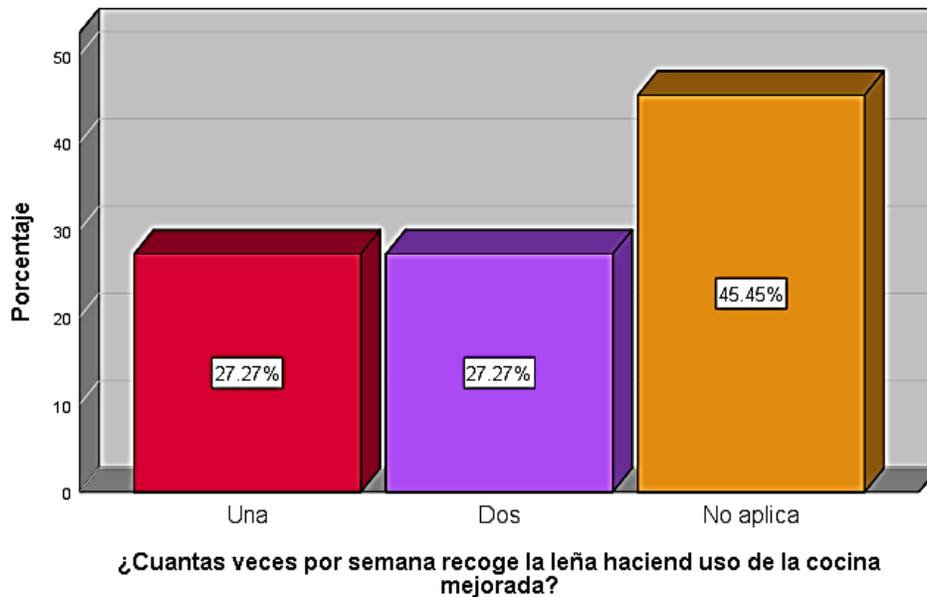


**Gráfico 1:** Tipo de leña utilizada

**Fuente:** Elaboración propia

### **Tiempo invertido en recoger leña haciendo uso de la cocina mejorada**

El gráfico (2) indica que el 45.5% de las encuestadas no aplica a esta actividad porque no hicieron uso de las cocinas mejoradas, porque optaron a seguir usando el fogón tradicional, el 27.27% que corresponde a las mujeres que se dedican al negocio de tortillería y comedores lo hacen dos veces por semana y el 27.27% realiza la actividad de recolección de leña una vez por semana esto en el caso de las mujeres que tienen su cocina de uso doméstico. Así mismo ellas afirmaron que esta actividad se realizaba de 4 o más veces por semana cuando hacían uso del fogón tradicional. Asegurando que al hacer uso de la cocina mejorada reduce el tiempo en recoger la leña.



**Gráfico 2:** Recolección de leña por semana haciendo uso de cocina mejorada

**Fuente:** Elaboración propia

## Social

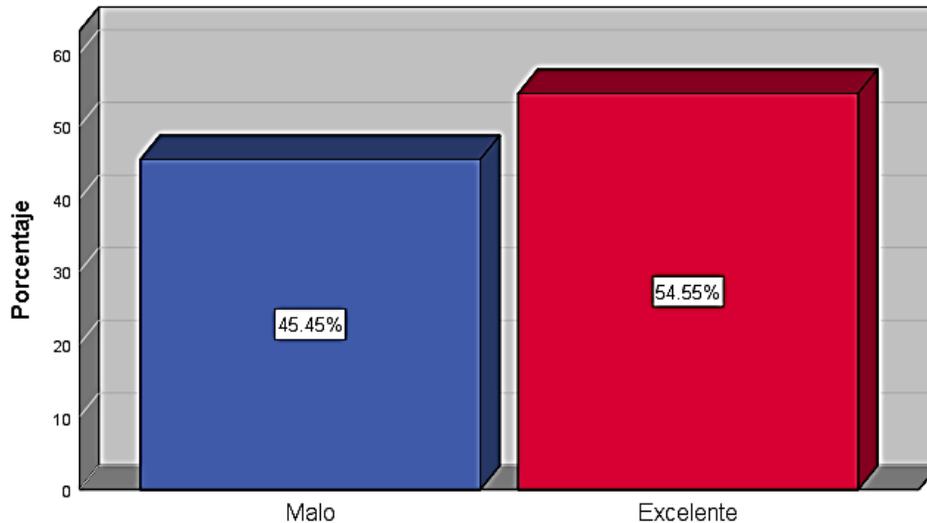
### Adquisición de la cocina mejorada

De acuerdo a Benítez Cascajares (2011), un proyecto es “una iniciativa temporal que se pone en marcha para crear un producto o servicio único”. De manera alternativa, un proyecto se puede ver como un conjunto bien definido de tareas o actividades que deben realizarse para cumplir las metas del proyecto. Las encuestas de la comunidad Salamanca indicaron que las cocinas mejoradas fueron beneficiadas por ASOMUPRO, sin embargo, dieron un 30% del valor total del sistema.

### Calidad el sistema

El gráfico (3) refleja que el 54.55% de las beneficiarias encuestadas respondieron que la calidad del sistema es muy eficiente porque reduce el consumo de leña, no hay quemaduras, y sobre todo mantiene el calor, ya no hay humo en el interior de la cocina, y los problemas respiratorios han disminuido en la familia. En cambio, el 45.45% de las mujeres indican que la cocina mejorada no

trae ningún cambio es igual que el fogón tradicional esto se debe a varios factores primero porque el diseño en unos casos no fue ejecutado adecuadamente y en otros las beneficiarias no pudieron adaptarse al cambio de tecnología y optaron por el fogón tradicional.



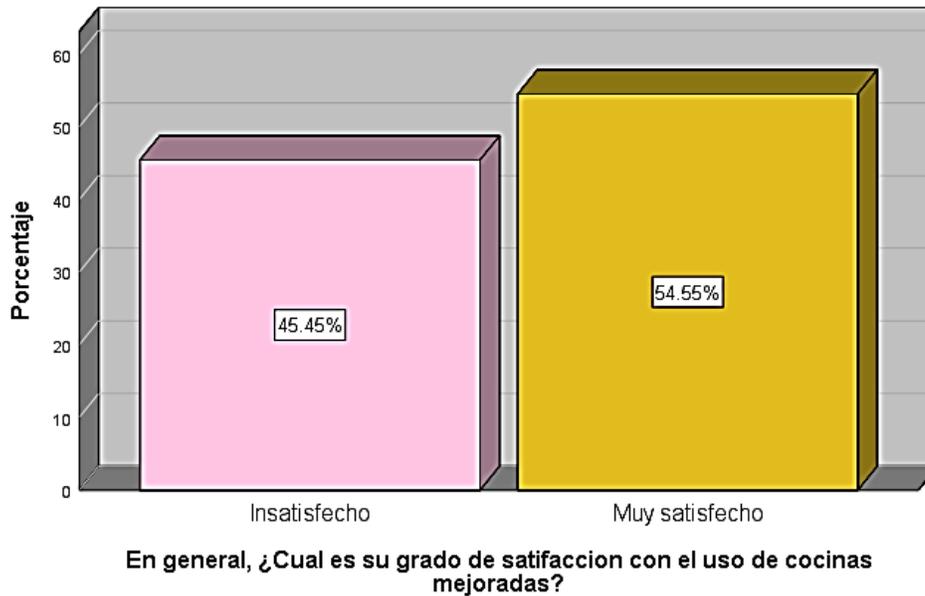
¿Como considera la calidad del sistema de cocinas mejoradas?

**Gráfico 3:** Calidad de las cocinas mejoradas

**Fuente:** Elaboración propia

### Grado de satisfacción

Según Clava González (2009), la satisfacción se entiende como la razón, acción o modo con que se sosiega y responde enteramente a una queja, sentimiento o razón contraria. Nuestra sensación de estar satisfecho, la reducimos, por tanto, a lo que nos es grato, próspero o bien nos conduce a sentirnos complacidos o simplemente contentos. Con relación al grado de satisfacción el 54.55% de las mujeres beneficiadas de la comunidad Salamanca expresan estar muy satisfechas con el uso de cocinas mejoradas debido a los cambios que han experimentado, mientras que el 45.45% se mostró insatisfecho porque expresan que la cocina mejorada no calentaba, en otras ocasiones la cocina fue mal construida y por ende decidieron dañarla. Gráfico (4)



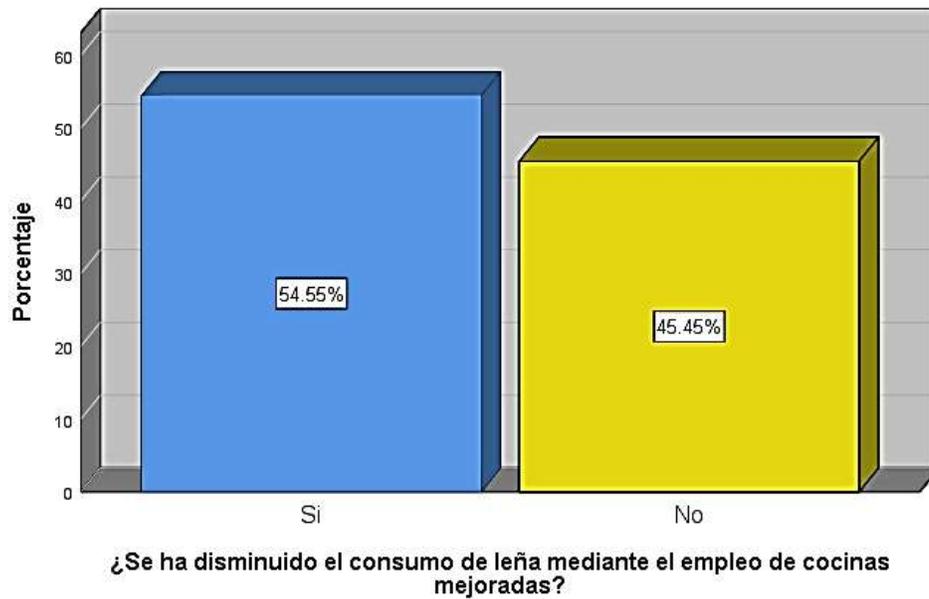
**Gráfico 4:** Grado de satisfacción mediante el uso de cocinas mejoradas

**Fuente:** Elaboración propia

## Económico

### Reducción del consumo de leña

Según González J. , (2013) la promoción y difusión de cocinas mejoradas tienen un alto impacto socioeconómico y ambiental, dado que tiene el potencial de disminuir significativamente la deforestación y la degradación de los bosques en Nicaragua, contribuyendo a mitigar el cambio climático, la degradación de suelos y aumentando la captación de aguas en las áreas de extracción de leña. Según los datos obtenidos muestra que el 54.55% de las mujeres encuestadas de la comunidad Salamanca dijeron que con el uso de las cocinas mejoradas ahorran más combustible (leña), porque antes consumían 3 cargas de leña al mes que equivalen a 300 rajas, ahora se ha reducido en 2 cargas de leña al mes que equivalen a 200 rajas ahorrando C\$700 mensuales, mientras el 45.45% indican que no han tenido ningún cambio debido a que no les dieron uso a las cocinas mejoradas. Gráfico (5)



**Gráfico 5:** Disminución del consumo de leña

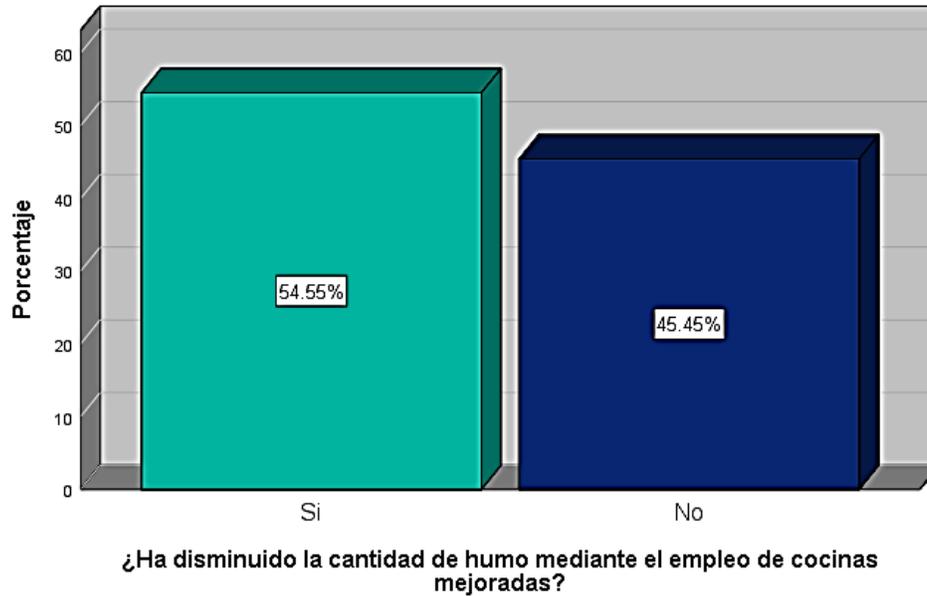
**Fuente:** Elaboración propia

## Salud

### Disminución del humo en el interior de la cocina

De acuerdo a Gonzáles García, Torres, & Garcia (2016), alrededor del 40% de la población mundial sigue utilizando combustibles sólidos, entre ellos la leña, para cocinar o calentar sus hogares. La exposición crónica al humo de leña es un factor de riesgo para el desarrollo de enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC). En algunas zonas del mundo este factor puede ser más importante que la exposición al humo de tabaco, generalmente inhalado como humo de cigarrillo, como causa de EPOC.

Los resultados indican que el 54.55% de las beneficiarias que tienen cocinas mejoradas aseguran que existe disminución de humo dentro de sus viviendas y también expresan que la cocina se mantiene más aseada esto se debe a que la cocina cuenta con una chimenea que expulsa el humo hacia el exterior, en cambio un 45.45% indican que no hay disminución de humo en el interior de la casa, siendo estas las mujeres que dañaron las cocinas mejoradas y usan el fogón tradicional. Gráfico (6)

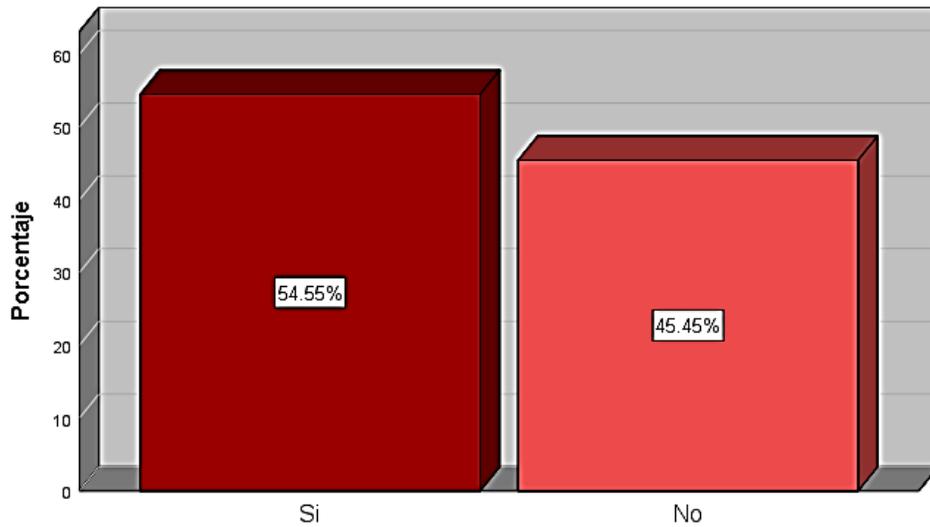


**Gráfico 6:** Disminución del humo

**Fuente:** Elaboración propia

### **Reducción de las quemaduras durante el cocinado**

En el gráfico (7), se refleja que el 54.55% de las encuestadas afirman que las quemaduras durante el tiempo de preparación de alimentos han disminuido esto, debido a la ventaja que presenta el diseño de la cocina, toda la combustión se da internamente no hay llamas en el exterior, porque encima de esta se sobrepone una superficie de metálica que queda bien ajusta y no permite la salida de las llamas, el 45.45% no ha visto ningún cambio porque siguen usando el fogón tradicional.



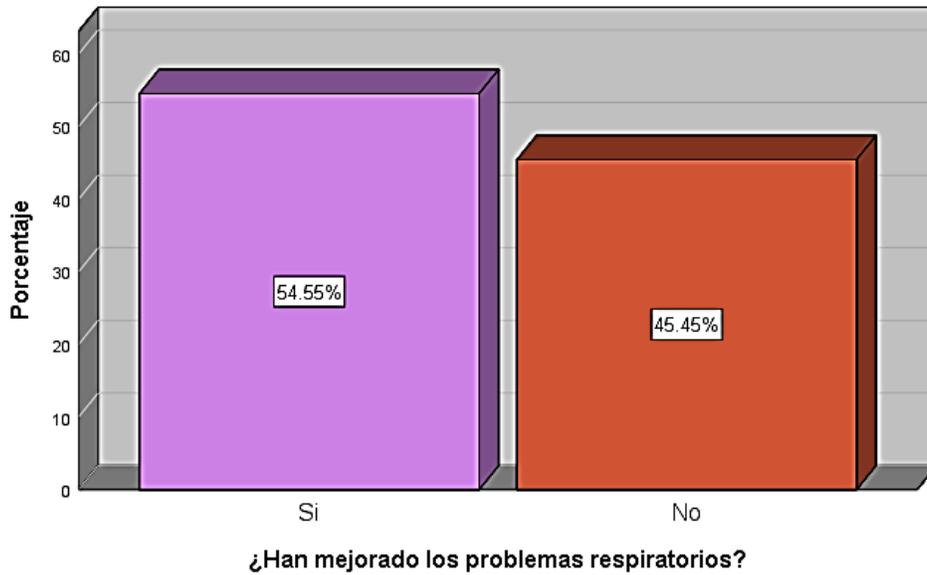
¿Ha reducido las quemaduras mediante el cocinado?

**Gráfico 7:** Reducción de quemaduras

**Fuente:** Elaboración propia

### Problemas respiratorios

El uso del carbón duplica el riesgo de cáncer de pulmón, en particular en las mujeres. Además, algunos estudios han vinculado la exposición al humo en el interior de las viviendas con asma, cataratas, tuberculosis, resultados adversos del embarazo, en particular el peso bajo al nacer, cardiopatía isquémica, enfermedad pulmonar intersticial y cáncer nasofaríngeo y laríngeo. (OMS, 2007). Un 54.55% de las familias encuestas manifestaron que, así como ha disminuido el humo en el interior de la vivienda, los problemas respiratorios se han reducido tanto en los adultos como en los niños, el 45.45% expresaron no haber disminución en los problemas respiratorios debido a que optaron por el fogón tradicional. Gráfico (8)



**Gráfico 8:** Reducción de los problemas respiratorios

**Fuente:** Elaboración propia

Entre los métodos empleados para el recode de la información durante el viaje realizados en las tres comunidades Arenal, Sabana Grande y Mozonte fueron entrevistas con las beneficiarias y técnicos de cada proyecto que en su momento fueron grabadas para obtener información veraz y objetiva. A continuación, se presentan las preguntas que se le hicieron a las beneficiarias y técnicos de ASOMUPRO. Ver anexos 3, 4, 5 y 6.

### **Entrevista realizada a las beneficiarias de los biodigestores. Ver anexo 5**

#### **Ambiental**

#### **Utilización del bioabono producido por el biodigestor.**

R1. Si, lo utilizo para abonar y fumigar los siembros como los frijoles. Así me ahorro también de comprar fertilizantes.

R2. Sacamos bastante biol, pero no lo utilizamos por que no sabíamos si se podía utilizar para abonar porque nosotros pensamos que era muy fuerte para las plantas entonces todo el biol que recogíamos lo votamos.

**Social**

**Capacitación sobre el uso y manejo del biodigestor**

R1. No solamente, cuando me lo instalaron me dieron las recomendaciones de cómo lo tenemos que utilizar.

R2. No, el único que recibió orientaciones fue mi hijo y el me explico cómo debo trabajar con el uso del biodigestor.

**Económico**

**Beneficios que tienen con el uso del biodigestor.**

R. El uso del biodigestor nos ha traído muchos beneficios para toda la familia porque antes para cocinar utilizaba fogón y gastaba mucho dinero porque tenía que comprar la leña y ahora lo que se gastaba en leña se ahorra, también el ambiente se mantiene más limpio ya no hay humo en la cocina y también han disminuido los malos olores que antes de no tener el biodigestor se producían porque las heces de los animales estaban por todo el patio.

**Entrevista dirigida a los técnicos de ASMUPRO de biodigestores. Ver anexo 6**

**Social**

**Razón que los motivo a implementar el proyecto de biodigestores**

R. En una de las productoras había una necesidad, tenía un problema con los desechos sólidos de los cerdos y para ella era un problema porque los desechos iban a para una quebrada que queda cerca de la casa, también tenía problemas con el hedor que emanaban las heces. Entonces con esta productora se decidió aprovechar este recurso, se resolvió el problema de sanidad, lo que antes era un problema para ella ahora se había convirtió en una oportunidad para generar biogás.

**Inicio del proyecto con las beneficiarias**

R. En principio fue detectar las condiciones para poder desarrollar esta tecnología en base a las condiciones que tenía cada uno se diseñó el tamaño del biodigestor. Con respecto a la construcción del biodigestor se contrató a un personal de Managua que ya tenía experiencia en hacer este tipo de biodigestor Domo Fijo.

**Capacitación sobre el uso y mantenimiento del biodigestor**

R. A las beneficiarias se les han dejado manuales con recomendaciones básicas para el uso del biodigestor que han adquirido técnicos de ASOMUPRO mediante capacitaciones con otras organizaciones como el RIGE, ASOFÉNIX entre otras.

**Económico**

**Limitantes que enfrentaron en la implementación del proyecto**

R. El costo por supuesto es alto, pero a través de la organización las beneficiarias tuvieron la oportunidad para adquirir el sistema porque solo pagan el 30% de la totalidad del proyecto.

En la parte técnica es una tecnología que nosotros no manejamos debido que no, nos hemos capacitado bien en energía renovables.

**Salud**

**Calidad de vida con el uso de biodigestores**

R. Sí, la cocina se mantiene más aseada, mejora la salud de la mujer y de su familia, en la preparación de los alimentos se invierte menos tiempo, menos contaminación al medio ambiente en general el impacto es positivo.

**Entrevistas realizadas a las beneficiarias de las cocinas mejoradas. Ver anexo 3**

**Ambiental**

**Consumo de leña por semana usando cocina mejorada**

R. Usando cocina mejorada gastamos una carga de leña al mes aproximadamente y usando el fogón tradicional gastábamos dos o más cargas de leña dependiendo del tamaño de esta

**Social**

**Adaptación de la tecnología**

R. Nos costó un poco adaptarnos a la tecnología de cocina mejorada porque estábamos acostumbradas a ver una llama grande y a usar bastante leña. Con el uso de las cocinas mejoradas

nos fijamos que tarda un poco en calentar, pero una vez que iniciaba a calentarse pasamos bastante tiempo con dos rajitas de leña cocinando.

### **Económico**

#### **Disminución del consumo de leña**

R. Mediante el uso de cocinas mejoradas se ha reducido el consumo de leña porque solo ocupamos de dos a tres palos de leña, esto quiere decir que la carga de leña nos dura más en comparación al fogón tradicional.

### **Salud**

#### **Calidad de vida con el uso de cocinas mejoradas**

R. De acuerdo a los beneficios que se obtienen usando cocina mejorada nuestra calidad de vida ha mejorado porque hay menos riesgos de enfermarse, ha disminuido el humo en el interior de la cocina, el ambiente es más limpio no hay hollín y las paredes no están sucias, los niños se enferman menos en lo que respecta a las enfermedades respiratorias.

#### **Entrevista dirigida a técnicos de ASOMUPRO de cocinas mejoradas. Ver anexo 4**

### **Social**

#### **Razón que los motivó a implementar el proyecto de cocinas mejoradas**

R. Para implementar este proyecto miramos que es una tecnología que trae muchos beneficios con respecto a la reducción del consumo de leña en comparación con el fogón tradicional y se reduce la tala de árboles y esto contribuye a la conservación de los árboles.

#### **Inicio del proyecto con las beneficiarias**

R. Es una organización que trabaja solo con mujeres de las comunidades rurales, hacemos un estudio de las personas que quieren ser beneficiadas con el proyecto de acuerdo a eso se asocian o se afilian primeramente a la organización y así cuentan con el proyecto en este caso cocinas mejoradas.

#### **Principales limitantes que se enfrentaron en la implementación del proyecto**

R. Principalmente es la resistencia al cambio porque las mujeres estaban acostumbradas al fogón tradicional y ellas tiene miedo o duda de probar algo diferente y la certidumbre de invertir algo que no vaya a funcionar.

## **Salud**

### **Calidad de vida con el uso de cocinas mejoradas**

R. Considero que si porque se reduce la contaminación con el humo en el interior de la cocina y la mujer que es la que pasa más tiempo cocinando se enferma menos.

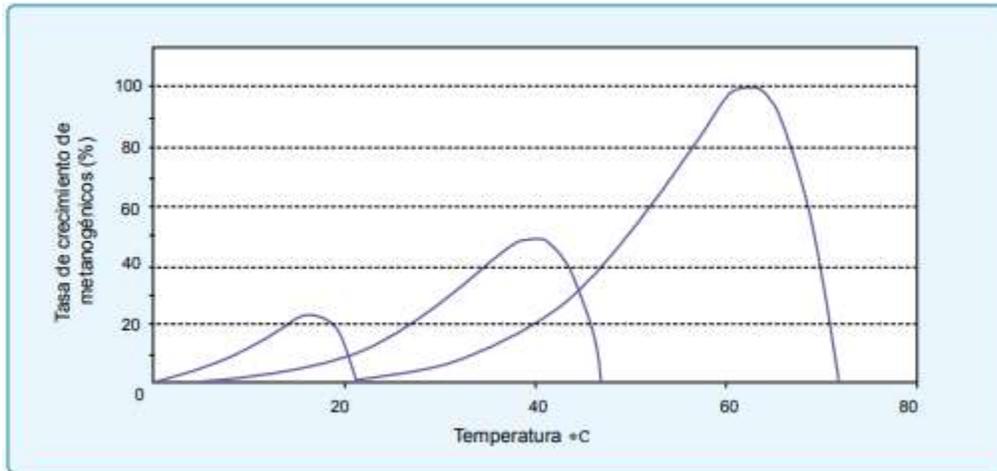
**OE2: Determinar condiciones y parámetros de funcionamiento de los sistemas biodigestores y cocinas mejoras implementados en las comunidades de arenales, sabana grande y salamanca.**

### **Condiciones de funcionamiento de un biodigestor.**

#### **Temperatura**

Los procesos anaeróbicos, al igual que muchos otros sistemas biológicos, son fuertemente dependientes de la temperatura. La velocidad de reacción de los procesos biológicos depende de la velocidad de crecimiento de los procesos biológicos depende de la velocidad de crecimiento de los microorganismos involucrados que, a su vez, dependen de la temperatura. A medida que aumenta la temperatura, aumenta la velocidad de crecimiento de los microorganismos y se acelera el proceso de digestión, dando lugar a mayores producciones de biogás.

La temperatura de operación del digestor, es considerada uno de los principales parámetros de diseño, debido a la gran influencia de este factor en la velocidad de digestión anaeróbica. Las variaciones bruscas de temperatura en el digestor pueden gatillar la desestabilización del proceso. Existen tres rangos de temperaturas en los que pueden trabajar los microorganismos anaeróbicos: psicrófilos (por debajo de 25°C), mesófilos (entre 25 y 45 °C) y termófilos (45 y 65°C) siendo la velocidad máxima específica de crecimiento ( $\mu_{max}$ ) mayor, conforme aumenta el rango de temperatura. Dentro de cada rango de temperatura, existe un intervalo para el cual dicho parámetro se hace máximo, determinando así la temperatura de trabajo óptima en cada uno de los rangos posibles de operación. (Varnero Moreno, 2011)



**Figura 19:** Tasa de crecimiento relativo de microorganismos psicrófilos, mesofílico y termofónicos

**Fuente:** (Varnero Moreno, 2011)

| Fermentación  | Mínimo   | Óptimo  | Máximo  | Tiempo de fermentación |
|---------------|----------|---------|---------|------------------------|
| Psycrophilica | 4-10 °C  | 15-18°C | 20-25°C | Sobre 100 días         |
| Mesophilica   | 15-20 °C | 25-35°C | 35-45°C | 30-60 días             |
| Thermophilica | 25-45°C  | 50-60°C | 75-80°C | 10-15 días             |

**Tabla 6:** Rangos de temperaturas y tiempo de fermentación anaeróbica

**Fuente:** (Varnero Moreno, 2011)

| Materiales         | Mesofílico (35°C)<br>m <sup>3</sup> /día | Ambiente (8 – 25°C)<br>m <sup>3</sup> /día |
|--------------------|--|--|
| Estiércol de cerdo | 0,42                                     | 0,25 - 0,3                                 |
| Estiércol de vaca  | 0,3                                      | 0,2 - 0,25                                 |

**Tabla 7:** Rendimiento del gas con materiales empleados comúnmente a diferentes temperaturas.

**Fuente:** (Tamayo, 2009)

**Tiempo de retención hidráulica (TRH)**

El tiempo de retención hidráulico (TRH) es el tiempo de permanencia de la biomasa en el interior del digestor hasta su descarga. El TRH para digestores de carga continua coincide con el tiempo de permanencia de la biomasa en el interior del digestor. En sistemas de digestión continua y semi-continua el tiempo de retención (TRH) se define de la división entre el volumen del digestor y el volumen de la carga diaria. (Tamayo, 2009)

$$\tau = \frac{V}{\dot{V}} \quad \text{Ec. 4}$$

Donde:

$\tau$ : Tiempo de retención hidráulico

V: Volumen del digestor

$\dot{V}$ : Volumen de la carga diaria

| Región<br>Características | Temperatura (°C) | Tiempo de retención (días) |
|---------------------------|------------------|----------------------------|
| Trópico                   | 30               | 15                         |

**Tabla 8:** Tiempo de retención según la temperatura

**Fuente:** (Moreyra Toala, 2013)

**Tiempos de digestión anaerobia en materia prima**

| Materia prima             | T.D          |
|---------------------------|--------------|
| Estiércol vacuno líquido  | 20 a 30 días |
| Estiércol porcino líquido | 15 a 25 días |

**Tabla 9:** Tiempo de digestión según la materia

**Fuente:** (Otlica, 2012)

### **Rangos de pH y alcalinidad**

Para que el proceso se desarrolle satisfactoriamente, el pH no debe bajar de 6.0 ni subir de 8.0. El valor del pH en el digestor no solo determine la producción de biogás si no también su composición. Una de las consecuencias de que se produzcan un descenso del pH a valores inferiores a 6 es que el biogás es muy pobre en metano y, por tanto tiene menores cualidades energéticas (Varnero Moreno, 2011)

Según estudios realizados por Sotelo, Casco, & Lira (2016), los valores promedios de pH encontrados para los sustratos de porcino y bovino son:

| <b>Biodigestores</b> | <b>pH</b> |
|----------------------|-----------|
| Cerdo                | 6.52      |
| Ganado               | 6.60      |

**Tabla 10:** Valores promedios de pH

**Fuente:** Elaboración propia

### **Estiércol disponible**

El estiércol fresco es la mejor materia prima utilizada para la producción de biogás. El estiércol con mayor capacidad de generación de biogás es el porcino pero el estiércol más utilizado y que ha dado buenas respuestas es el vacuno, por ser un estiércol equilibrado en su composición, además por animal se produce gran cantidad de estiércol, por lo tanto es más fácil recoger (Otlica, 2012).

$$ED = \frac{P \times E}{100} \quad \text{Ec. 5}$$

Donde:

ED: Estiércol disponible en kg/día

P: Peso del animal

E: Estiércol producido por cada 100kg de peso del animal

Para ser más específicos en la cantidad de estiércol disponible se pueden hacer monitoreo a una cabeza de ganado al día, sacar la media y multiplicar por el total de cabezas de ganado disponible en la finca.

### **Carga diaria**

El desecho orgánico debe diluirse en agua para poder alimentar el biodigestor y facilitar la acción de las bacterias anaeróbicas para que sea producir biogás, y fertilizante. La dilución recomendada actualmente es de 1:3 a 1:4 para evitar natas en el digestor que dificulten la salida del gas (Moreyra Toala, 2013) .

$$CD = CE + \text{agua} \quad \text{Ec. 6}$$

Donde:

CD= Carga diaria kg/L

CE= Cantidad de estiércol utilizable kg

### **Volumen del biodigestor**

El biodigestor se compone de dos zonas, la parte gaseosa donde se acumula el biogás generado por la biodigestión y la parte líquida que corresponde a la biomasa o sustrato, estas dos secciones componen el volumen total del biodigestor. El 25% corresponde a la parte gaseosa del total del biodigestor, mientras que la parte líquida corresponde al 75 % del mismo, de tal manera la suma total será la suma de ambos (Moreyra Toala, 2013) .

$$VD = VL + VG \quad \text{Ec. 7}$$

Donde

VD: Volumen del digestor

VL: Volumen del líquido

VG: Volumen del gas

Para calcular el volumen que corresponde a la parte líquida, se multiplica el tiempo necesario para la degradación del material orgánico por la carga diaria de estiércol, este tiempo de retención depende exclusivamente de la temperatura del lugar donde esté instalado el biodigestor (Moreyra Toala, 2013) .

$$VL = CD \times TR \quad \text{Ec. 8}$$

Donde:

VL: Volumen del liquido

CD: Carga diaria

TR: Tiempo de retención

El volumen gaseoso se calcula a partir del volumen líquido, siendo una tercera parte de este ultimo

$$VG = \frac{VL}{3} \quad \text{Ec. 9}$$

Donde:

VG: Volumen del gas

VL: Volumen del líquido

**Sustitución de valores en las ecuaciones anteriormente descritas.**

**Cálculos para el biodigestor de excretas porcinas.**

| <b>Etapas de crecimiento</b> | <b>Estiércol Promedio (kg/d)</b> | <b>Estiércol + Orina (kg/d)</b> | <b>Volumen (l/d)</b> |
|------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|----------------------|
| Hembra vacía                 | 3.6                              | 11                              | 16                   |
| Hembra lactante              | 6.4                              | 18                              | 27                   |
| Lechón Lactante              | 0.35                             | 0.95                            | 1.4                  |
| Macho reproductor            | 3                                | 6                               | 9                    |
| Engorda (30-60 kg)           | 2.3                              | 4.9                             | 7                    |
| Finalización (60-100 kg)     | 2.3                              | 4.9                             | 7                    |

**Tabla 11:** Cantidad de excretas por edades

**Fuente:** (Fernando Aguilar, 2003)

| Ítem | Etapa de crecimiento | Est. orina<br>Kg/día | Cantidad<br>cerdos | Total<br>Kg/día |
|------|----------------------|----------------------|--------------------|-----------------|
| 1    | Hembra vacía         | 3.6                  | 4                  | 14.4            |
| 3    | Hembra lactante      | 6.4                  | 3                  | 19.2            |
| 4    | Lechón lactante      | 0.35                 | 6                  | 2.1             |
| 5    | Macho reproductor    | 3                    | 2                  | 6               |
|      | <b>Total</b>         |                      |                    | <b>41.7</b>     |

**Tabla 12:** Producción teórica diaria de excretas según el tipo de cerdo en la comunidad El Arenal

**Fuente:** Elaboración propia

### **Cálculos a partir de las excretas de porcino y bovino**

- Carga diaria

$$CD = CE + \text{agua}$$

$$CD = 41.7 \text{ kg} + 19 \text{ litros} = 60.7 \text{ kg/L}$$

- Volumen del digestor

$$VL = CD \times TR$$

$$VL = 60.7 \times 20 = 1214 \text{ m}^3$$

- Volumen del gas

$$VG = \frac{VL}{3}$$

$$VG = \frac{1214}{3} = 404.6 \text{ m}^3$$

- Volumen del digestor

$$VD = VL + VG$$

$$VD = 1214 + 404.6 = 1618.6m^3$$

**Cálculos con datos teóricos para el biodigestor de excretas bobinas**

| Animal       | Deyecciones producidas<br>(orina heces kg/día) |
|--------------|--|
| Ternero      | 7  |
| Vaca         | 28   |
| Vaca lechera | 45   |

**Tabla 13:** Cantidad promedio de deyecciones de bovino producidas por animal

**Fuente:** (Fernando Aguilar, 2003)

| Ítem | Animal       | Deyecciones producidas<br>(orina heces kg/día) | Cantidad de<br>animales | Total kg/día |
|------|--------------|--|-------------------------|--------------|
| 1    | Ternero      | 7  | 3                       | 21           |
| 2    | Vaca         | 28   | 4                       | 112          |
| 3    | Vaca lechera | 45   | 3                       | 135          |
|      | <b>Total</b> |  |                         | <b>268</b>   |

**Tabla 14:** Producción teórica de excretas bobinas para la comunidad Sabana Grande

**Fuente:** Elaboración propia

- Carga diaria

$$CD = CE + agua$$

$$CD = 268 \text{ kg} + 19 \text{ litros} = 287 \text{ kg/L}$$

- Volumen liquido

$$VL = CD \times TR$$

$$VL = 287 \times 20 = 5740 \text{ m}^3$$

- Volumen del gas

$$VG = \frac{VL}{3}$$

$$VG = \frac{5740}{3} = 1913.3 \text{ m}^3$$

- Volumen del digestor

$$VD = VL + VG$$

$$VD = 5740 + 1913.3 = 7653.3 \text{ m}^3$$

### **Parámetros de funcionamiento de cocinas mejoradas**

#### **WBT (WATER BOILING TEST)**

Prueba de Hervido de Agua este test está diseñado para calcular el rendimiento energético de la cocina en términos de transferencia de calor y eficiencia de la combustión. Permite determinar la eficiencia del proceso mediante el cual una cocina emplea la energía contenida en el combustible en calentar el agua en una olla. Para la realización de este test se hizo uso de la plantilla Excel. La prueba de hervido de agua consiste en calentar 1 litro de agua durante tres fases secuenciales en las que se anotará: tiempo que ha tardado en empezar a hervir, cuánta leña ha consumido para ello y cuánto carbón ha producido. Las fases en las que se divide una prueba de WBT son las siguientes:

**Fase 1 - Hervido en frío:** Se hacen hervir 1 litro de agua cuando el cuerpo de la cocina está frío (a temperatura ambiente).

**Fase 2 - Hervido en caliente:** Se hacen hervir 1 litro de agua, pero esta vez con el cuerpo de la cocina caliente.

**Fase 3 - Hervido a baja potencia:** Se hacen hervir con el mínimo fuego posible 1 litro de agua durante 45 minutos, manteniendo la temperatura del agua en 100° Celsius +/- 3°C. Ver anexo 17

### Pruebas de hervido de agua cocina mejorada

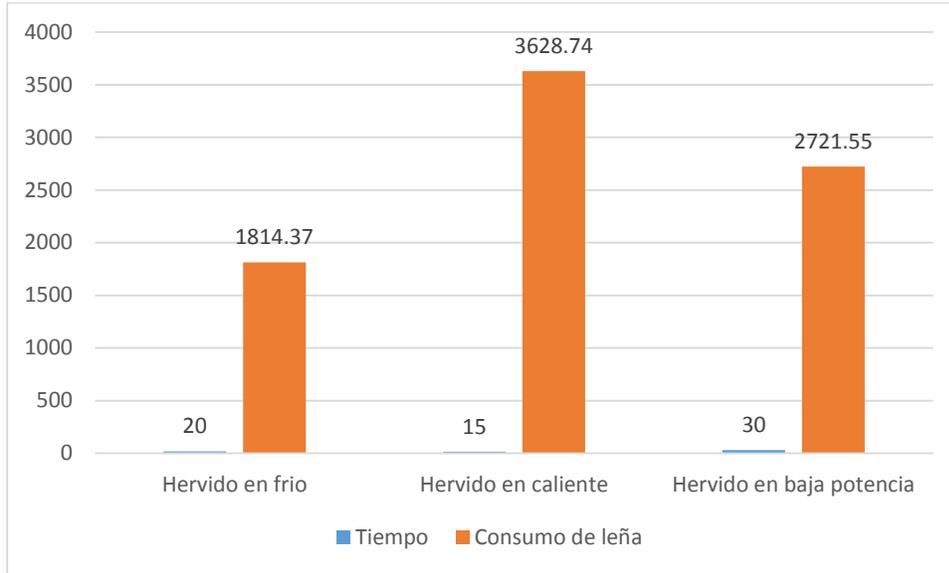


Gráfico 9: Prueba de hervido de agua en la cocina mejorada

Fuente: Elaboración propia

### Pruebas de hervido de agua fogón tradicional

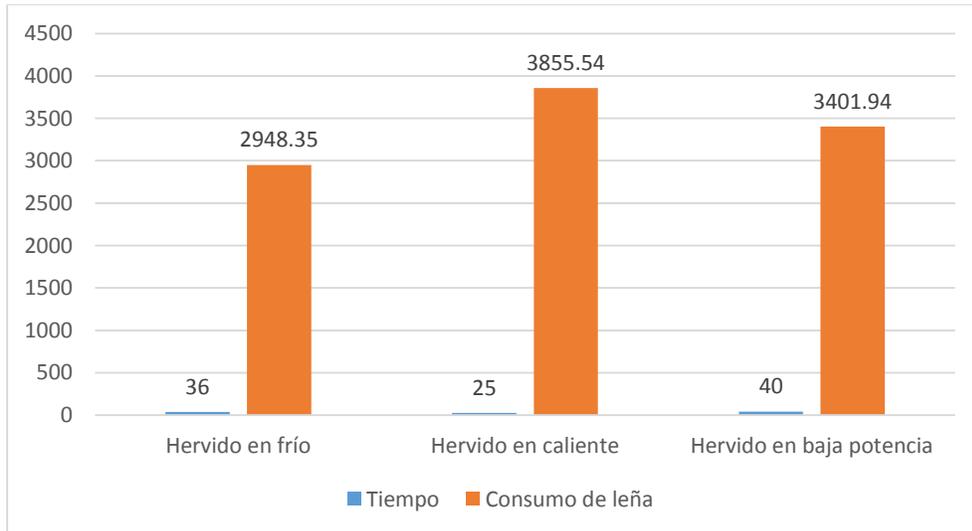


Gráfico 10: Prueba de hervido de agua en el fogón tradicional

Fuente: Elaboración propia

En esta prueba se procedió a realizar hervido de agua en tres procesos diferentes en ambas cocinas y la misma cantidad de leña 4535.92 gramos.

- Inicio frio. En esta fase se realizó el test en ambas cocinas con la misma cantidad de leña, pero se obtuvo una diferencia de 16 minutos donde la cocina mejorada obtuvo un mejor tiempo de hervido que la cocina tradicional.
- Inicio caliente. En esta etapa se hizo el mismo procedimiento con la diferencia que ambas cocinas ya habían estado usándose y se les añadió más combustible pero menos en la cocina mejorada y se obtuvo una diferencia de 10 minutos en el hervido siendo la cocina mejorada más eficiente al consumir menos combustible y tardar menos tiempo,
- Hervido lento. En este último paso se utilizaron sobras del combustible anterior de ambas cocinas la leña funcionó como si fuera carbón y se obtuvo una diferencia de 10 minutos hirviendo más rápido el agua en la cocina mejorada que en el fogón tradicional, esto se debe a que la cocina mejorada mantiene más el calor que el fogón tradicional hay más perdidas.

### **Huella ecológica**

Este cálculo se realizó con la diferencia del consumo de leña utilizando cocina mejorada y el fogón tradicional mediante el WBT (WATER BOILING TEST) se tomó como referencia el consumo de leña que se produjo en la etapa de hervido caliente en ambas cocinas resultando una diferencia de 226.8g más que consume el fogón tradicional, con este resultado se calculó la reducción de emisiones de kg CO<sub>2</sub> eq en una hoja de cálculo de Excel con valores de emisiones de combustibles ya establecidos resultando un valor de 190.16 kg CO<sub>2</sub> eq que se dejan de emitir haciendo uso de la cocina mejorada. Ver anexo 18

En base a este resultado podemos decir que con el uso de cocina mejorada se reduce la deforestación y emisiones de CO<sub>2</sub> de esta manera se contribuye a la conservación del medio ambiente.

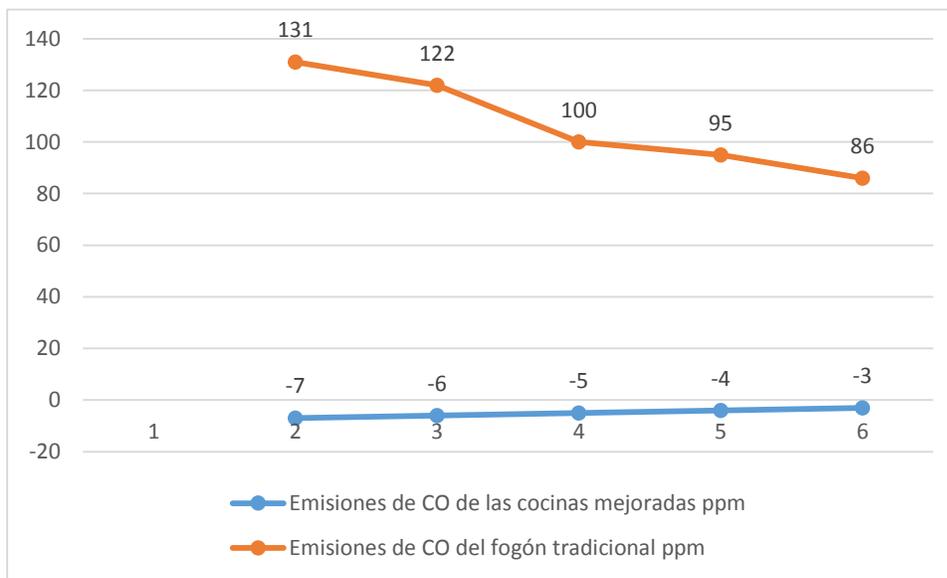
**Mediciones experimentales de monóxido de carbono CO de las cocinas mejoradas y fogón tradicional.**

Los valores guía (valores redondeados de ppm) y periodos ponderados de exposición se han determinado de tal modo que no se excede el nivel de 2,5% de COHb, ni siquiera cuando un individuo normal realiza ejercicio ligero o moderado. Los valores guía para el CO son 100 mg/m<sup>3</sup> (90 ppm) por 15 minutos, 60 mg/m<sup>3</sup> (50 ppm) por 30 minutos, 30 mg/m<sup>3</sup> (25 ppm) por una hora y 10 mg/m<sup>3</sup> (10 ppm) por 8 horas (OMS, 2004). Ver anexo 15

| Nº | Emisiones de CO de las cocinas mejoradas ppm | Emisiones de CO del fogón tradicional ppm |
|----|--|---|
| 1  | -007   | 131                                       |
| 2  | -006   | 122                                       |
| 3  | -005   | 100                                       |
| 4  | -004   | 095                                       |
| 5  | -003   | 086                                       |

**Tabla 15:** Emisiones de CO y temperatura exterior e interior de cocinas mejoradas

**Fuente:** Elaboración propia



**Gráfico 11:** Emisiones de CO de las cocinas mejoradas y fogón tradicional

**Fuente:** Elaboración propia

En el gráfico (11) muestra las emisiones de monóxido de carbono de las cocinas mejoradas y el fogón tradicional, se puede observar que las emisiones del fogón tradicional son mayores de 086 a 131ppm, mientras que en la cocina mejorada son menores de -003 a -007ppm esto se debe a que el fogón tradicional no posee chimenea y el humo se propaga en el interior de la vivienda. Estos datos fueron tomados con el medidor de monóxido de carbono marca Bk precisión durante media hora. Se observa una diferencia de 124 ppm de monóxido de carbono, esto nos indica que la emisión de CO en el interior de las viviendas de las cocinas mejoradas es menor respecto a las cocinas tradicionales. Según la guía de calidad del aire de la OMS (2004) las emisiones que produce la cocina mejorada está dentro de los rangos permisibles.

**Mediciones experimentales de temperaturas exteriores e interiores de cocinas mejoradas y fogón tradicional.**

| Nº | T° Ext .de cocina mejorada (°C) | T° Int. de cocina mejorada (°C) |
|----|---------------------------------|---------------------------------|
| 1  | 59                              | 895                             |
| 2  | 56                              | 886                             |
| 3  | 53                              | 870                             |
| 4  | 50                              | 794                             |
| 5  | 48                              | 682                             |

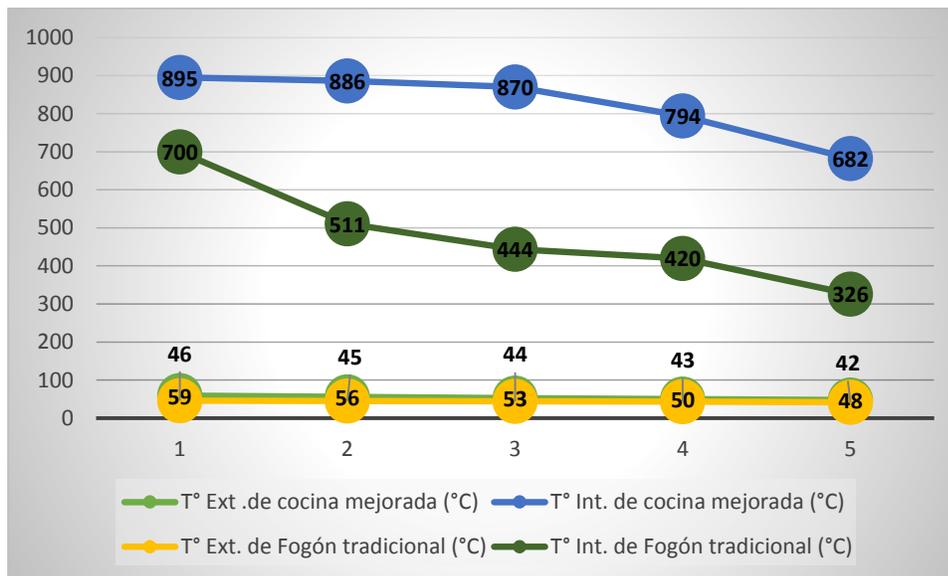
**Tabla 16:** Temperatura exterior e interior de la cocina mejorada

**Fuente:** Elaboración propia

| N° | T° Ext. de Fogón tradicional (°C) | T° Int. de Fogón tradicional (°C) |
|----|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 1  | 46                                | 700                               |
| 2  | 45                                | 511                               |
| 3  | 44                                | 444                               |
| 4  | 43                                | 420                               |
| 5  | 42                                | 326                               |

**Tabla 17:** Temperatura exterior e interior del fogón tradicional

**Fuente:** Elaboración propia



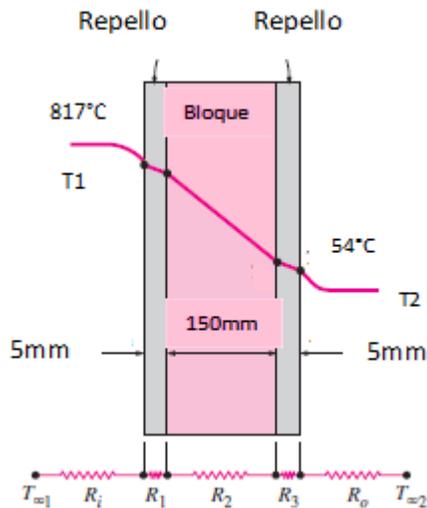
**Gráfico 12:** Temperatura exterior e interior de las cocinas mejoradas y fogón tradicional

**Fuente:** Elaboración propia

El gráfico (12), ilustra las temperaturas exteriores e interiores de la cocina mejorada y el fogón tradicional, siendo los valores de las temperaturas exteriores e interiores de 682°C a 895°C y 326°C a 700°C de acuerdo a esto podemos decir que la cocina mejorada tiene un mejor aprovechamiento del calor, todo lo contrario, con el fogón tradicional las temperaturas interiores alcanzadas son más bajas. Con relación a las temperaturas exteriores podemos decir que existe más pérdidas por conducción en el fogón tradicional que en la cocina mejorada. Estas mediciones se realizaron con la pistola infrarroja de T° marca PCE. Ver anexo 1

### Transferencia de calor en paredes planas de capas múltiples

A menudo se encuentran paredes planas que constan de varias capas de materiales diferentes. Todavía se puede usar el concepto de resistencia térmica con el fin de determinar la razón de la transferencia de calor estacionaria a través de esas paredes compuestas, esto se hace simplemente al darse cuenta de que la resistencia a la conducción de cada pared es  $L/k \cdot A$  conectado en serie y aplicando analogía eléctrica de la ley de. (Cengel, 2007)



- $A = 1.10\text{m} \times 0.44\text{m} = 0.484 \text{ m}^2$
- $L \text{ repello} = 5\text{mm}$
- $L \text{ bloque} = 15 \text{ cm}$
- $T_1 = 817^\circ\text{C}$
- $T_2 = 54^\circ\text{C}$
- $h_1 = 10 \text{ W/m}^\circ\text{C}$
- $h_2 = 25\text{W/m}^\circ\text{C}$

La ecuación de Fourier para la transferencia de calor estacionaria unidimensional se puede denotar como:

$$\text{Flujo de calor: } \frac{\text{diferencia del potencial térmico}}{\text{resistencia térmica}}$$

### **Desarrollo de la analogía eléctrica del sistema**

Determinación de las Resistencias

$$R_i = R_{\text{Conv1}} = \frac{1}{h_1 * A}$$

$$R_{\text{Conv1}} = \frac{1}{10\text{W/m}^2 * 0.484\text{m}^2}$$

$$R_{\text{Conv1}} = 0.2066^\circ\text{C/W}$$

$$R_1 = R_{3\text{Repello}} = \frac{L_1}{k_1 * A}$$

$$R_1 = R_{3\text{Repello}} = \frac{0.005\text{m}}{1.65\text{W/m}^\circ\text{c} * 0.484\text{m}^2}$$

$$R_1 = R_{3\text{Repello}} = 0.0062^\circ\text{C/W}$$

$$R_2 = R_{\text{bloque}} = \frac{L_2}{k_2 * A}$$

$$R_2 = R_{\text{bloque}} = \frac{0.15\text{m}}{1.1\text{W/m}^\circ\text{c} * 0.484\text{m}^2}$$

$$R_2 = R_{\text{bloque}} = 0.2817^\circ\text{C/W}$$

$$R_0 = R_{conv 2} = \frac{1}{h_2 * A}$$

$$R_0 = R_{conv 2} = \frac{1}{25w/m^{\circ}c * 0.484m}$$

$$R_0 = R_{conv 2} = 0.0826^{\circ}C/W$$

Como las resistencias están en series, la resistencia total es:

$$R_{Total} = R_{Conv 1} + R_{Repello} + R_{Bloque} + R_{Cov 2}$$

$$R_{Total} = 0.2066 + 0.0062 + 0.2817 + 0.0826 = 0.5771^{\circ}C/W$$

Entonces la razón de transferencia de calor estacionario a través de las paredes de la cocina mejorada es:

$$\dot{Q} = \frac{T_1 - T_2}{R_{Total}}$$

$$\dot{Q} = \frac{817^{\circ}c - 54^{\circ}c}{0.5771} = 1322.12 W$$

**OE3: Proponer un plan de acción para la implementación de proyectos energéticos renovables a futuro.**

| N° | Objetivos   | Recomendaciones  |
|----|---|--|
| 1  | Fortalecer la formación técnica en el área del uso de tecnologías de energías renovables, a los técnicos encargados de los proyectos en cada comunidad.     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Crear alianzas con organizaciones que promuevan el uso de energías renovables.</li> <li>• Diseñar proyectos de biodigestores tomando en cuenta el dimensionado y disponibilidad de la materia orgánica.</li> <li>• Supervisar los proyectos en la fase de ejecución para mantener el diseño original de las cocinas.</li> </ul> |
| 2  | Capacitar a las beneficiarias de los proyectos de energías renovables en el uso y mantenimiento de los mismos.  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Brindar información necesaria para el uso y mantenimiento de biodigestores y cocinas mejoradas.</li> <li>• Realizar capacitaciones haciendo énfasis en el uso y mantenimiento de biodigestores, cocinas mejoradas.</li> </ul>   |
| 3  | Concientizar a beneficiarias de la importancia y el costo de las cocinas mejoradas.   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mediante reuniones con las beneficiarias dar a conocer los beneficios que produce el uso de cocinas mejoradas.</li> </ul>   |
| 4  | Garantizar el seguimiento y monitoreo técnico de los proyectos y resolver problemas que dificultan el funcionamiento de los sistemas de energías renovables | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Una vez que el personal se capacite identificar los problemas que han optaculizado el desarrollo y el buen desempeño de los proyectos (Energías Renovables) implementos por ASOMUPRO y posteriormente llevar</li> </ul>   |

|          |  |  |
|----------|--|--|
|          |  | a cabo soluciones que aseguren el funcionamiento de los sistemas.  |
| <b>5</b> | Incentivar a los beneficiarios de la importancia de usar tecnologías amigables con el medio ambiente.                    | <ul style="list-style-type: none"><li>• Realizar acciones (como intercambios de experiencias entre mujeres de los distintos municipios en donde ASOMUPRO ha implementado proyectos de energías renovables) que ayuden a incentivar a las mujeres con el uso de tecnologías nuevas.</li></ul> |
| <b>6</b> | Considerar las recomendaciones y sugerencias de los beneficiarios y tomarlas en cuenta en la implementación de proyectos | <ul style="list-style-type: none"><li>• Incluir las recomendaciones y sugerencias que las beneficiarias han expresado para mejorar el funcionamiento de los proyectos y el confort de las familias.</li></ul>  |

## **VIII. CONCLUSIONES**

Por medio de la evaluación de proyectos energéticos, biodigestores y cocinas mejoradas implementados por ASOMUPRO en comunidades de Jícaro y Mozonte, durante el período 2018 podemos concluir lo siguiente:

De acuerdo a los resultados obtenidos se logró percibir que las beneficiadas con los biodigestores de las comunidades El Arenal y Sabana Grande han experimentado un impacto significativo en la parte ambiental reduciendo la contaminación que producían las excretas , con respecto a lo social las familias están satisfechas con el uso de este sistema porque ha suplido para lo que se requiere, en lo económico se ha reducido el consumo de leña al emplear biogás para la cocción de alimentos en general la calidad de vida de las beneficiarias ha mejorado.

En base a los resultados obtenidos de las cocinas mejoradas se concluye que el 54.55% de las beneficiadas con este proyecto han tenido cambios en el aspecto económico porque se ha reducido el consumo de leña ahorrado el 66%. En la salud, los problemas respiratorios han disminuido, la cocina se mantiene más aseada y los alimentos se preparan con mejor calidad porque no hay partículas de ceniza en el ambiente.

Con relación a lo social, las mujeres que aún, conservan su cocina mejorada están satisfechas con el uso de esta, por los beneficios que han obtenido, sin embargo la organización no logró con los objetivos propuestos porque un 45% de las beneficiadas no obtuvo ningún impacto con el uso de estas cocinas esto se debe a distintas causas como: se realizaron algunas desviaciones en el diseño original y esto afectó el funcionamiento, también existió resistencia al uso de este tipo de tecnologías como resultado a esto las beneficiarias decidieron desechar las cocinas .

Se logró determinar las condiciones y parámetros de funcionamiento, a través de datos teóricos proporcionados por diferentes fuentes, también mediante la toma de datos experimentales realizados en campo. Según la prueba de ebullición de agua se logró determinar que la cocina mejorada consumo menos leña en comparación con el fogón tradicional con una diferencia de 226.8g, con relación al tiempo estas se tardan menos en hervir un litro de agua. De acuerdo a los resultados obtenidos con las mediciones de monóxido de carbono CO, podemos decir que la cocina

mejorada emite menos que el fogón tradicional con una diferencia de 114 ppm (partículas por millón), de acuerdo a los datos obtenidos por la organización mundial de la salud podemos concluir que en base a los rangos permisibles establecidos de emisiones de CO se consideran cocinas mejoradas.

Mediante la aplicación de los métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos se logró realizar un plan de acción orientado a la organización ASOMUPRO, lo cual ellos deberán aplicar para lograr éxito en la implementación de los proyectos energéticos de esta manera garantizar que estos funcionen correctamente.

## **IX. RECOMENDACIONES**

En función de los resultados obtenidos y las conclusiones formuladas, se plantean las siguientes recomendaciones dirigidas a las beneficiarias de los sistemas biodigestor y cocinas mejoradas y a los técnicos encargados de cada sistema.

- Se les recomienda a los técnicos encargados de cada sistema dar seguimiento en la fase de ejecución de los proyectos implementados en las comunidades El Arenal y Sabana Grande, así como en la comunidad Salamanca para garantizar un funcionamiento óptimo de los sistemas.
- Capacitar al personal técnico de ASOMUPRO en el uso y manejo de las tecnologías de energías renovables.
- Brindar capacitación técnica directamente al beneficiario sobre el proyecto.
- Crear un plan de monitoreo y seguimiento para asegurar el buen uso y funcionamiento de los sistemas de biodigestores y cocinas mejoradas.
- Supervisar los proyectos en el momento de su construcción o de instalación para evitar errores que afectan el funcionamiento de estos.
- Trabajar en un plan de gestión ambiental para evitar la deforestación irracional.

## **BIBLIOGRAFÍAS**

- Arroyo, R. (2013). *Que es el gas butano*. Obtenido de Que es el gas butano: <https://temariosformativosprofesionales.files.wordpress.com/2013/12/que-es-gas-butano.pdf>
- Benítez Cascajares , J. (01 de Octubre de 2011). *Gestión de proyectos PDF*. Obtenido de Gestión de proyectos PDF: <http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/6102/1/fbenitezcTFC0111memoria.pdf>
- Canales , Alvarado, & Pineda. (1994). *Metodologia de la investigacion* .
- Canales , M. C., & Rivas, L. A. (Agosto de 2010). *Estudio del proceso bioquímico de fermentación en biodigestores para la producción de biogas y biofertilizantes a partir de residuos organicos provenientes del campus de la universidad de el Salvador* . Obtenido de <http://ri.ues.edu.sv/138/1/10136039.pdf>
- Castellón, F., Matínez, Y., & Gutiérrez, Y. (2015). *Evaluación de la produccion de biogás y el poder calorífico de tres sustratos*. Obtenido de Evaluación de la produccion de biogás y el poder calorífico de tres sustratos: <http://repositorio.unan.edu.ni/2043/1/16437.pdf>
- Cengel, Y. A. (2007). *Transferencia de calor y masa* (Vol. Tercera edicion ). Mexico: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Civilgeeks. (27 de Mayo de 2015). *Los biodigestores, importancia y beneficios* . Obtenido de Los biodigestores, importancia y beneficios : <https://civilgeeks.com/2015/05/27/los-biodigestores-importancia-y-beneficios/>
- Clava Gonzáles, J. J. (2009). *Satisfacción de usuarios: la investigación sobre las necesidades de información* . Obtenido de Satisfacción de usuarios: la investigación sobre las necesidades de información : [http://ru.iibi.unam.mx/jspui/bitstream/IIBI\\_UNAM/L52/1/satisfaccion\\_usuarios.pdf](http://ru.iibi.unam.mx/jspui/bitstream/IIBI_UNAM/L52/1/satisfaccion_usuarios.pdf)
- Córdova , Ú., & Castro, A. (Agosto de 2012). *Facilitando la adopcion para cocinas mejoradas*. Obtenido de [https://energypedia.info/images/c/cf/Facilitando\\_la\\_adopci%C3%B3n\\_de\\_cocinas\\_mejoradas\\_-\\_2012.pdf](https://energypedia.info/images/c/cf/Facilitando_la_adopci%C3%B3n_de_cocinas_mejoradas_-_2012.pdf)
- Escobedo Cháves, B. K. (2013). *Evaluación del proyecto cocinas mejoradas implementadas por la municipalidad provicional de Cajamarca*. Obtenido de Evaluación del proyecto cocinas mejoradas implementadas por la municipalidad provicional de Cajamarca.: <http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/329/T%20301%20E74%202013.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Escobedo, B. K. (2013). *Evaluacion del proyecto de cocinas mejoradas implementadas por la municipalidad de Cajamarca*. Obtenido de <http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/329/T%20301%20E74%202013.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Fernando Aguilar, J. C. (2003). *Problemática , uso y manejo del estiércol del ganado bobino lechero*. Obtenido de *Problemática , uso y manejo del estiércol del ganado bobino lechero*: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/6141>
- Gonzáles García , M., Torres, C., & Garcia , C. (17 de Mayo de 2016). *Enfermedad pulmonar obstructiva cronica por humo de leña*. Obtenido de *Enfermedad pulmonar obstructiva cronica por humo de leña*: <file:///C:/Users/V5/Downloads/S0300289616300655.pdf>
- González, J. O. (Julio de 2013). *Estudio comparativo de cocinas mejoradas en Nicaragua*. Obtenido de <http://www.upv.es/entidades/CCD/infoweb/ccd/info/U0635489.pdf>
- Gorritty, M., & Torrico, T. (17 de Octubre de 2010). *Determinación de la tasa de emisión de CO en cocinas mejoradas a leña con chimenea mediante el modelo de caja con ventilacion constante*. Obtenido de <http://www.scielo.org.bo/pdf/ran/v5n1/v5n1a05.pdf>
- Guardado Chacón , J. A. (2007). *Diseño y construcción de plantas de biogás sencillas*. Obtenido de [http://www.ideassonline.org/public/pdf/CUBASOLAR\\_Disenoyconstrucciondeplantasdebiogas.pdf](http://www.ideassonline.org/public/pdf/CUBASOLAR_Disenoyconstrucciondeplantasdebiogas.pdf)
- Hernández, R., Fernández, C., & Batista, M. (2014). *Metodología de la investigación* (Vol. Sexta edición ). Mexico: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. Obtenido de *Metodología de la investigación*.
- Holman, J. .. (1998). *Transferencia de calor*. (O. edición, Ed.) España: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA DE ESPAÑA, S. A. U.
- Huancas , J. J. (2016). *Evaluación tecnica económica para abastecer con biogás generado por estiércol de ganado vacuno para cocinas de la I San Pablo*. Obtenido de <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/8910>
- Incropera , F., & De Witt, D. (1999). *Fundamentos de tranferencia de calor* (Cuarta ed.). México.
- Medina , I. O., Rodriguez , L. L., & Reyes, E. A. (6 de Octubre de 2015). *Evaluacion de cocinas mejoradas tipo CETA hibrida, dentro del marco del programa terrena, en comunidades vulnerables del departamento de Jinotega*. Obtenido de <https://www.lamjol.info/index.php/FAREM/article/view/2592/2342>
- Medina, I. O., Picado, J. C., & Rodríguez , L. L. (Enero de 2015). *Evaluacion de las cocinas mejoradas tipo ceta hibrida y el impacto en area como medio ambiente salud ,y la economia de los beneficiarios en comunidaes de Jinotega*. Obtenido de <http://repositorio.unan.edu.ni/836/1/16417.pd>

- Montaño, J. C. (2011). *Aprovechamiento de una granja porcicola para la genercaión de energía eléctrica* . Obtenido de Aprovechamiento de una granja porcicola para la genercaión de energía eléctrica:  
<http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/jspui/bitstream/132.248.52.100/5297/1/tesis.pdf>
- Morales, A. I., & Rivera, A. (Enero de 2017). *Manual de construcción-Foncodes*. Obtenido de <http://www.foncodes.gob.pe/portal/index.php/convocatoriascashkalliwarma/cocinas-alena/materiales-inscritos-biblioteca/946-4-manual-de-construccion-de-cocinas-pichqa-y-3-hornillas/file>
- Moreira Toala , E. E. (2013). *Diseño de un biodigestor polietileno para la obtención de biogás*. Obtenido de Diseño de un biodigestor polietileno para la obtención de biogás:  
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3406/1/236T0100.pdf>
- Moreno, M. T. (2011). *Manual de Biogás*. Obtenido de <http://www.fao.org/docrep/019/as400s/as400s.pdf>
- Moreyra Toala, E. E. (2013). *Diseño de un biodigestor polietileno para la obtención de biogás*. Obtenido de Diseño de un biodigestor polietileno para la obtención de biogás:  
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3406/1/236T0100.pdf>
- Moreyra, E. E. (2013). *Diseño de un bidigestor de polietileno para la obtencion de biogás*. Obtenido de Diseño de un bidigestor de polietileno para la obtencion de biogás:  
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3406/1/236T0100.pdf>
- Moreyra, E. E. (2013). *Diseño de un biodigestor polietileno para la obtención de biogás* . Obtenido de Diseño de un biodigestor polietileno para la obtención de biogás :  
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3406/1/236T0100.pdf>
- Ñuke. (2019). *La leña como combustible*. Obtenido de La leña como combustible:  
<http://www.productosnuke.com.ar/ecologia-la-lena-como-combustible/>
- Olaya Arboleda , Y., & Salcedo González , L. O. (Julio de 2009). *Fundamento para el diseño de biodigestores*. Obtenido de <http://www.bdigital.unal.edu.co/7967/4/luisoctaviogonzalezsalcedo.20121.pdf>
- Otllica, J. C. (2012). *Aprovechamiento de biogás proveniente del abono de ganado vacuno*. Obtenido de <https://www.google.com/search?q=APROVECHAMIENTO+DE+BIOGAS+PROVENIENTE+DEL+ABONO+DE+GANADO+VACUNO+DE+UN+ESTABLO+UBICADO+EN+IXTAPALUCA+ESTADO+DE+MEXICO+pdf&oq=APROVECHAMIENTO+DE+BIOGAS+PROVENIENTE+DEL+ABONO+DE+GANADO+VACUNO+DE+UN+ESTABLO+UBICADO+EN+IXTAPALUCA>
- Pacheco, M. E. (2015). *Evaluacion de la soberania y seguridad alimentaria y nutricional*. Managua. Obtenido de <http://repositorio.unan.edu.ni/7063/1/55914.pdf>

- PEAR. (2011). *Energía limpia desde la comunidad*. Obtenido de <http://www.renovables.org.ni/media/Documentos/PEAR-2011.pdf>
- Pech, C., & Pech, E. (21 de Septiembre de 2018). *Producción estimada de biomasa y biogas mediante excretas de porcino y bovino en San Francisco de Campeche*. Obtenido de Producción estimada de biomasa y biogas mediante excretas de porcino y bovino en San Francisco de Campeche : [http://www.revistasomim.net/congreso2018/articulos/A4\\_20.pdf](http://www.revistasomim.net/congreso2018/articulos/A4_20.pdf)
- Pinos Rodríguez, J. (2012). *Impacto y regulaciones ambientales del estiércol generado por los sistemas ganaderos en algunos países de América*. Obtenido de Impacto y regulaciones ambientales del estiércol generado por los sistemas ganaderos en algunos países de América: <http://www.scielo.org.mx/pdf/agro/v46n4/v46n4a4.pdf>
- PROLEÑA. (2013). *Cuadernillo popular de cocinas mejoradas*. Obtenido de [http://www.renovables.org.ni/media/Documentos/Cuadernillo\\_Popular\\_cocinas\\_mejoradas\\_2013.pdf](http://www.renovables.org.ni/media/Documentos/Cuadernillo_Popular_cocinas_mejoradas_2013.pdf)
- Sampiere, R. H. (2014). *Metodología de la investigación sexta edición*. Obtenido de <https://www.casadellibro.com/libro-metodologia-de-la-investigacion-6-edicion/9781456223960/2388718>
- Sotelo, L. A., Casco, D. M., & Lira, E. I. (15 de diciembre de 2016). *Estudio de producción de biogás por medio del proceso de digestión anaerobia no controlada a partir de diversos sustratos orgánicos en la Facultad Multidisciplinaria (FAREM-Esteli) ,II semestre 2016*. Obtenido de <http://repositorio.unan.edu.ni/5540/1/17847.pdf>
- Tamayo, J. A. (2009). *Diseño , construcción y puesta en marcha de un biodigestor a escala piloto*. Obtenido de Diseño , construcción y puesta en marcha de un biodigestor a escala piloto: <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/740/1/94246.pdf>
- Toruño , L. A., Dávila, D. M., & Lira , E. I. (15 de Diciembre de 2016). *Generación de biogás, mediante el proceso de digestión anaerobia, a partir del aprovechamiento de sustratos orgánicos, en la zona rural de Estelí, en el período 2016-2018*. Obtenido de <http://repositorio.unan.edu.ni/5540/1/17847.pdf>
- Toruño, L., Casco, D., & Lira, E. (15 de 12 de 2016). *Estudio de producción de biogas por medio del proceso de digestión anaerobia no controlada a partir de diversos sustratos orgánicos en la facultad regional multidisciplinaria (FAREM-ESTELÍ)*. Obtenido de <http://repositorio.unan.edu.ni/5540/1/17847.pdf>
- UNIVERSO PORCINO. (Enero de 2011). *Beneficios en el uso de biodigestores*. Obtenido de Beneficios en el uso de biodigestores : [http://www.aacporcinos.com.ar/articulos/internacionales\\_porcinas\\_01-2011\\_beneficios\\_en\\_el\\_uso\\_de\\_biodigestores.html](http://www.aacporcinos.com.ar/articulos/internacionales_porcinas_01-2011_beneficios_en_el_uso_de_biodigestores.html)
- Varnero Moreno, M. T. (2011). *Manual de biogás*. Obtenido de Manual de biogás: <http://www.fao.org/docrep/019/as400s/as400s.pdf>

Villaís, O. E. (Junio de 2014). *Evaluación del potencial energético de biomasa para su aplicación de biogás en zonas rurales frías de Canton Píllardo*. Obtenido de <http://repo.uta.edu.ec/handle/123456789/8306>

Zapana, R. M. (2015). *Efectividad del uso de cocinas mejoradas en la prevalencia de las infecciones respiratorias agudas en niños menores de 5 años parcialiad de SIHUINTA-Puno 2015*. Obtenido de [http://tesis.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/2294/Flores\\_Zapana\\_Ruth\\_Madeleine.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://tesis.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/2294/Flores_Zapana_Ruth_Madeleine.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Zevallos, H., Aceituno, P., & Arostegui, D. (Agosto de 2008). *Cocinas mejoras-Caminos sostenibles*. Obtenido de <http://www.caminosostenible.org/wp-content/uploads/BIBLIOTECA/cocinas%20mejoradas.pdf>

**ANEXOS**

**Anexo 1.**

**GUIA DE OBSERVACIÓN PARA EL BIODIGESTOR**

Ejecutor o responsable:

---

---

Fecha de ejecución:

---

---

1. Tema:

---

---

1.2 Datos de identificación en donde está instalado el biodigestor

---

---

1.3 Características del lugar y del biodigestor

---

---

1.4 Tipo de sustrato que se utiliza y accesibilidad

---

---

1.5 Capacidad del biodigestor y cantidad de materia disponible

---

---

1.6 Presión del gas contenido en el biodigestor

---

---

¿La cantidad de biogás que se produce está de acuerdo a la actividad que se realiza en el hogar?

---

---

**Anexo 2.**

**GUÍA DE OBSERVACIÓN PARA LAS COCINAS MEJORADAS**

Ejecutor o responsable:

---

---

Fecha de ejecución:

---

---

1. Tema:

---

---

1.2 Características de la cocina mejorada que hacen uso las beneficiarias

---

---

1.3 Hacen buen uso de la cocina mejorada

---

---

¿Cuáles son las condiciones o estado de las cocinas mejoradas actualmente?

---

---

1.4 Las cocinas mejoradas han suplido en las actividades que se requieren en la cocina de las mujeres.

---

---

1.5 Las cocinas mejoradas ha reemplazado al fogón tradicional

---

Anexo 3.



**Facultad Regional Multidisciplinaria FAREM-Estelí**

**Formato de protocolo para entrevista**

**1. Institución:** \_\_\_\_\_

**2. Persona a Entrevistar:** Beneficiarios, Técnicos de ASOMUPRO \_\_\_\_\_

**3. Objetivo de la Entrevista:** Evaluar los sistemas de biodigestor y cocina mejorada implementados por ASOMUPRO en comunidades el Arenal y Sabana Grande del municipio de Jícaro y comunidad Salamanca municipio de Mozonte, durante el período 2018.

**4. Temas a tratar en esta Entrevista: las temáticas o ejes centrales bajo los cuales se realizarán las entrevistas estarán centrados en:** a) Impacto en la calidad de vida que ha generado el uso de cocinas mejoras en las diferentes áreas como: ambiental, social, económico, salud; b) Adaptación de la nueva tecnología.

**5. Referencia técnica y contextual del instrumento metodológico**

a. **Método:** entrevista

b. **Técnica:** entrevista semi-estructurada

c. **Fecha:** 1 de marzo del 2019

d. **Duración:** 20 a 30 min

e. **Lugar:** Salamanca, Mozonte

f. **Contexto:** Ambiente propio de la comunidad

j. **Quien lo va a entrevistar:** El equipo investigador

i. **Tipo de muestra no probabilístico:** Basados en expertos

## **6. Rapport.**

a) Rapport:

i. Primera fase: El entrevistador se presentará y dará a conocer a la persona que entrevistará el objetivo de su trabajo de investigación.

ii. Segunda fase: El entrevistador dará lugar a las preguntas de iniciación y empatía, son sencillas y tendrán como fin establecer la comunicación cómoda y fluida entre el entrevistador y el entrevistado.

## **7. Empoderamiento del Entrevistado:**

Tiene como fin confirmar que la persona a la que se va a entrevistar que se autoevalúa como poseedora de una sabiduría especial en el tema que estamos estudiando, ejemplo: ¿Conoce usted del tema de estudio?

## **8. Sobre el contenido con preguntas abiertas:**

Se sugiere plantear temas de conversación para motivar una argumentación, narración, explicación o interpretación por parte de la persona entrevistada sobre el tema investigado. Si se opta por hacer preguntas, estas se deben formular motivando a través de estas una respuesta extensa en donde el rol del investigador se el mínimo posible. Utilice formulaciones sencillas como: según su opinión..., De acuerdo con su experiencia..., como reflexiona usted sobre..., considera usted que..., como interpreta la situación...,

Preguntas de evaluación: Es recomendable hacer preguntas tales como: ¿Piensa que me ha conversado todo lo que deseaba?, ¿Ha quedado un tema pendiente?, ¿Cómo se ha sentido durante la entrevista?.. Preguntas de retorno: ¿Le gustaría continuar esta entrevista?, ¿Qué temas le gustaría abordar?

**9. Desarrollo de las preguntas:** Tomar en cuenta que la flexibilidad es primordial para adecuarse con la persona entrevistada sin perder de vista el tema y objetivos de la entrevista.

**Cuestionario para beneficiarios de cocinas mejoradas**

1. ¿Ha experimentado cambios con el uso de cocina mejorada? ¿Cuales?
2. ¿Cuánta leña gastaba por semana cuando usaba la cocina tradicional?
3. ¿Cuánta leña gasta a la semana usando cocina mejorada?
4. ¿Cuáles son los cambios que ha observado en las áreas como: ambiental, social, económico y salud?
5. ¿Cada cuánto tiempo usa usted la cocina mejorada?
6. Considera usted que al usar cocina mejorada haya cambiado su sistema de trabajo. ¿Por qué?
7. Considera usted que con el uso de cocina mejorada a mejorada su calidad de vida
8. ¿Cuáles son las lecciones aprendidas con el uso este tipo de tecnología?

**Anexo 4.**

**Cuestionario para técnicos de ASOMUPRO proyectos de cocinas mejoradas**

1. ¿Cuál fue la razón que los motivó a implementar el proyecto de cocinas mejoradas en esta comunidad?
  
2. ¿Cómo se dio inicio a la organización del proyecto con los comunitarios?
  
2. ¿Cuáles fueron las impresiones de los comunitarios ante la implementación del proyecto?
  
3. ¿Cuál fue el proceso de selección de los beneficiarios del proyecto? ¿Qué requisitos debían cumplir?
  
4. ¿Considera que con el uso de las cocinas mejoras los beneficiarios han mejorado su calidad de vida?
  
5. ¿De acuerdo con los resultados obtenidos, consideras que el proyecto ha sido exitoso?
  
6. ¿Cuáles fueron las principales limitantes que enfrentaron en la implementación d proyectos de cocinas mejoradas?
  
7. ¿Cree usted que es importante la formación complementaria en el área de energías renovables?

Anexo 5.



**Facultad Regional Multidisciplinaria FAREM-Estelí**

**Formato de protocolo para entrevista**

**1. Institución:** \_\_\_\_\_

**8. Persona a Entrevistar:** Beneficiarios, Técnicos de ASOMUPRO \_\_\_\_\_

**3. Objetivo de la Entrevista:** Evaluar los sistemas de biodigestor y cocina mejorada implementados por ASOMUPRO en comunidades el Arenal y Sabana Grande del municipio de Jícaro y comunidad Salamanca municipio de Mozonte, durante el período 2018.

**4. Temas a tratar en esta Entrevista: las temáticas o ejes centrales bajo los cuales se realizarán las entrevistas estarán centrados en:** a) Impacto en la calidad de vida que ha generado el uso de Biodigestor en las diferentes áreas como: ambiental, social, económico, salud, b) Adaptación de la nueva tecnología.

**5. Referencia técnica y contextual del instrumento metodológico**

a. **Método:** entrevista

b. **Técnica:** entrevista semi-estructurada

c. **Fecha:** 28 de Febrero del 2019

d. **Duración:** 20 a 30 min

e. **Lugar:** Arenal y Sabana Grande, Jícaro

f. **Contexto:** ambiente propio de la comunidad

j. **Quien lo va a entrevistar:** el equipo investigador

i. **Tipo de muestra no probabilístico:** basados en expertos

## **6. Rapport.**

a) Rapport:

i. Primera fase: El entrevistador se presentará y dará a conocer a la persona que entrevistará el objetivo de su trabajo de investigación.

ii. Segunda fase: el entrevistador dará lugar a las preguntas de iniciación y empatía, son sencillas y tendrán como fin establecer la comunicación cómoda y fluida entre el entrevistador y el entrevistado.

## **7. Empoderamiento del Entrevistado:**

Tiene como fin confirmar que la persona a la que se va a entrevistar que se autoevalúa como poseedora de una sabiduría especial en el tema que estamos estudiando, ejemplo: ¿conoce usted del tema de estudio?

## **8. Sobre el contenido con preguntas abiertas:**

Se sugiere plantear temas de conversación para motivar una argumentación, narración, explicación o interpretación por parte de la persona entrevistada sobre el tema investigado. Si se opta por hacer preguntas, estas se deben formular motivando a través de estas una respuesta extensa en donde el rol del investigador se el mínimo posible. Utilice formulaciones sencillas como: según su opinión..., De acuerdo con su experiencia..., como reflexiona usted sobre..., considera usted que..., como interpreta la situación...,

Preguntas de evaluación: es recomendable hacer preguntas tales como: ¿piensa que me ha conversado todo lo que deseaba?, ¿ha quedado un tema pendiente?, ¿Cómo se ha sentido durante la entrevista?., Preguntas de retorno: ¿Le gustaría continuar esta entrevista?, ¿Qué temas le gustaría abordar?

**9. Desarrollo de las preguntas:** tomar en cuenta que la flexibilidad es primordial para adecuarse con la persona entrevistada sin perder de vista el tema y objetivos de la entrevista.

**Cuestionario para beneficiarios de los proyectos de biodigestores**

1. ¿Cuáles son los beneficios que tiene usted con el uso del biodigestor?
2. ¿Qué tipo de sustrato utiliza? ¿Ha utilizado otros tipos de sustratos para la alimentación del biodigestor? ¿Cuál funciona mejor?
3. ¿Cómo considera el proceso de llenado del biodigestor?
4. ¿Qué proceso utilizan para preparar la alimentación del biodigestor?
5. ¿Con que frecuencia se abastece el biodigestor, que cantidades?
6. ¿Ha recibido usted o alguien de su familia capacitación sobre uso y manejo del biodigestor?
7. ¿Usted utiliza el Bioabono producido por el biodigestor? ¿Para qué?
8. ¿Qué aspectos culturales influyen para el poco uso del biodigestor? (asco, mal olor, temor a que explote)

**Anexos 6.**

**Cuestionario para técnicos de ASOMUPRO**

1. ¿Cuál fue la razón que los motivó a implementar el proyecto de biodigestores en esta comunidad?
  
2. ¿Cómo se dio inicio a la organización del proyecto con los comunitarios?
  
3. ¿Cuáles fueron las impresiones de los comunitarios ante la implementación del proyecto?
  
4. ¿Cuál fue el proceso de selección de los beneficiarios del proyecto? ¿Qué requisitos debían cumplir?
  
5. ¿Considera que con el uso de biodigestores las beneficiarias han mejorado su calidad de vida?
  
6. ¿Han sido capacitados las beneficiarias para el uso y mantenimiento de los biodigestores?
  
7. ¿Cuáles son las actividades para el monitoreo y seguimiento del proyecto?
  
8. ¿Cuáles son los beneficios que se han logrados con la implementación de esta tecnología?
  
9. ¿De acuerdo con los resultados obtenidos, considera que el proyecto ha sido exitoso?
  
10. ¿Cuáles son las principales limitantes que enfrentaron en la implementación de los proyectos de energía renovables en comunidades rurales?
  
11. ¿Cree usted que es importante la formación complementaria en energías renovables?

**Anexos 7.**



**Facultad Regional Multidisciplinaria de Estelí  
FAREM- Estelí**

**Encuesta para usuarios de cocinas mejoradas.**

**INTRODUCCIÓN**

El siguiente instrumento, tiene como fin conocer aspectos relacionados con la percepción que usted tiene sobre el uso de cocinas mejoradas. Por lo que de la manera más atenta se le solicita por favor responder de forma objetiva a cada una de las preguntas que se le realizan dado que son de mucha importancia para el análisis de nuestro estudio.

**I. DATOS GENERALES**

1.1. Fecha de encuesta: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

1.2. Sexo: Hombre ( ); Mujer ( )

1.3. Edad: \_\_\_\_\_ (años)

1.4. Tiempo de vivir en la comunidad: \_\_\_\_\_ (años)

1.5. ¿Cuál es su nivel académico, grado más alto que aprobó?:

Ninguno ( ); alfabetizado y/o Educación de adultos ( ); Primaria ( ); Secundaria ( ).

1.6. Ocupación: 1. Agricultor: \_\_\_\_; 2. Comerciante: \_\_\_\_; 3. Estatal: \_\_\_\_; 4. Ama de casa: \_\_\_\_; Otro (especifique)

**Aspectos relacionados con el uso de cocina mejorada.**

**1. ¿Cómo obtuvo usted la cocina mejorada?**

- A) Fue beneficiado: \_\_\_\_
- B) Por su propio esfuerzo: \_\_\_\_

**2. ¿Cuál es el uso que hace de la cocina mejorada?**

- A) Doméstico : \_\_\_\_
- B) Negocio: \_\_\_\_
- C) Ambos: \_\_\_\_
- D) Ninguno: \_\_\_\_

**3. ¿Cuántas veces cocina al día con la cocina mejorada?**

- A) Una hora: \_\_\_\_
- B) Dos horas : \_\_\_\_
- C) Tres horas : \_\_\_\_
- D) Cuatro horas o más: \_\_\_\_
- E) No aplica: \_\_\_\_

**4. ¿Cuánto tiempo empleaba para cocinar diariamente cuando usaba la cocina tradicional?**

- A) 1-2 horas: \_\_\_\_
- B) 2-3 horas: \_\_\_\_
- C) 3- 4 horas : \_\_\_\_

**5. ¿Quién recoge la leña?**

- A) Mujer: \_\_\_\_
- B) Hombre: \_\_\_\_
- C) Niñas(os): \_\_\_\_
- D) Ambos: \_\_\_\_

**6. ¿Cuantas veces por semana recoge leña haciendo uso de la cocina mejorada?**

- A) Una : \_\_\_\_
- B) Dos: \_\_\_\_

C) Tres : \_\_\_\_

D) Cuatro o más: \_\_\_\_

**7. ¿Cuántas veces por semana recogía leña cuando usaba cocina tradicional?**

A) Una: \_\_\_\_

B) Dos: \_\_\_\_

C) Tres: \_\_\_\_

D) Cuatro o más: \_\_\_\_

**8. ¿De dónde proviene la leña?**

A) Se recoge: \_\_\_\_

B) Se compra: \_\_\_\_

C) Ambas: \_\_\_\_

**9. ¿Utiliza leña verde o seca?**

A) Verde: \_\_\_\_

B) Seca: \_\_\_\_

C) Ambas: \_\_\_\_

**10. ¿La cocina mejorada ha reducido el tiempo invertido en recoger leña?**

A) Si: \_\_\_\_

B) No: \_\_\_\_

**11. ¿La cocina mejorada ha reducido el tiempo invertido en cocinar?**

A) Si: \_\_\_\_

B) No: \_\_\_\_

**12. Se ha disminuido el consumo de leña mediante el empleo de cocinas mejoradas?**

A) Si: \_\_\_\_

B) No: \_\_\_\_

**13. ¿Ha disminuido la cantidad de humo en la casa mientras cocina?**

A) Si: \_\_\_\_

B) No: \_\_\_\_

**14. ¿Se ha reducido las quemaduras durante el cocinado?**

A) Si: \_\_\_\_

B) No: \_\_\_\_

**15. ¿Han mejorado los problemas respiratorios?**

A) Si:\_\_\_

B) No:\_\_\_

**16. En general, ¿Cuál ha sido su grado de satisfacción con la cocina mejorada?**

A) Muy insatisfecho:\_\_\_

B) Insatisfecho:\_\_\_

C) Satisfecho:\_\_\_

D) Muy satisfecho:\_\_\_

**17. Como considera la calidad del sistema cocinas mejoradas.**

A) Malo:\_\_\_\_\_

B) Regular:\_\_\_\_\_

C) Bueno:\_\_\_\_\_

D) Excelente:\_\_\_\_\_

**Anexo 8.**



**Facultad Regional Multidisciplinaria de Estelí  
FAREM- Estelí**

**Encuesta para usuarios sobre el uso del Biodigestor.**

**INTRODUCCIÓN**

El siguiente instrumento, tiene como fin conocer aspectos relacionados con la percepción que usted tiene sobre el Biodigestor. Por lo que de la manera más atenta se le solicita por favor responder de forma objetiva a cada una de las preguntas que se le realizan dado que son de mucha importancia para el análisis de nuestro estudio.

**I. DATOS GENERALES**

1.1. Fecha de encuesta: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

1.2. Sexo: Hombre ( ); Mujer ( )

1.3. Edad: \_\_\_\_\_ (años)

1.4. Tiempo de vivir en la comunidad: \_\_\_\_\_ (años)

1.5. ¿Cuál es su nivel académico, grado más alto que aprobó?:

Ninguno ( ); alfabetizado y/o Educación de adultos ( ); Primaria ( ); Secundaria ( ).

1.6. Ocupación: 1. Agricultor: \_\_\_\_; 2. Comerciante: \_\_\_\_; 3. Estatal: \_\_\_\_; 4. Ama de casa: \_\_\_\_; Otro (especifique).

**Aspectos relacionados al Biodigestor.**

**1. ¿Cómo obtuvo usted el biodigestor?**

- A) Fue beneficiado: \_\_\_\_
- B) Por su propio esfuerzo: \_\_\_\_

**2. ¿Cada cuánto tiempo le da mantenimiento al Biodigestor?**

- A) Semanal: \_\_\_\_
- B) Quincenal: \_\_\_\_
- C) Mensual: \_\_\_\_
- D) Nunca: \_\_\_\_

**3. ¿Considera usted que al usar biodigestor se disminuye contaminación al medio ambiente?**

- A) Si: \_\_\_\_
- B) No: \_\_\_\_

**4. ¿Qué impacto tiene en la salud el aprovechamiento de los desechos (porcino, bovino) por medio del biodigestor?**

- A) Bueno: \_\_\_\_
- B) Malo: \_\_\_\_

**5. ¿Qué tan importante es para usted la utilización del biodigestor?**

- A) Muy importante: \_\_\_\_
- B) Importante: \_\_\_\_
- D) Poco importante: \_\_\_\_

**6. ¿Qué grado de satisfacción tiene usted acerca del uso del biodigestor?**

- A) Insatisfecho: \_\_\_\_
- B) Satisfecho: \_\_\_\_
- C) Muy satisfecho: \_\_\_\_

**6. ¿Cómo considera usted la calidad del sistema Biodigestor?**

- A) Malo:\_\_\_
- B) Regular:\_\_\_
- C) Bueno:\_\_\_
- D) Muy bueno:\_\_\_\_\_

**7. ¿Cambiará el biodigestor por el fogón de leña?**

- A) Si:\_\_\_
- B) No:\_\_\_

**8. ¿Ha mejorado su calidad de vida después de usar el biodigestor?**

- A) Si:\_\_\_
- B) No:\_\_\_

**A) Se ha disminuido la contaminación en el ambiente con el aprovechamiento de las heces (porcino y bovino)**

- B) Si:\_\_\_
- C) No:\_\_\_

**11. Se ha disminuido el consumo de leña al emplear el biogás para la cocción de alimentos**

- A) Si:\_\_\_
- B) No:\_\_\_

**12. Le costó adaptarse a la nueva tecnología de biodigestores**

- A) Si:\_\_\_
- B) No\_\_\_

Encuesta Cocinas (ConjuntosDatos) - IBM SPSS Statistics Editor de datos

|    | Nombre       | Tipo     | Anchura | Decimales | Etiqueta   | Valores        | Pérdidos | Columnas | Alineación | Medida  |
|----|--------------|----------|---------|-----------|--|----------------|----------|----------|------------|---------|
| 1  | Sexo         | Númerico | 4       | 0         | Sexo   | {1, Hombre}    | Ninguno  | 4        | Derecha    | Escala  |
| 2  | Edad         | Númerico | 4       | 0         | Edad   | {1, 25-35}     | Ninguno  | 8        | Derecha    | Nominal |
| 3  | Tiempo       | Númerico | 4       | 0         | Tiempo de vivir en la comunidad  | {1, 0-10 años} | Ninguno  | 4        | Derecha    | Escala  |
| 4  | Educación    | Númerico | 4       | 0         | ¿Cuál es su nivel académico, grado más alto que aprobó?                              | {1, Ninguno}   | Ninguno  | 4        | Derecha    | Ordinal |
| 5  | Ocupación    | Númerico | 4       | 0         | Ocupación  | {1, Agriculto} | Ninguno  | 4        | Derecha    | Nominal |
| 6  | Cocina       | Númerico | 4       | 0         | ¿Cómo obtuvo usted la cocina mejorada?   | {1, Fue ben}   | Ninguno  | 15       | Derecha    | Nominal |
| 7  | Uso          | Númerico | 4       | 0         | ¿Cuál es el uso que hace de la cocina mejorada?                                      | {1, Domésti}   | Ninguno  | 4        | Derecha    | Nominal |
| 8  | Utilidad     | Númerico | 4       | 0         | ¿Cuántas veces cocina al día con la cocina mejorada?                                 | {1, Una hora}  | Ninguno  | 4        | Derecha    | Escala  |
| 9  | Tiempo emple | Númerico | 4       | 0         | ¿Cuánto tiempo empleaba para cocinar diariamente cuando usaba la cocina tradicional? | {1, 1 - 2 hor} | Ninguno  | 4        | Derecha    | Escala  |
| 10 | Recolección  | Númerico | 4       | 0         | ¿Quién recoge la leña?   | {1, Mujer}     | Ninguno  | 4        | Derecha    | Nominal |
| 11 | Veces        | Númerico | 4       | 0         | ¿Cuántas veces por semana recoge la leña haciendo uso de la cocina mejorada?         | {1, Una}       | Ninguno  | 4        | Derecha    | Escala  |
| 12 | tradic       | Númerico | 4       | 0         | ¿Cuántas veces por semana recogía leña cuando usaba cocina tradicional?              | {1, una}       | Ninguno  | 4        | Derecha    | Escala  |
| 13 | Leña         | Númerico | 4       | 0         | ¿De dónde proviene la leña?  | {1, Se recog}  | Ninguno  | 4        | Derecha    | Nominal |
| 14 | Tipo         | Númerico | 4       | 0         | ¿Utiliza leña verde o seca?  | {1, Verde}     | Ninguno  | 4        | Derecha    | Nominal |
| 15 | Reducción1   | Númerico | 4       | 0         | ¿La cocina mejorada ha reducido el tiempo invertido en recoger leña?                 | {1, SI}        | Ninguno  | 4        | Derecha    | Nominal |
| 16 | Reducción2   | Númerico | 4       | 0         | ¿La cocina mejorada ha reducido el tiempo invertido en cocinar?                      | {1, SI}        | Ninguno  | 4        | Derecha    | Nominal |
| 17 | Disminución  | Númerico | 4       | 0         | ¿Se ha disminuido el consumo de leña mediante el empleo de cocinas mejoradas?        | {1, SI}        | Ninguno  | 4        | Derecha    | Nominal |
| 18 | Disminución2 | Númerico | 4       | 0         | ¿Ha disminuido la cantidad de humo mediante el empleo de cocinas mejoradas?          | {1, SI}        | Ninguno  | 4        | Derecha    | Nominal |
| 19 | Quemaduras   | Númerico | 4       | 0         | ¿Se ha reducido las quemaduras durante el cocinado?                                  | {1, SI}        | Ninguno  | 4        | Derecha    | Nominal |
| 20 | Problemas    | Númerico | 4       | 0         | ¿Han mejorado los problemas respiratorios?   | {1, SI}        | Ninguno  | 4        | Derecha    | Nominal |
| 21 | Salud        | Númerico | 4       | 0         | ¿Se han reducido los problemas de salud en los niños?                                | {1, SI}        | Ninguno  | 4        | Derecha    | Nominal |
| 22 | Formación    | Númerico | 4       | 0         | ¿Ha recibido formación sobre el uso y mantenimiento de la cocina?                    | {1, SI}        | Ninguno  | 4        | Derecha    | Nominal |
| 23 | Grado        | Númerico | 4       | 0         | En general, ¿Cuál ha sido su grado de satisfacción con la cocina mejorada?           | {1, Muy ma}    | Ninguno  | 4        | Derecha    | Ordinal |
| 24 | Calidad      | Númerico | 4       | 0         | ¿Cómo considera la calidad del sistema cocinas mejoradas?                            | {1, Mala}      | Ninguno  | 4        | Derecha    | Ordinal |

Área de información: IBM SPSS Statistics Processor está listo      Unicode OH

Anexo 9.

Anexo 10.

Encuestas-Biodigestor.sav [ConjuntoDatos3] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

|    | Nombre         | Tipo     | Anchura | Decimales | Etiqueta   | Valores           | Pérdidas | Columnas | Al |
|----|----------------|----------|---------|-----------|--|-------------------|----------|----------|----|
| 4  | Educación      | Numérico | 4       | 0         | ¿Cuál es su nivel académico, grado más alto que aprobó?  | {1, Ninguno...}   | Ninguno  | 4        | ☐  |
| 5  | ocupación      | Numérico | 4       | 0         | Ocupación  | {1, Agriculta...} | Ninguno  | 4        | ☐  |
| 6  | Biodigestor    | Numérico | 4       | 0         | ¿Cómo estuvo usted el biodigestor?   | {1, Fue ben...}   | Ninguno  | 4        | ☐  |
| 7  | Mantenimiento  | Numérico | 4       | 0         | ¿Cada cuánto tiempo le da mantenimiento al biodigestor?  | {1, Semanal...}   | Ninguno  | 4        | ☐  |
| 8  | Contaminaci... | Numérico | 4       | 0         | ¿Considera usted que al usar biodigestor se disminuye la contaminación al medio ambiente?                      | {1, Sí...}        | Ninguno  | 4        | ☐  |
| 9  | Impacto        | Numérico | 4       | 0         | ¿Qué impacto tiene en la salud el aprovechamiento de los desechos (porcino, bovino) por medio del biodigestor? | {1, Bueno...}     | Ninguno  | 4        | ☐  |
| 10 | Importancia    | Numérico | 4       | 0         | ¿Qué tan importante es para usted la utilización del biodigestor?  | {1, Muy imp...}   | Ninguno  | 4        | ☐  |
| 11 | Grado          | Numérico | 4       | 0         | ¿Qué grado de satisfacción tiene usted acerca del uso del biodigestor?   | {1, Insatisf...   | Ninguno  | 4        | ☐  |
| 12 | Calidad        | Numérico | 4       | 0         | ¿Cómo considera usted la calidad del sistema Biodigestor?  | {1, mala...}      | Ninguno  | 4        | ☐  |
| 13 | Opción         | Numérico | 4       | 0         | ¿Cambiará el biodigestor por el fogón de leña?   | {1, Sí...}        | Ninguno  | 4        | ☐  |
| 14 | Mejora         | Numérico | 4       | 0         | ¿Ha mejorado su calidad de vida después de usar el Biodigestor?  | {1, Sí...}        | Ninguno  | 4        | ☐  |
| 15 | Contaminaci... | Numérico | 4       | 0         | ¿Se ha disminuido la contaminación en el ambiente, con el aprovechamiento de las heces (porcino y bovino)?     | {1, Sí...}        | Ninguno  | 4        | ☐  |
| 16 | Consumo        | Numérico | 4       | 0         | ¿Se ha disminuido el consumo de leña al emplear el Biogás para la cocción de alimentos?                        | {1, Sí...}        | Ninguno  | 4        | ☐  |
| 17 | Adaptación     | Numérico | 4       | 0         | ¿Le costó adaptarse a la nueva tecnología de Biodigestor?  | {1, Sí...}        | Ninguno  | 4        | ☐  |
| 18 |                |          |         |           |  |                   |          |          |    |
| 19 |                |          |         |           |  |                   |          |          |    |
| 20 |                |          |         |           |  |                   |          |          |    |
| 21 |                |          |         |           |  |                   |          |          |    |
| 22 |                |          |         |           |  |                   |          |          |    |
| 23 |                |          |         |           |  |                   |          |          |    |
| 24 |                |          |         |           |  |                   |          |          |    |
| 25 |                |          |         |           |  |                   |          |          |    |
| 26 |                |          |         |           |  |                   |          |          |    |
| 27 |                |          |         |           |  |                   |          |          |    |

Vista de datos    Vista de variables

## Anexo 11.



## Anexo 12.



Anexo 13.



Anexo 14.



Anexo 15.



Anexo 16.



Anexo 17.



**Anexos 18.**

| Combustible           | Consumo anual | Unidades de medida física | Factor de conversión | kWh         | Factor de emisión (Kg de CO2 eq/kWh) |                  | Kg de CO2 eq |
|-----------------------|---------------|---------------------------|----------------------|-------------|--------------------------------------|------------------|--------------|
| Gas natural           |               | Nm3                       | 10.7056 kWh/Nm3      | 0           | 0.2016                               | Kg de CO2 eq/kWh | 0            |
| Gasóleo               |               | Litros                    | 10.6 kWh/l           | 0           | 0.2628                               | Kg de CO2 eq/kWh | 0            |
| Fuel                  |               | Kg                        | 11.1611 kWh/Kg       | 0           | 0.2736                               | Kg de CO2 eq/kWh | 0            |
| GLP Genérico          |               | Kg                        | 12.6389 kWh/Kg       | 0           | 0.234                                | Kg de CO2 eq/kWh | 0            |
| Carbón nacional       | 82.782        | Kg                        | 5.6972 kWh/Kg        | 471.6256104 | 0.4032                               | Kg de CO2 eq/kWh | 190.1594461  |
| Carbón de importación |               | Kg                        | 7.0917 kWh/Kg        | 0           | 0.3564                               | Kg de CO2 eq/kWh | 0            |
| Gas butano            |               | Nº de bombonas o Kg       | 12.4389 kWh/Kg       | 0           | 0.2383                               | Kg de CO2 eq/kWh | 0            |