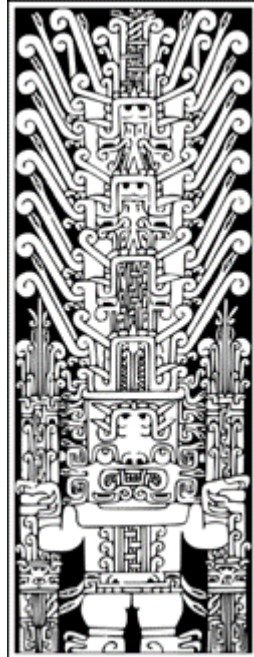


**UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLAREAL
ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO**



TESIS

**ENERGÍA LIMPIA, MEDIANTE BIODIGESTORES, COMO MEDIO PARA
MEJORAR CALIDAD DE VIDA Y CONDICIONES AMBIENTALES EN
LA PROTECCIÓN DE BOSQUES NATURALES EN SANTA CRUZ,
CAJAMARCA**

PRESENTADO POR

TELLO MALPARTIDA OMART DEMETRIO

PARA OPTAR EL GRADO ACADEMICO DE:

DOCTOR EN INGENIERÍA CIVIL

LIMA – PERU

2018

RESUMEN

En el presente trabajo tiene como objetivo principal determinar en qué medida la implementación de biodigestores en zonas rurales de la provincia de Santa Cruz contribuye a mejorar la calidad de vida de la población y las condiciones ambientales de protección de los bosques naturales. Para el efecto se desarrolló un instrumento que permitió evaluar la habitabilidad de la vivienda rural, tomando parámetros de acuerdo la naturaleza de la investigación. El instrumento se denomina “Instrumento de medición variable calidad de vida respecto de la habitabilidad en zona rural” y consta de 14 ítems, medidos en escala de Likert. Su confiabilidad fue evaluada mediante el estadístico alfa de Cronbach, a través de una muestra piloto, habiéndose obtenido un valor de 0.765, que permitió validar el instrumento. La implementación de cuatro biodigestores en la zona de investigación y su evaluación respecto al biol producido indican que son muy buenos para el uso agrícola, y respecto a la habitabilidad se ha determinado que la percepción de las condiciones de vida en la vivienda rural ha mejorado notablemente. En general la implementación de biodigestores como energía limpia en la provincia de Santa Cruz, Cajamarca, ha contribuido a mejorar la calidad de vida de los pobladores, mediante la implementación de cocinas mejoradas que contribuyen a mejorar las condiciones de salubridad y alimentación, así como un menor uso de la leña y el uso del biol contribuye a mejorar la calidad de los suelos y a preservar los bosques naturales. Recomendando ampliar el radio de aplicación de esta propuesta y desarrollar campañas de sensibilización a gobiernos locales y regionales para fomentar esta iniciativa.

Palabras Clave.- Energía limpia, Biodigestores, Calidad de vida.

ABSTRACT

The main objective of this study is to determine to what extent the implementation of biodigesters in rural areas of the province of Santa Cruz contributes to improving the quality of life of the population and the environmental conditions of protection of natural forests. For this purpose, an instrument was developed to evaluate the habitability of rural housing, taking parameters according to the nature of the research. The instrument is called "Measurement instrument variable quality of life with respect to habitability in rural areas" and consists of 14 items, measured on a Likert scale. Its reliability was evaluated using the Cronbach alpha statistic, through a pilot sample, having obtained a value of 0.765, which allowed to validate the instrument. The implementation of four biodigesters in the research area and their evaluation regarding the biol produced indicate that they are very good for agricultural use, and regarding habitability it has been determined that the perception of living conditions in rural housing has improved markedly. In general, the implementation of biodigesters as clean energy in the province of Santa Cruz, Cajamarca, has contributed to improve the quality of life of the inhabitants, through the implementation of improved kitchens that contribute to improve the conditions of healthiness and nutrition, as well as a reduced use of firewood and the use of biol contributes to improving soil quality and preserving natural forests. Recommending the expansion of the radius of application of this proposal and the development of awareness campaigns for local and regional governments to promote this initiative.

Keywords.- Clean energy, Biodigesters, Quality of life.

INTRODUCCION

El calentamiento global es uno de los principales problemas del planeta tierra. El aumento de la temperatura media global se ve reflejado en modificaciones ambientales, climáticas, sociales y económicas.

Esto se explica por el aumento de las concentraciones de gases de efecto invernadero por las actividades humanas que incluyen deforestación y la quema de combustibles fósiles como el petróleo y el carbón.

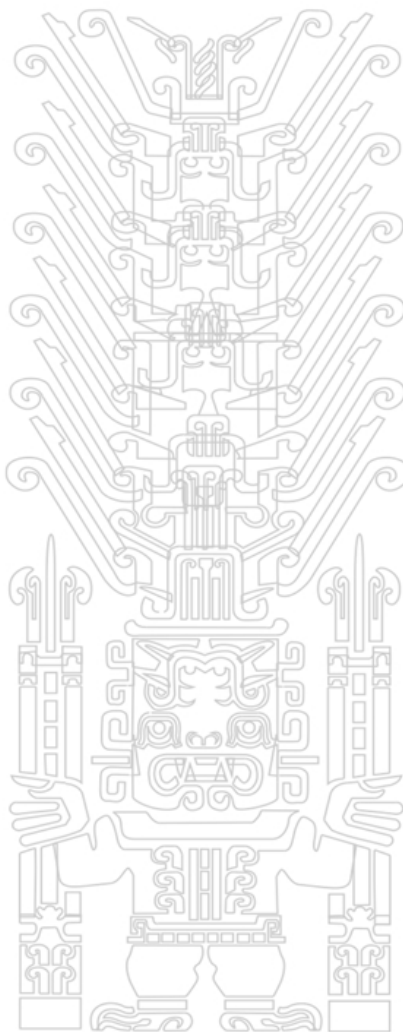
En la actualidad, el uso indiscriminado de energía, ha marcado la pauta para buscar soluciones más acordes a las necesidades de la sociedad, esto es, generar energía alternativa que no cause deterioro al medio ambiente, como los biocombustibles.

En las zonas rurales alto andinas, del Perú, Ecuador y Bolivia, las actividades principales de sus pobladores son la agricultura y ganadería a pequeña escala, ligada a la producción de desechos orgánicos que, al no ser tratados con responsabilidad, se convierten en un foco contaminante e infeccioso para el medio ambiente y la sociedad rural. El requerimiento de energía obliga a los pobladores a utilizar a gran escala leña (para lo cual deforesta) y desperdicios agrícolas secos (estiércol y residuos de cosecha) (Liriano, 2005).

Pazmiño (2016) indica, que en la localidad ecuatoriana de Peñaherrera el biodigestor es una alternativa energética que depende de las características del desecho orgánico proveniente de los animales de la granja, de la disponibilidad del agua, de la temperatura ambiente del lugar y de la capacitación de los usuarios, para que en conjunto presente múltiples oportunidades para generar productos útiles para el consumo humano (productos agrícolas) y como combustible (biogás). Además, señala que el uso de los biodigestores detuvo la tala de árboles de parte de las familias que ahora tienen instalado un biodigestor en su propiedad.

En ese sentido el presente trabajo de investigación tiene como objetivo determinar en qué medida la implementación de biodigestores en zonas rurales de la provincia de Santa Cruz, en el departamento de Cajamarca, contribuye a mejorar la calidad de vida

de la población y a mejorar las condiciones ambientales de protección de los bosques naturales.



CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

1.1 Antecedentes

El calentamiento global es uno de los principales problemas del planeta tierra. El aumento de la temperatura media global de algo más de medio grado se ve reflejado en modificaciones ambientales, climáticas, sociales y económicas.

Esto se explica por el aumento de las concentraciones de gases de efecto invernadero por las actividades humanas que incluyen deforestación y la quema de combustibles fósiles como el petróleo y el carbón.

El denominado efecto invernadero es el calentamiento que se produce cuando ciertos gases de la atmósfera de la Tierra retienen el calor. Estos gases dejan pasar la luz pero mantienen el calor como las paredes de cristal de un invernadero.

En primer lugar, la energía solar incide en la superficie terrestre, donde es absorbida y, a continuación, vuelve a la atmósfera en forma de calor. En la atmósfera, los gases de invernadero retienen parte de este calor y el resto regresa al espacio. Cuanto más gases de efecto invernadero, más calor es retenido.

Caballero et al (2007) reseñan que la atmósfera terrestre es una delgada capa de gases que rodea a nuestro planeta; esta delgada capa de gases que rodea al planeta, es muy importante dado que en ella residen los gases que son fundamentales para el desarrollo de la mayor parte de la vida en el planeta, además la atmósfera representa un medio importante en el que reside una buena parte de la vida en la Tierra.

Toda forma de vida en el planeta tierra requiere de energía, en sus diferentes formas. El ser humano ha desarrollado el uso de energías provenientes de restos fósiles, principalmente. En esa carrera no controlada, la industria ha

llevado a niveles extremos de producción, sin tener en cuenta los efectos contaminantes.

En la actualidad, el uso indiscriminado de energía, ha marcado la pauta para buscar soluciones más acordes a las necesidades de la sociedad, esto es, generar energía alternativa que no cause deterioro al medio ambiente, como los biocombustibles. Debido a que las fuentes de energía fósiles, como el carbón, el gas natural y el petróleo, se están sobreexplotando, se agotarán en breve, sin embargo, el CO₂ emitido, ya está perjudicando el medio ambiente y los primeros síntomas del cambio climático global son, cada vez, más evidentes. ¿Cómo es que se evidencian?

En las zonas rurales alto andinas, del Perú, Ecuador y Bolivia, las actividades principales de sus pobladores son la agricultura y ganadería a pequeña escala, ligada a la producción de desechos orgánicos que, al no ser tratados con responsabilidad, se convierten en un foco contaminante e infeccioso para el medio ambiente y la sociedad rural. El requerimiento de energía obliga a los pobladores a utilizar a gran escala leña (para lo cual deforesta) y desperdicios agrícolas secos (estiércol y residuos de cosecha) (Liriano, 2005).

Pazmiño (2016) concluye, en su tesis de Maestría, que en la localidad ecuatoriana de Peñaherrera el biodigestor es una alternativa energética que depende de las características del desecho orgánico proveniente de los animales de la granja, de la disponibilidad del agua, de la temperatura ambiente del lugar y de la capacitación de los usuarios, para que en conjunto presente múltiples oportunidades para generar productos útiles para el consumo humano (productos agrícolas) y como combustible (biogás). Además, señala que el uso de los biodigestores detuvo la tala de árboles de parte de las familias que ahora tienen instalado un biodigestor en su propiedad.

1.2 Aspectos generales

Santa Cruz es una provincia ubicada en la zona centro de la región de Cajamarca. En términos generales, esta zona presenta un clima muy variado, de templado a cálido en los valles y frío en las alturas, la temperatura oscila entre 18 a 30°C en el día y hasta 0°C en la noche, el periodo de lluvias es entre los meses de setiembre a marzo. La cobertura vegetal es menos densa, respecto a la de la zona norte.

Una primera aproximación a la zona en estudio, mediante encuestas, ha permitido establecer que un 78,8% de las familias han manifestado que algunos de sus integrantes han sufrido enfermedades infecto respiratorias en el último año (2012), que los problemas de salud de la población, se deben principalmente a:

- Las prácticas no adecuadas de higiene personal.
- La inadecuada manera de manipulación y preparación de alimentos.
- La inhalación de humo producto del uso de la leña como combustible en el fogón.
- Los cambios de clima.
- El inadecuado ambiente de cocina por la poca ventilación e iluminación del ambiente.
- La crianza de animales menores cerca de la cocina como cuyes y gallinas.

La cocina es un factor decisivo en esta problemática, consultados al respecto, los pobladores señalaron mayoritariamente contar dentro de sus viviendas con ambientes de cocina exclusivas, las mismas que se caracterizan generalmente por la poca iluminación y ventilación de los ambientes, siendo contraproducente para la salud de sus integrantes; en tanto el resto de las familias manifiestan contar con sus ambientes de cocina fuera de la viviendas (intemperie), lo que les hace propenso a riesgos de contaminación por la cercanía al polvo y a los animales.

El 72,5% de las familias en estudio utilizan el fogón para la cocción de sus alimentos. Además, se puede constatar como dato importante que el 25% de las mismas cuentan con cocinas mejoradas, las cuales han sido instaladas en su mayoría por proyectos de gestión municipal.

El material utilizado como combustible para cocinar es la leña, siendo el modo de obtención de la leña por parte de las familias, el recojo.

Por otro lado, en lo que se refiere al cultivo, las familias se orientan al pan llevar y al comercio local. La mayoría de las familias fertilizan sus cultivos con productos químicos.

1.3 Problemas de Investigación

1.3.1 Problema General

¿En qué medida la implementación de biodigestores en zonas rurales de la provincia de Santa Cruz contribuye a mejorar la calidad de vida de la población y las condiciones ambientales de protección de los bosques naturales?

1.3.2 Problemas Específicos

¿En qué medida la implementación de biodigestores en zonas rurales de la provincia de Santa Cruz contribuye a mejorar la calidad de vida de la población

¿En qué medida la implementación de biodigestores en zonas rurales de la provincia de Santa Cruz contribuye a mejorar las condiciones ambientales de protección de los bosques naturales?

1.4 Objetivos de la Investigación

1.4.1 Objetivo General

Determinar en qué medida la implementación de biodigestores en zonas rurales de la provincia de Santa Cruz contribuye a mejorar la calidad de

vida de la población y las condiciones ambientales de protección de los bosques naturales.

1.4.2 Objetivos Específicos

Determinar en qué medida la implementación de biodigestores en zonas rurales de la provincia de Santa Cruz contribuye a mejorar la calidad de vida de la población.

Determinar en qué medida la implementación de biodigestores en zonas rurales de la provincia de Santa Cruz contribuye a mejorar las condiciones ambientales de protección de los bosques naturales.

1.5 Justificación e Importancia de la Investigación

1.5.1 Justificación de la investigación

Debido al consumo diario de leña, en la comunidad se aprecia una excesiva deforestación de los árboles y arbustos nativos de la zona, lo cual está generando problemas de erosión de los suelos; el uso de leña para cocción es una de los principales factores de deforestación, por lo que amerita buscar alternativas de generación de fuentes de energía y ahorro de leña.

1.5.2 Importancia de la investigación

El uso de energías limpias constituye una de los bastiones principales para la sostenibilidad del planeta. La implementación de biodigestores en zonas rurales es el hilo conductor para verificar la mejora de la calidad de vida de la población rural, generalmente abandonada por las instancias del Estado.

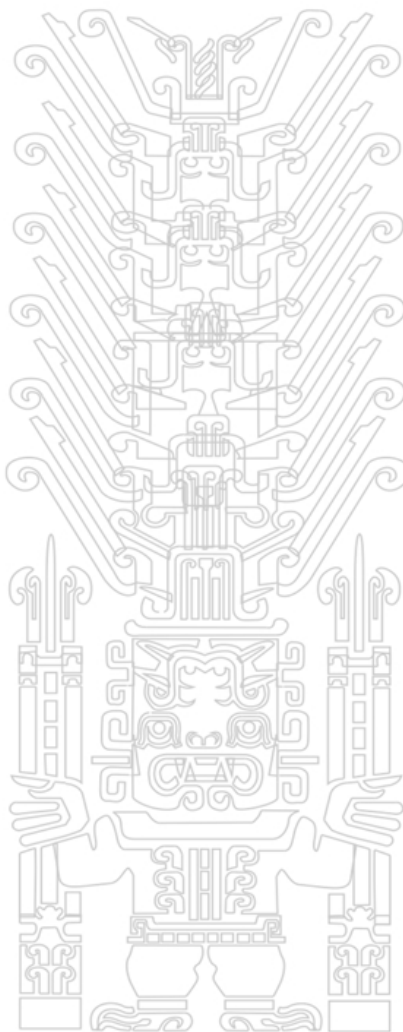
1.6 Delimitación de la Investigación

1.6.1 Delimitación espacial

La investigación se efectuará en los distritos rurales de la provincia de Santa Cruz, en la norteña Región de Cajamarca.

1.6.2 Delimitación temporal

El estudio comprende el período 2013-2016.



CAPÍTULO II

MARCO TEORICO

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

Pazmiño (2016), en su tesis de Maestría “Biodigestores una solución energética para la población rural. Uso del biogás en un caso de estudio”, aborda la necesidad de introducir su uso en las zonas andinas. Encontró que:

- El uso de los biodigestores mejoró notablemente la situación de las mujeres de la familia quienes estaban encargadas de suministrar la leña en el hogar y utilizarla para cocinar los alimentos, beneficio que se vio reflejado en el ahorro de tiempo y la disponibilidad del mismo para realizar otras tareas de crecimiento personal y familiar que antes estaban impedidas.
- Se mejoró, de esa manera, la calidad de vida de la población.

Arce (2011), en su tesis para el diseño de un biodigestor, concluye que:

- La implementación de biodigestores es rentable y aplicable en cualquier zona ganadera.
- Es posible reducir el consumo de energías no renovables, conservando un porcentaje significativo de la conservación del ecosistema circundante.
- Su implementación requiere de la generación constante de desechos orgánicos durante el año.
- Los biodigestores coadyuvan en sistemas de cultivo integrados, contribuyendo a la reducción de polución y dándole valor a los excrementos del ganado.
- El impacto del biodigestor económico es efímero. La elección de la técnica y los buenos resultados depende de aspectos como localización, tamaño y la tecnología utilizado.

Monar (2009), en su tesis sobre Diseño de un Biodigestor, concluye dos aspectos importantes:

- La producción de 3m^3 de biogás permite cubrir por lo menos el 35% de la energía que consume la localidad de Bolívar, en el Ecuador.
- El biodigestor, produce adicionalmente 450 Kg de N, 23 de P y 148 kg de K, con lo cual se sustituirían, alternativamente, el 86% de los fertilizantes químicos, necesarios para la actividad agrícola.

Quipusco y Quispe (2011), reportaron la implementación de un biodigestor en base a estiércol de cuy, en Lurín (Lima), concluyendo que:

- El lodo séptico y el pre-compost resultaron ser eficientes en la puesta en marcha del biodigestor, logrando así, producir biogás a los 20 días del arranque del biodigestor.
- Determinaron una eficiencia de $0.22\text{ m}^3/\text{d}/\text{m}^3$ de digestión.

Carrasco (2015), desarrolla su tesis de Ingeniería Industrial para el aprovechamiento de los residuos en una empresa productora de pisco, con criterios de sostenibilidad. Concluye que:

- La empresa depende de un insumo que se encuentra muy ligado en su proceso de producción como es la leña, por ello cualquier variación en el precio de dicho insumo se vería reflejado en el precio de sus productos.
- El reemplazo a biogás por leña le permite a Viña Castilla reducir los costos de producción y a su vez, ser sostenible en el tiempo pues dependerá únicamente de los residuos que se obtienen del proceso producción del Pisco.

Toala (2013), en su tesis de Diseño de un Biodigestor de polietileno, concluye que:

- El tiempo de retención estimado para la producción de biogás y biofertilizante de acuerdo al prototipo realizado es de 40 días, con lo que se garantiza la funcionalidad del diseño y la generación de los productos de la digestión anaerobia para el rancho Verónica.

- La implementación constituye una alternativa viable para manejo adecuado de los residuos orgánicos y la protección del ambiente, evitando la acumulación excesiva de estiércol.

Campero (2013), en su tesis denominada “Monitorización y evaluación comparativa de la tecnología de biodigestión anaerobia como fuente de energía renovable en dos ámbitos familiar e industrial en Bolivia“, concluye que:

- En un proceso semicontinuo como es el de los biodigestores en PVC, el comportamiento de digestión de los reactores anaerobios, con porcentajes menores al 25,2% (valor más alto en promedio obtenido por los biodigestores) existe un efecto sinérgico alcanzando valores máximos de 6,45 L, biogás d-1 y de 546,06 LCH₄ kgSV-1:
- Las condiciones de aplicabilidad de los biodigestores han sido influenciados por el incremento de la temperatura y en especial por las mezclas en la composición de la alimentación a los biodigestores.

Tavizón (2010), en su tesis denominada “Diseño de un biodigestor para desechos orgánicos de origen vegetal“, concluye que:

- Fue posible generar una energía alternativa, el biogás, que considerando el rol que juega el ser humano con su entorno, le corresponde a él mismo plantear soluciones más viables ante la inminente crisis energética que se está causando y ante la urgente necesidad de preservar el medio ambiente
- Se propiciaron hábitos de una nueva conciencia ecológica, que son los que perduran durante toda la vida y es importante marcar la pauta en este momento, en el que los estudiantes emprenden el vuelo hacia nuevos horizontes, donde demostrarán que son capaces de resolver diferentes problemas cotidianos en el contexto que se presenten.

Vera y Martínez (2013), en un artículo denominado “Potencial de generación de biogás y energía eléctrica Parte I: excretas de ganado bovino y porcino“, reportan la problemática generada por residuos de ganado vacuno y porcino

en las zonas agrícolas de Michoacán, México. Concluye, en dicho estudio, lo siguiente:

- El aprovechamiento de las excretas de ganado bovino y porcino para la generación de biogás y obtención de energía eléctrica resulta ser altamente atractivo en cuanto al ahorro que se puede obtener en uso de energía eléctrica.
- Se contribuiría a la mitigación de la generación de CO₂ que de acuerdo a las disposiciones internacionales incidirá en la mitigación del calentamiento global.

En lo que se refiere a la calidad de vida en zonas rurales, Pérez (2001) trabajó cuatro tipos de indicadores de calidad de vida para el medio rural:

- Importancia económica y social que tiene el poblador rural;
- Situación, recursos y cobertura de los servicios de salud;
- Dinámica de la población;
- Condiciones ambientales.

Justifica su trabajo basándose en la proporción de la población rural en América Latina que representa el 24% del total.

Hernández y Velásquez (2014) desarrollaron una investigación que comprendía la elaboración de un instrumento de medición del “déficit por la calidad de la vivienda social y económica a través de la evaluación de los indicadores que componen la habitabilidad interna de la vivienda, debido al análisis físico-espacial de los prototipos de vivienda y al análisis psicosocial realizado a los usuarios”.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Biodigestores

2.2.1.1 Biogás

Varnero (2011), define: “El biogás como 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”. Es necesario precisar que cuando el biogás tiene un contenido de metano superior al 45% es inflamable.

Siguiendo a Deublein & Stenhauser (2008), Varnero elabora el siguiente cuadro, que resume las principales características del biogás.

Cuadro N°1: Propiedades del Biogás

Composición	55-70% metano (CH ₄) 30-45% dióxido de carbono (CO ₂) Trazas de otros gases
Contenido energético	6.0 - 6.5 kW h m ⁻³
Equivalente de combustible	0.60 - 0.65 L petróleo/ m ⁻³ biogás
Límite de explosión	6 - 12% de biogás en el aire
Temperatura de ignición	650 – 750°C (con el contenido de CH ₄ mencionado)
Presión crítica	74 – 88 atm
Temperatura crítica	-82.5°C
Densidad normal	1.2 kg m ⁻³
Olor	Huevo podrido (el olor de biogás desulfurado es imperceptible)
Masa molar	16.043 kg kmol ⁻¹

Fuente: Deublein y Steinhauser (2008)

2.2.1.2 Factores determinantes en el proceso de producción de biogás

Varnero (2011) distingue los siguientes factores involucrados en la producción de biogás:

- **Naturaleza y composición bioquímica de materias primas.** Las diversas materias primas que se pueden utilizar en la fermentación metanogénica, pueden ser residuos orgánicos de origen vegetal, animal, agroindustrial, forestal, doméstico u otros.
- **Relación carbono/nitrógeno de las materias primas.** Toda la materia orgánica es capaz de producir biogás al ser sometida a fermentación

anaeróbica. La calidad y la cantidad del biogás producido dependen de la composición y la naturaleza del residuo utilizado. Los niveles de nutrientes deben de estar por encima de la concentración óptima para las metanobacterias, ya que ellas se inhiben severamente por falta de nutrientes. El carbono y el nitrógeno son las principales fuentes de alimentación de las bacterias metanogénicas. El carbono constituye la fuente de energía y el nitrógeno es utilizado para la formación de nuevas células. Estas bacterias consumen 30 veces más carbono que nitrógeno, por lo que la relación óptima de estos dos elementos en la materia prima se considera en un rango de 30:1 hasta 20:1.

- **Niveles de sólidos totales y sólidos volátiles.** La materia orgánica utilizada está compuesta de agua y una fracción sólida llamada sólidos totales (ST). El porcentaje de sólidos totales contenidos en la mezcla con que se carga el digester es un factor importante a considerar para asegurar que el proceso se efectúe satisfactoriamente. Experimentalmente se ha demostrado que una carga en digestores semicontínuos no debe tener más de un 8% a 12% de sólidos totales para asegurar el buen funcionamiento del proceso, a diferencia de los digestores discontinuos, que tienen entre un 40 a 60% de sólidos totales.
- **Temperatura.** Los procesos anaeróbicos son fuertemente dependientes de la temperatura. La velocidad de reacción 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 digester, 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 digester pueden gatillar la desestabilización del proceso. Por ello, para

garantizar una temperatura homogénea en el digestor, es imprescindible un sistema adecuado de agitación y un controlador de temperatura.

- ***Tiempo de retención hidráulico (TRH) y velocidad de carga orgánica***

El volumen de sustrato orgánico cargado diariamente al digestor tiene una relación de tipo inversa con el tiempo de retención, dado que a medida que se incrementa la carga volumétrica disminuye el tiempo de retención. El tiempo de retención, junto con la velocidad de carga orgánica determinada por el tipo de sustrato, son los principales parámetros de diseño, definiendo el volumen del digestor. La materia orgánica o sólidos volátiles (SV) se refiere a la parte de la materia seca (MS) o sólidos totales (ST), que se volatilizan durante la incineración a temperaturas superiores a 550°C. Los residuales de animales pueden tener un contenido de MS mayor del 10 % de la mezcla agua estiércol. Según los requerimientos operacionales para un reactor anaerobio, el contenido de MS no debe exceder el 10 % de la mezcla agua estiércol en la mayoría de los casos. Este factor sugiere que, en el caso de residuales de granjas, estos deben diluirse antes de ser tratados.

- ***Nutrientes (niveles de sales)***. Se requieren macronutrientes (nitrógeno y fósforo) y micronutrientes (minerales traza) en el proceso anaeróbico para la síntesis de nueva biomasa. Sin embargo, una de las ventajas de los procesos de digestión anaeróbica, frente a los procesos aeróbicos, es su baja necesidad de nutrientes derivada de los bajos índices de producción de biomasa que presentan los microorganismos anaeróbicos.
- ***Hidrógeno***. El hidrógeno es un compuesto intermedio importante del proceso anaeróbico. Su acumulación en el medio provoca la inhibición de la acetogénesis, esto genera la acumulación de ácidos grasos volátiles con más de dos átomos de carbono.
- ***Nitrógeno amoniacal*** El amoníaco puede estar presente en las materias primas que entran al digestor o ser producido durante la

degradación anaeróbica de compuestos orgánicos nitrogenados tales como proteínas o aminoácidos. Las proteínas generalmente contienen 16% de nitrógeno.

- ***Sulfatos y sulfuros***. La presencia de elevadas concentraciones de sulfato en el sustrato puede producir la inhibición del proceso anaeróbico, especialmente de la metanogénesis. En presencia de sulfatos, las bacterias metanogénicas compiten con las sulfato-reductoras por los mismos sustratos (acetato e hidrógeno), mostrando éstas últimas ventajas termodinámicas y cinéticas sobre las primeras. El resultado de esta competencia determinará la proporción de ácido sulfhídrico y metano en el biogás producido.
- ***Cationes y metales pesados***. Los cationes de metales alcalinos y alcalino-térreos estimulan la actividad de las bacterias a bajas concentraciones. A partir de un nivel de concentración, pueden proporcionar toxicidad provocando una disminución de la velocidad de crecimiento.

Martínez, Carlos; Oechsner, Hans; Brulé, Mathieu & Marañón, Elena (2014), destacan que el potencial máximo de producción de biogás de un residuo orgánico se determina experimentalmente mediante un ensayo discontinuo o batch a escala de laboratorio en el que el material objeto de estudio se biodegrada completamente en condiciones anaerobias controladas. Algunos de los residuos orgánicos:

- Residuos agrícolas de cooperativas de producción agropecuaria (excedentes, baja calidad, etc.).
- Residuos ganaderos (purines de cerdo, estiércol de vacuno, gallinaza, etc.). Residuos alimentarios de origen animal (mataderos e industrias cárnicas, residuos de las industrias lácteas, pescado y restos de la transformación de productos de mar, etc.).
- Residuos alimentarios de origen vegetal (excedentes y destríos de la producción hortofrutícola, bagazos de la industria de zumos, restos procedentes de conserveras, aceites usados, vinazas, etc.).

- Lodos grasos de depuradora industrial alimentaria.

López (2001) sistematiza en tres pasos la formación del biogás:

- Hidrólisis
- Acidificación
- Generación del metano.

En cada uno de ellos participan, de un modo u otro, bacterias que aceleran el proceso. Se acuña, a propósito de esto, el término biodigestión anaerobia, entendida como un proceso bioquímico de fermentación microbiana de sustancias orgánicas en ausencia de oxígeno.

2.2.1.3 Biodigestores

Martí (2008), en un documento auspiciado por la ONG GTZ, define un biodigestor como un sistema natural que aprovecha la digestión anaerobia (en ausencia de oxígeno) de las bacterias que ya habitan en el estiércol, para transformar este en biogás y fertilizante. Se reseña además la utilidad del biogás en el medio rural: como combustible en las cocinas, calefacción o iluminación, y en grandes instalaciones se puede utilizar para alimentar un motor que genere electricidad. Se destaca también que el producto secundario, fertilizante (biól), actualmente se está tratando con la misma importancia, o mayor, que el biogás, ya que provee a las familias de un fertilizante natural que mejora fuertemente el rendimiento de las cosechas.

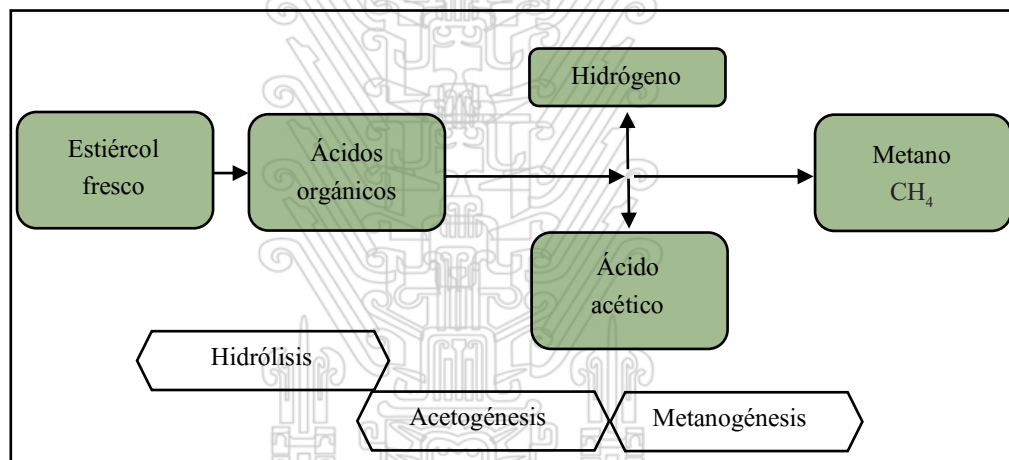
Algunas utilidades básicas del biogás generado por biodigestores, en medio rural, son destacadas por Martí (2008):

- Aprovechar el estiércol para producir su propio combustible y un fertilizante natural mejorado. El estiércol acumulado cerca de las viviendas supone un foco de infección, los olores y moscas desaparecerán al ser introducido el estiércol diariamente en el biodigestor familiar.
- Las enfermedades respiratorias que sufren, principalmente las mujeres, por la inhalación de humo al cocinar en espacios cerrados con leña o

bosta seca. La combustión del biogás produce mínima cantidad de humos y su carga en ceniza es considerablemente menor que el humo proveniente de la quema de madera.

Teniendo en cuenta que el insumo principal, en medio rural, es el estiércol, Martí (2008) sistematiza el proceso de generación del biogás, considerando que el estiércol fresco almacenado en el reactor contiene bacterias que continúan digiriendo, producto de ello se genera el metano, dióxido de carbono y otros gases”. Al hacer esta digestión en ausencia de aire (digestión anaerobia) se produce biogás, que es uno de los intereses de un biodigestor”.

Figura N° 1: Proceso biológico al interior de un biodigestor



Fuente: SEMANART, 2010. México

En un documento de la Secretaría del Medio Ambiente de México, SEMANART (2010), se señala que el sistema de biodigestión anaeróbica, consiste de un proceso centralizado de manejo de estiércol, los cuales son enviados a un biodigestor, con un sistema de agitación y remoción de lodos, una laguna secundaria, un sistema de recolección, conducción y utilización del biogás para generación de energía eléctrica y un quemador.

En el mismo documento de SEMANART (2010) se establecen los factores base a tener en cuenta para la construcción de biodigestores:

- Tipo y volumen de la biomasa (excretas porcinas y estiércol bovino)
- Características Físicas, Químicas y Biológicas de la biomasa
- Aspectos de localización.

Tipos de biodigestores

Los biodigestores pueden ser del tipo: de carga continua, semicontinuos o de carga discontinua. Su concreción depende del tipo de uso que se le dará, de la materia prima a utilizar y las condiciones ambientales, como ya se ha señalado.

Varnero (2011) los describe de la siguiente manera:

- ***Digestores de carga continua***: son usualmente usados en la industria pues la carga de los desechos se lo hace de manera automatizada hacia el biodigestor, generando una producción continua de biogás debido a la gran cantidad de material orgánico disponible.
- ***Digestores de carga semi continua***: son los más utilizados en la zona rural, pues el efluente de salida es inmediatamente repuesto por el efluente de entrada. Éste sistema es comúnmente usado en sistemas domésticos y pequeños, siendo los más populares los digestores de construcción tipo indio o chino.
- ***Biodigestores de carga discontinua***: son aquellos que se abastecen del material orgánico cada vez que baja la producción del biogás, esto quiere decir que la carga se la hace por completo cuando se ha vaciado el contenido del material antiguo del biodigestor.

Dimensionamiento de un biodigestor

Un aspecto básico es el contexto ambiental, específicamente los parámetros climáticos. “Es necesario recopilar y analizar las temperaturas mínimas, medias y máximas del medio ambiente, ya que estas tendrán gran influencia en la selección del tiempo de retención. En base a estos datos se determinará una temperatura media mensual que servirá como base para establecer el Tiempo de Retención adecuado para la eficiente degradación de la materia orgánica”. (SEMANART, 2010).

Otros criterios sistematizados por la guía del SEMANART son:

- **Determinación de Biomasa:** Los cálculos deberán basarse en la información proveniente de cada caso en particular. Por ejemplo, para granjas porcinas, granjas de ganado vacuno tiene diferente estructura y desarrollo mensual, durante el año de operación representativo, en donde se registren los movimientos en la existencia de animales en consideración de los diferentes parámetros zootécnicos, tales como tasas de pariciones, mortalidad, entradas y salidas por compra venta, entre otros.
- **Determinación de Flujo Volumétrico del influente:** Para esto, se calculará la cantidad de agua que se ocupará dentro del sistema. Lo anterior, debido a que la eficiencia del proceso anaeróbico dependerá de una correcta relación agua-contenido de sólidos.
- **La cantidad de agua disponible** para ser utilizada en el diseño del biodigestor, dependerá del sistema de manejo de estiércoles con el que cuentan las unidades productivas. En ninguno de los casos, se considerará el uso y aplicación de agua limpia.
- **Características físicas, químicas y biológicas del influente:** Entre los principales parámetros a considerar, se encuentran el contenido de sólidos (Sólidos Totales, Sólidos Sedimentables, Sólidos Volátiles); pH, relación Carbono-Nitrógeno, Demanda Bioquímica y Química de Oxígeno y la presencia de Agentes Inhibidores.
- **Cantidad de materia orgánica presente en el sistema.** considerar datos de la cantidad de sólidos volátiles, Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y de la Demanda Química de Oxígeno (DQO), mismos que servirán para cuantificar la carga orgánica del sistema, el cual será el parámetro base para calcular el volumen del biodigestor.
- **pH:** Este parámetro permitirá considerar en el diseño, la alcalinidad o acidez del influente, ya que estos, en caso de no encontrarse en un intervalo óptimo, limitarán o en su caso inhibirán, las diferentes etapas microbiológicas de la degradación anaerobia (hidrólisis, acidogénesis, acetogénesis y metanogénesis). En caso de

que la materia orgánica contenga una gran cantidad de acidez o alcalinidad, la producción de biogás podrá verse inhibida. Es recomendable el rango de pH entre 6.5 y 7.5.

- **Selección del Tiempo de Retención Hidráulica:** El Tiempo de Retención es único y se determinará para cada proyecto en particular, considerará la carga orgánica, la temperatura del influente y la del medio ambiente.
- **Volumen del Biodigestor:** Como mínimo, el cálculo del volumen del biodigestor considerará la relación que existe entre el flujo del influente, carga orgánica y el Tiempo de Retención Seleccionado.

En relación a los factores descritos, para la construcción de biodigestores, Rajendran et al.(2012) enfatizan que el material orgánico:

- Debe contener buena cantidad de nutrientes como fosforo, nitrógeno y sulfuro para la producción del biogás;
- Debe ser fácilmente degradable y la carga del material debe ser de forma continua para la obtención de mayor cantidad de biogás.
- La mezcla en éste proceso es importante pues normalmente el material putrefacto forma natas que evitan la salida de los gases mientras que el exceso de mezcla mata los microorganismos

Clase de animal	% por peso vivo		% del material de digestión		Relación C/N	P – Producción de biogás (m3 de gas / 1kg SO)
	PE - Estiércol	PO - Orina	% EST Solidos	% SO Solidos orgánicos		
Vacunos	5	4	15-16	13	20	0,250
Cerdos	2	3	16	12	13	0,350
Caprinos, ovejas	3	1,5	30	20	30	0,200

El manual de la Unidad Minero Energético de Colombia (2003) sistematizó la siguiente tabla respecto al material orgánico:

Caballos	5	4	25	15	20	0,250
Avícolas, gallinas	4,5	4,5	25	17	5-8	0,400
Humanos	1	2	20	15	8	0,300

Tabla N° 1: Valores y características del estiércol de algunos animales

Fuente: Unidad de planeación minero energético (2003:33)

Biodigestor Unitubular familiar

Los componentes y partes del biodigestor tubular unifamiliar se describen de la siguiente manera:

a. Poza de entrada. Es el lugar donde se realiza la mezcla de estiércol y agua que deberá ingresar al biodigestor a través de una canastilla que impida el paso de material sólido, sus medidas son variables, una poza estándar es de 60 cm de largo por 50 cm de ancho por 30 cm de profundidad.

b. Reactor. Estructura de forma cilíndrica hecha de geomembrana de PVC, tiene capacidad para diez metros cúbicos. El 75% de la capacidad lo ocupa la mezcla de agua y estiércol y el 25 % restante es para el biogás. El reactor tiene cuatro tuberías:

- Una tubería de 4” de diámetro conectada a la poza de entrada o de carga.
- Una tubería de 4” de diámetro conectada a la poza de salida de biol.
- Una tubería de 4” de diámetro para salida de sólidos.
- Una tubería de 1” de diámetro de salida para el Biogás.

c. Poza de salida. Está conectada a la tubería de salida del reactor y es por donde sale y se recibe el biol después de haber sido fermentado y se encuentra listo para ser utilizado en la fertilización de cultivos.

d. Tubería de conducción de gas. Consta de una manguera de

polietileno de ½” la cual transporta el biogás desde el reactor hacia el reservorio, cocina o donde el usuario lo necesita.

e. Válvula de seguridad. Es un elemento fundamental del sistema. Para asegurar que la presión de gas dentro del biodigestor no se incremente de manera descontrolada, es importante contar con un mecanismo de escape del gas, aliviando así la presión.

- **Techo Invernadero.** Consta de un toldo construido en base a un plástico sobre una estructura en forma de cúpula especial para invernadero el cual cumple la principal función de mantener la temperatura elevada en el reactor además de proteger de agentes externos que puedan perjudicar la estructura como animales, niños, lluvia, etc.

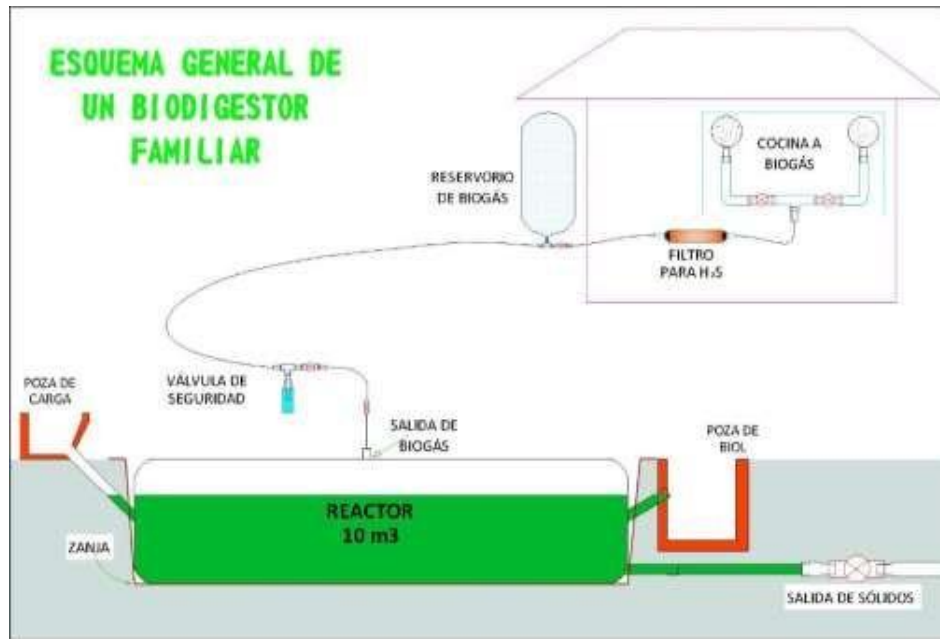
Materiales: 12 arcos de fierro de 3/8 x 2.25 m de largo + 12 tuberías de luz de ½” x 2.25 m de largo + soguilla 150 m + plástico invernadero 30 m².

f. Reservorio. Es el lugar donde se almacena el biogás cuando éste no es utilizado en la cocina. Este construido de plástico simple o geo membrana, su capacidad es variable.

g. Filtro para H₂S. Consiste en hacer pasar al biogás por una tubería llena de viruta de fierro, de esta manera el ácido sulfhídrico (H₂S) que es muy corrosivo, queda atrapado en el filtro y se evita que pase a la cocina.

h. Cocinas. Construidas de arcilla y hornillas o quemadores adaptados que están conectados a la manquera de biogás, cada cocina se controla con una llave de paso (Martí, 2008).

Figura N° 2: Esquema del diseño del Biodigestor Familiar



Fuente: Elaboración propia

2.2.2 Calidad de vida

Arias (2013) señala que el término calidad de vida “implica la conjunción de ideales, propósitos, necesidades básicas y recursos, que se constituyen en las realidades y contextos en que las personas habitan y construyen sus espacios de relaciones y que sirven de referentes comparativos respecto de otros sujetos”.

Pérez (2001) considera cuatro tipos de indicadores de calidad de vida para el medio rural:

- importancia económica y social que tiene el poblador rural;
- situación, recursos y cobertura de los servicios de salud;
- dinámica de la población;
- condiciones ambientales.

Justifica su trabajo basándose en la proporción de la población rural en América Latina que representa el 24% del total y en México representa el 24,5% (24,398 millones de 98,881).

Ochoa (2011) aborda la necesidad de entender las dimensiones objetivas y subjetivas de la calidad de vida:

- La calidad de vida normalmente se asocia a las condiciones de vida de una persona con un mayor peso de las dimensiones objetivas, tomando en cuenta aquello que es deseable o indeseable de acuerdo a ciertos estándares predeterminados.
- Dentro de lo subjetivo, considerar, por ejemplo, las reacciones de las personas a las circunstancias objetivas o satisfacción con esas circunstancias, para hacer una evaluación global de la calidad de vida

Para Hernández (2014) calidad de vida es una categoría multidimensional, presupone el reconocimiento de las dimensiones materiales, culturales, psicológicas y espirituales del hombre, combate el concepto de hombre unidimensional y uniforme y obliga a desplegar mucha creatividad para aprender la diversidad humana.

En la misma perspectiva, Becerra (2011) precisa que la calidad de vida se encuentra en función del acceso que tiene la persona a satisfacer tanto necesidades materiales, como necesidades espirituales o culturales. La calidad de vida es un proceso dinámico de una persona u hogar determinados, que cambia constantemente y de forma casi imperceptible. Por lo anterior, sólo se puede hablar de un “nivel de calidad de vida” en un momento o período determinado. El concepto depende en gran medida de la concepción propia de mundo que tiene el sujeto en particular: la interpretación y valoración que le da a lo que tiene, con vive y a lo que aspira.

Según Max Neef (2001), la calidad de vida depende de la posibilidad que tienen las personas de satisfacer adecuadamente las necesidades humanas fundamentales, según categorías axiológicas que da lugar a las necesidades de subsistencia, protección, afecto, entendimiento, participación, ocio, creación, identidad y libertad y otra que según las categorías existenciales de ser, tener, hacer y estar. La clasificación existencial, añade Max Neef, indica los ámbitos o dimensiones los cuales llevan a cabo la realización del hombre como tal y la

clasificación axiológica expresa dimensiones que tienen una amplia aceptación.

Desde la perspectiva argentina, Velásquez (2015) afirma que "la calidad de vida es una medida de logro respecto de un nivel establecido como óptimo, teniendo en cuenta dimensiones socioeconómicas y ambientales dependientes de la escala de valores prevaleciente en la sociedad y que varían en función de las expectativas de progreso histórico". En la necesidad de medir el índice de calidad vida, añade que:

- Las dimensiones salud y vivienda son fundamentales en este propósito.
- En el caso de la salud, donde el indicador central es la posibilidad de acceso al agua potable, en la metodología urbana se considera el acceso a agua por red pública como la mejor situación, en cambio, la mejor condición relativa en las áreas rurales es que el agua proceda de pozo y sea obtenida mediante una bomba automática.
- En la dimensión vivienda, el indicador ajustado corresponde a la presencia de inodoros, específicamente su forma de desagüe, que en la ciudad será a la red pública, en cambio en el espacio rural, lo óptimo sería que fuera a la cámara séptica y luego al pozo ciego.

Hernández y Velásquez (2014) resaltan la importancia de abordar la calidad de vida desde la habitabilidad. Para ello señalan que:

- Los factores objetivos se componen por todos los indicadores medibles o cuantificables que tienen relación directa con la percepción que posee el individuo de su hábitat, compuesto por la vivienda, el vecindario y la ciudad.
- Los factores subjetivos son las transacciones psicológicas que se presentan entre las relaciones existentes entre el individuo y su vivienda con el vecindario y la ciudad; dependen directamente de la interpretación particular de cada sujeto.

En esta misma perspectiva, Hernández y Velásquez establecen una clasificación de los factores objetivos y subjetivos:

- El factor físico-espacial del nivel sistémico primario estudia la relación que mantiene el individuo con el espacio interior de su hábitat. Se agrupa en cuatro grandes rubros: espacio, forma, hacinamiento y dimensiones.
- Las transacciones psicológicas que tienen relación con el usuario y los espacios internos del hábitat en el nivel sistémico primario se concentran en seis parámetros principales: placer, activación, significación, funcionalidad, operatividad y privacidad.

Desarrollando los seis parámetros correspondientes a las transacciones psicológicas, Hernández y Velásquez (2014) sistematizan lo siguiente:

- El **placer** es la variable que mide la percepción de agrado, satisfacción y libertad que se genera en el interior de las viviendas, y que propicia el bienestar humano y el crecimiento personal, generando sentido de afiliación y pertenencia.
- La **activación** se mide a través de los niveles de tensión emocional que genera el hábitat, que se traducen en orden y tranquilidad para los usuarios. Los estímulos que provocan estas sensaciones son el color, la luz, el calor, el frío y el ruido.
- La **significación** es el conjunto de símbolos y signos que son la expresión propia de cada usuario, y que afianzan el sentido de identidad, pertenencia, arraigo y estatus.
- La **funcionalidad** es la medición de la propiedad de los espacios en relación al fin para el cual fueron diseñados, disposición y comunicabilidad de los espacios se traduce en una mejor practicidad y eficiencia de los mismos.
- La **operatividad** evalúa la forma en que las personas pueden desplazarse con comodidad de un espacio a otro de la casa sin tener interferencias en el camino.
- La **privacidad** se refiere a la posibilidad que tiene el individuo de controlar la interacción deseada y prevenir la no deseada dentro de su hogar.

2.2.3 Protección de bosques

Godoy (2013) señala apropiadamente que la pérdida de hábitat provocada por las actividades humanas es la principal causa de la disminución de la biodiversidad y la extinción de las especies. Uno de los ambientes más afectados son los bosques, los cuales son el hábitat de la mayor parte de la biodiversidad terrestre.

Agrega Godoy, que no solo la pérdida de hábitats, vista como destrucción completa del mismo, afecta la biodiversidad. El daño parcial o degradación, también conduce a extinciones de poblaciones, especies o comunidades. Los bosques secundarios pueden originarse por incendios y tala selectiva, por completa remoción del bosque y posterior colonización o por una combinación de estos factores, lo cual resultaría en diferente abundancia de estructuras que brinden hábitat a las aves nativas lo que podría resultar en una disminución de la riqueza y abundancia de dichas aves.

Según la reseña de Suclupe (2009), el Perú ocupa el segundo lugar en América del Sur en superficie boscosa, con cerca de 72 millones de hectáreas (ha) que constituyen aproximadamente 57 % de su territorio. Los bosques son los principales recursos naturales renovables, tanto por su extensión como por su importancia económica. No solo son fuente de especies maderables, alimentos, medicinas, combustibles, sino también producen servicios ambientales como el mantenimiento de las fuentes de agua, diversidad biológica, regulación del clima, captura de carbono (CONAM, 2000).

Uno de los grandes problemas de los recursos forestales es que están sometidos a una constante presión y depredación como consecuencia de malas prácticas agropecuarias y de la venta ilegal de madera. Estas formas no sostenibles de aprovechamiento son realizadas por campesinos que, urgidos por la pobreza, arremeten contra los bosques en búsqueda de nuevas áreas de cultivo o comerciantes que hacen caso omiso a las leyes que prohíben el tráfico de madera.

Suclupe (2009), en un diagnóstico sobre los bosques de la provincia de Jaén (Cajamarca), señala que:

- Reducción del agua que sirve para el consumo doméstico y la actividad agropecuaria en los distritos de Jaén, Bellavista y en toda la microcuenca del río Amojú. Esto ha motivado el racionamiento del agua potable y la reducción del riego en la parte baja del valle. Algunos ciudadanos testimonian que durante la década del cincuenta la zona estaba cubierta de vegetación y densos bosques, y como consecuencia habían lluvias constantes y el río de Amojú garantizaba abastecimiento abundante.
- Pérdida de 90 % del recurso forestal, resultado de la tala y prácticas de quema y rozo. La extracción ilegal de especies maderables como romerillo blanco y rojo, cedro, roble, palo de jebe, cascarilla, saucecillo, huarapo, paltaquero, chupica, marga, guayaquil, tonche, lanche, paltilla se da principalmente en los sectores Nuevo Jerusalén, Rinconada Lajeña y La Virginia.

Vega (2010) llama la atención respecto a la creciente deforestación en el ande peruano: “la deforestación en la zona altoandina se debe principalmente a la ampliación de la frontera agrícola debido a la escasez de tierras aptas para la agricultura y a un mercado que exige cada vez mayores niveles de producción”. Identificando a los actores que deben tomar responsabilidad al respecto, señala que:

- La valoración de los servicios y bienes ecosistémicos es un elemento clave. En el escenario descrito, los bosques andinos son comparados en términos monetarios con los bosques amazónicos. La valoración de recursos maderables. Una comparación equivocada, que sin embargo ha conducido a la ausencia de los bosques nativos andinos en la legislación vigente, y su escasa consideración o priorización en Planes Estratégicos de Desarrollo Regional.
- Aun son pocas las áreas o concesiones creadas para la conservación de bosques de alta montaña. Considerando que el Perú se rige fundamentalmente por un modelo de mercado liberal y que las comunidades campesinas enfrentan una crisis en el manejo de bienes

colectivos, estas herramientas legales, tienen que trascender el papel. EL rol del Estado es fundamental en este punto.

- Los gobiernos locales, autoridades y comunidades deben conocer la potencialidad de sus áreas naturales y las alternativas de conservación y desarrollo que existen actualmente que permitan que la conservación y manejo de recursos sean vehículos de desarrollo.

En el mismo sentido, Bussman (2005) sostiene que Comparado con los bosques húmedos bajos, los bosques andinos han recibido poco interés de los científicos y del público en el pasado; a pesar de su función ecológica y económica sumamente importante por ejemplo, en la captación de agua y el control de la erosión. El incremento de la población y el incremento de la necesidad por recursos (leña, recursos minerales, pastizales, agricultura) ha venido disminuyendo la extensión del bosque montano continuamente.

Respecto a la importancia de los bosques frente al cambio climático, Llerena et al (2014) señalan que

- Por su extensión e importancia socioeconómica real y potencial, los bosques constituyen un enorme patrimonio nacional del Perú, con la ventaja adicional de ser un recurso natural renovable.
- Son una gran fuente de recursos genéticos aún por explorar, ofrece especies maderables, frutos, fibras, alimentos, medicinas, combustibles
- Los bosques en pie y las praderas, proporcionan múltiples bienes y servicios ecosistémicos.
- La cobertura vegetal natural cumple valiosas funciones reguladoras claves en los procesos relacionados con el suelo, el agua, el aire, el clima, el paisaje y el ambiente y la vida en general.

2.3 Glosario

Biodigestor: contenedor herméticamente cerrado e impermeable, dentro del cual se almacena materia orgánica como; desechos vegetales y

frutales(excluyendo a los cítricos ya que acidifican el medio), excremento de rumiantes o humanos, en determinada dilución con agua, esta mezcla mediante la fermentación anaerobia por acción de microorganismos, es degradada obteniendo como producto gas metano(biogás) y un subproducto liquido(biol), el cual puede ser utilizado como fertilizante ya que es rico en nitrógeno, fósforo y potasio.

Calidad de vida: nivel de ingresos y comodidades de una persona, una familia o un colectivo.

Conservación de bosques: comprende la producción intensiva de madera hasta la preservación total. Se basa en tres principios: el desarrollo de los recursos naturales con procedimientos científicos, la reducción de desechos y la equidad en el acceso a los recursos.



CAPÍTULO III

HIPÓTESIS Y VARIABLES

3. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Hipótesis General

La implementación de biodigestores en zonas rurales de la provincia de Santa Cruz contribuye significativamente a mejorar la calidad de vida de la población y las condiciones ambientales de protección de los bosques naturales.

3.2 Hipótesis Específicas

La implementación de biodigestores en zonas rurales de la provincia de Santa Cruz contribuye significativamente a mejorar la calidad de vida de la población.

La implementación de biodigestores en zonas rurales de la provincia de Santa Cruz contribuye significativamente a mejorar las condiciones ambientales de protección de los bosques naturales.

3.3 Operacionalización de Variables

Variable Independiente: Implementación de biodigestores.

Variable dependiente: Calidad de vida zona rural.

Conservación de bosques

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

4 MÉTODO

4.1 Metodología del Estudio

La investigación es aplicada, con enfoque cuantitativo.

El diseño de la investigación corresponde a un estudio con diseño pre experimental, de carácter transversal.

4.2 Población y Muestra de la Investigación

4.2.1 Población

La población corresponde a las familias ubicadas en la zona de estudio.

4.2.2 Muestra

Coincide con la población.

4.3 Procedimiento y Análisis de datos de la Investigación

4.3.1 Procedimiento

- Elaboración del marco conceptual del estudio.
- Descripción de las acciones correspondientes al análisis de la inversión pública en infraestructura, por administración directa.
- Elaboración de los indicadores de eficiencia

- Análisis de datos: se mostrarán la interpretación significativa a manera de un resumen objetivo sobre las conclusiones y alcances del estudio

4.3.2 Análisis de Datos

- Técnicas de estadística descriptiva para presentar los datos recopilados: tablas de frecuencias, gráficos, cruce de variables, entre otros.
- Técnicas de inferencia estadística como la prueba de correlación de Pearson, que permitan verificar las hipótesis de investigación.

4.3.3 Instrumentos para la investigación

Se desarrolló un instrumento para evaluar la habitabilidad de la vivienda rural, tomando como referencia algunos parámetros sistematizados por Hernández y Velásquez (2014) y otros que se consideraron de acuerdo a la naturaleza de la investigación. El instrumento se denomina “Instrumento de medición variable calidad de vida respecto de la habitabilidad en zona rural” y consta de 14 ítems, medidos en escala de Likert. Su confiabilidad fue evaluada mediante el estadístico alfa de Cronbach, a través de una muestra piloto, habiéndose obtenido un valor de 0.765, que permitió validar el instrumento.

CAPÍTULO V

RESULTADOS

5.1 Diagnostico situacional

El ámbito de estudio comprende 16 caseríos, los cuales se distribuyen de la siguiente manera:

- Distrito de Chancay Baños: 03 localidades:
 - Tayapampa
 - Cushic
 - Chupanyo
- Distrito de Andabamba: 05 localidades:
 - San José
 - San Lorenzo
 - Centro urbano,
 - La Punta
 - La Samana
- Distrito de La Esperanza: 05 localidades:
 - Chaquil
 - Huancaconga
 - Chumbioscha
 - El Tingo Miraflores
 - Chaquil La Conga
- Distrito Pulan: 03 localidades:
 - Peña Blanca
 - Porvenir
 - San Juan de Dios
- En la tabla N°02 se muestra el número total de familias que forman parte del público beneficiario del proyecto, organizadas por cada una de las localidades y distritos priorizado por el mismo:

Tabla N° 02: Familias comprendidas en el estudio

Distrito	Localidades	N° de familias	%
Chancay Baños	Chupanyo	6	30,0
	Cushic	3	15,0
	Tayapampa	11	55,0
Subtotal		20	100,0
Andabamba	La Punta	4	20
	San José	2	10
	La Samana	4	20
	San Lorenzo	7	35
	Andabamba	3	15
Subtotal		20	100
La Esperanza	Huacaconga	2	10,0
	Chaquil	12	60,0
	Tingo Miraflores	1	5,0
	La Conga	2	10,0
	Chumbiocsha	3	15,0
Subtotal		20	100,0
Pulán	Peña Blanca	7	35,0
	San Juan de Dios	12	60,0
	Porvenir	1	5,0
Subtotal		20	100,0
TOTAL GENERAL		80 familias	

Fuente: Elaboración propia

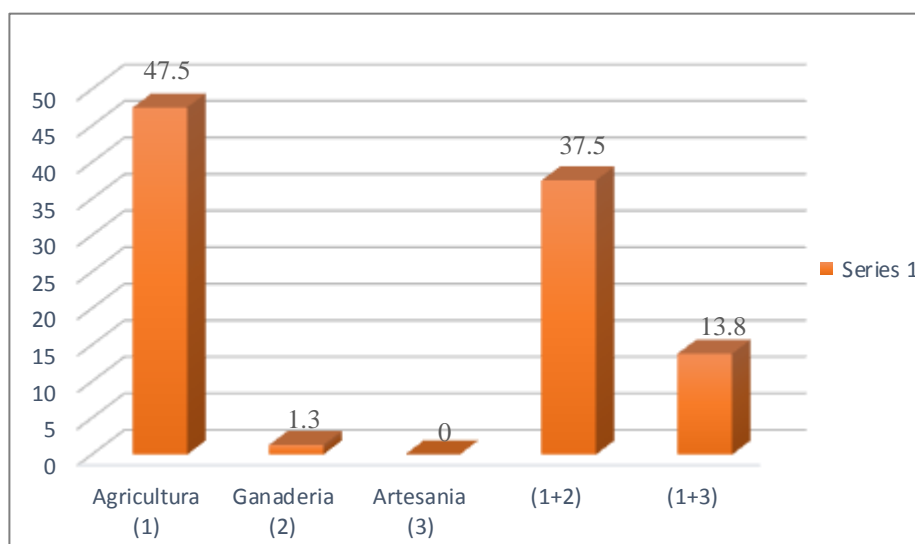
Situación económica y social

Principal actividad socio económica de las familias

Según el gráfico N° 01, las familias que reconocen que su principal actividad por los ingresos económicos que generan a las familias, es la **ganadería** están conformadas por: el 1,3% de solo ganadería, más el 37,5% que es compartida con la agricultura. No obstante el 61,3% de las familias restantes, a pesar de no ser la ganadería su principal actividad, si cuentan con ganado vacuno y otros animales

Esto es importante, en tanto la investigación comprende al estiércol como principal insumo para la generación de energía limpia como es el Biogás.

Gráfico N° 01: Principal actividad socio económica de las familias del distrito



Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en la Tabla N° 02, la actividad solamente agrícola se desarrolla principalmente en el distrito de Chancay Baños el cual representa el 47,4% del total de la alternativa.

En tanto que las familias dedicadas a la actividad agropecuaria y agro artesanal, se concentran principalmente en el distrito de Pulán, representando el 33,3% y el 54,5% del total de cada alternativa respectivamente.

Tabla N° 03: Principal actividad económica de las familias por distrito

Distritos	Agricultura		Ganadería		(1+2)		(1+3)	
	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%
Chancay Baños	18	47,4	0	0,0	2	6,7	0	0,0
Andabamba	8	21,1	0	0,0	9	30,0	3	27,3
La Esperanza	8	21,1	1	100,0	9	30,0	2	18,2
Pulán		10,5	0	0,0	10	33,3	6	54,5
Total por alternativa	38	100,0	1	100,0	30	100,0	11	100,0
Total % beneficiarios		47,5		1,3		37,5		13,8

Fuente: Elaboración propia

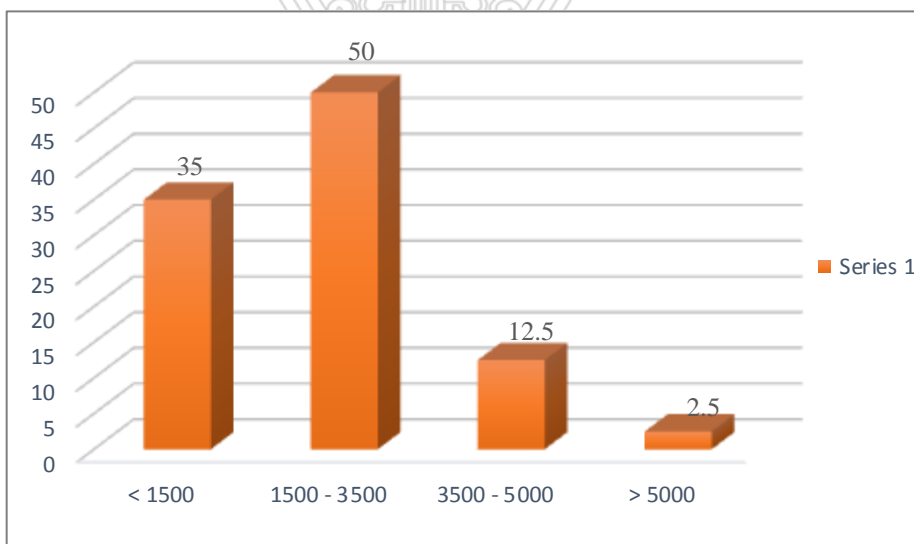
Este dato fue tomado en cuenta para un desarrollo de sus acciones acorde al tiempo disponible de los beneficiarios, con la intención de no perjudicar la implementación de la propuesta de tecnología para la generación de energía limpia.

Ingresos anuales familiares

De acuerdo a los datos mostrados en el gráfico 02, el 85% de las familias beneficiarias tienen una condición de pobres extremos y pobres, si se considera que:

- El costo de la canasta básica familiar para la zonas rurales es de 137 nuevos soles al mes, que al año debe haber percibido como mínimo 1,644 nuevos soles, pero que lamentablemente el 35% de las familias no acceden a la misma, por percibir anualmente menos de 1,500 nuevos soles. **POBRES EXTREMOS**
- Por otro lado, las familias que sí acceden a una canasta básica familiar pero que esta no representa el acceso a una canasta básica no alimentaria (viviendas, vestido, educación), están constituidas por el 50% de las familias, percibiendo un ingreso anual entre los 1,500 a 3,500 nuevos soles. **POBRES**

Gráfico 02: Ingresos anuales familiares del ámbito de estudio



Fuente: Elaboración propia

A nivel de distrito, según la tabla 3, las familias beneficiarias de condición pobre extrema, que percibe menos de 1,500 nuevos soles anuales, se encuentra ubicado en el distrito de Andabamba con el 57,1% del total de la alternativa; en tanto las familias de condición pobre que perciben ingresos entre los 1,500 a 3,500 nuevos soles, se

encuentran ubicados en el distrito La Esperanza representando el 40% del total de la alternativa.

Tabla N° 4: Ingresos anuales familiares por distrito

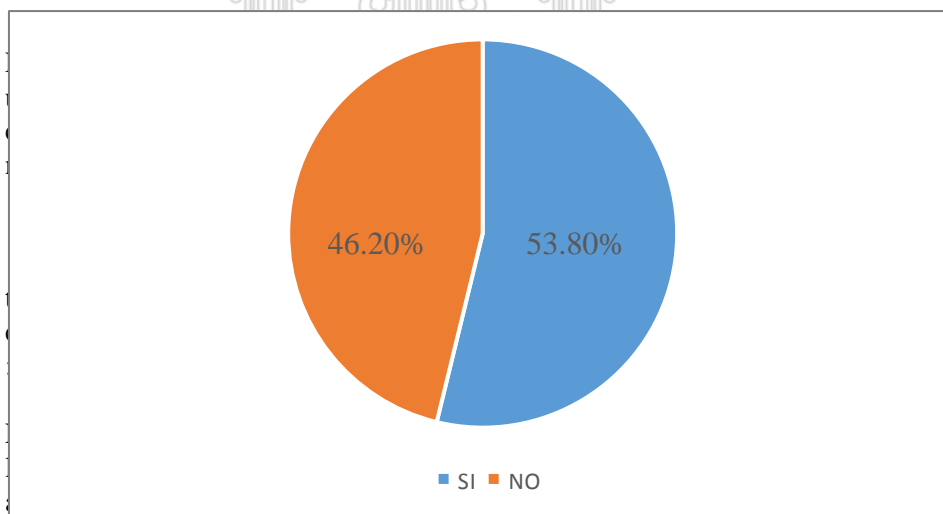
Distritos	< de 1,500		1,500 - 3,500		3,500 - 5,000		> de 5,000	
	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%
Chancay Baños	4	14,3	11	27,5	3	30,0	2	100
Andabamba	16	57,1	2	5,0	2	20,0	0	0
La Esperanza	3	10,7	16	40,0	1	10,0	0	0
Pulán	5	17,9	11	27,5	4	40,0	0	0
Total por alternativa	28	100,0	40	100,0	10	100,0	2	100,0
Total % beneficiarios		35,0		50,0		12,5		2,5

Fuente: Resultados de LB proyecto "BIODIGESTORES" Elaboración: Equipo consultor

Apoyo de Programas sociales

Actualmente el 53,8% de las familias identificadas, acceden al apoyo de programas sociales, específicamente del Programa JUNTOS. Percibiendo en ese sentido un monto de 200 nuevos soles bimensuales, bajo previo cumplimiento de los compromisos en facilitar el acceso de sus niños a los servicios de salud y educación en sus localidades correspondientes.

Gráfico N° 03: Apoyo de programas sociales a las familias del ámbito de estudio



Elaboración: propia

El principal distrito donde las familias identificadas perciben recursos por parte del apoyo del Programa JUNTOS, es el distrito de Pulán con el 32,6% del total de la alternativa. Ver tabla 4.

Tabla N° 5: Apoyo de Programa Sociales por distrito

Distritos	Si (JUNTOS)		No	
	N°	%	N°	%
Chancay Baños	13	30,2	7	18,9
Andabamba	9	20,9	11	29,7
La Esperanza	7	16,3	13	35,1
Pulán	14	32,6	6	16,2
Total por alternativa	43	100,0	37	100,0
Total % beneficiarios		53,8		46,3

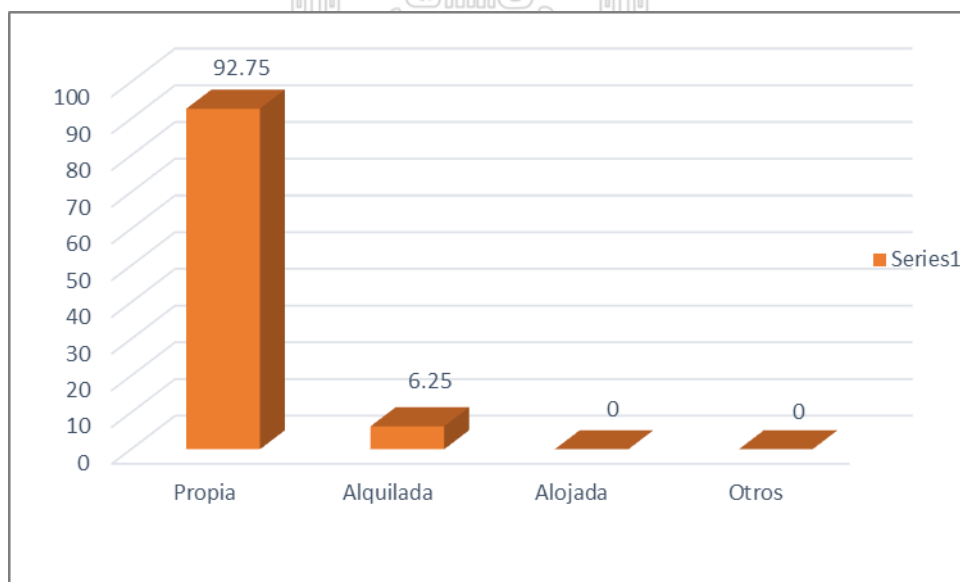
Fuente: Elaboración: propia

Estado de la propiedad de la vivienda

De acuerdo a las declaraciones de los jefes de hogar, el 93,75% de las viviendas es propia, en tanto el 6,25% de las familias habitan en viviendas que son de sus padres o parientes.

No obstante, de acuerdo a lo manifestado por los jefes de hogar, estos pueden asumir cualquier responsabilidad o decisión relacionada con la mejora de la vivienda.

Gráfico N° 4: Estado de la vivienda de las familias del ámbito de estudio



Fuente: Elaboración: propia

Con respecto a los distritos, de Andabamba como La Esperanza, las familias han manifestado en un 100% que su vivienda es propia.

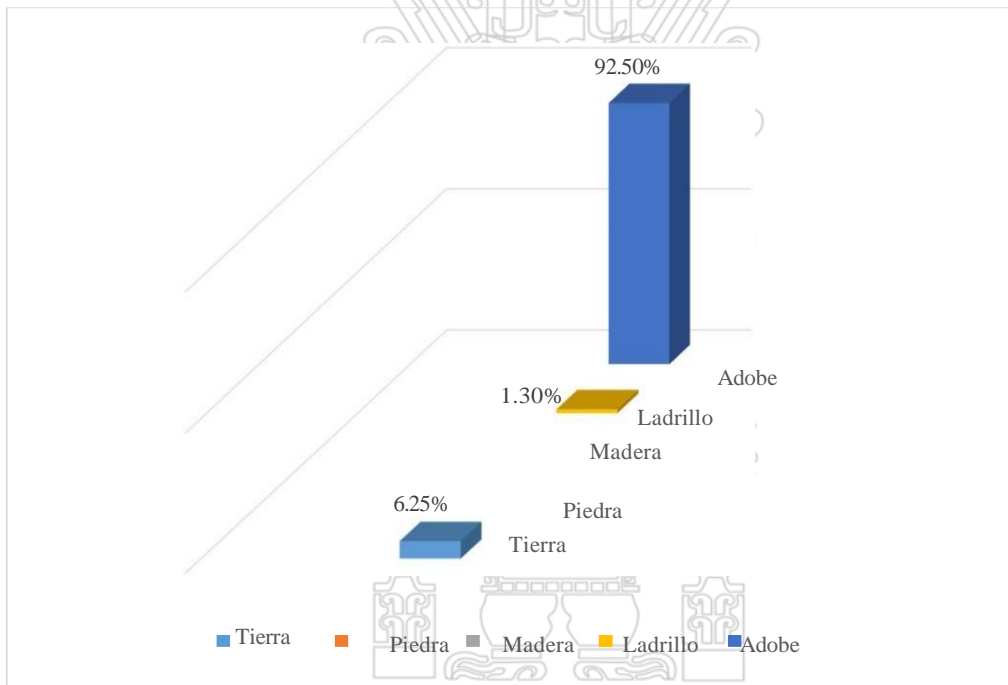
Tabla N° 6: Estado de la propiedad por distrito

Distritos	Propia		Otros	
	Si	No	Si	No
Chancay Baños	18	24,0	2	40
Andabamba	20	26,7	0	0
La Esperanza	20	26,7	0	0
Pulán	17	22,7	3	60
Total por alternativa	75	100	5	100
Total % beneficiarios		93,75		6,25

Fuente: Elaboración propia

Material de la vivienda

Gráfico N° 5: Material de las viviendas del ámbito de estudio



F
u
e
n
t
e
:

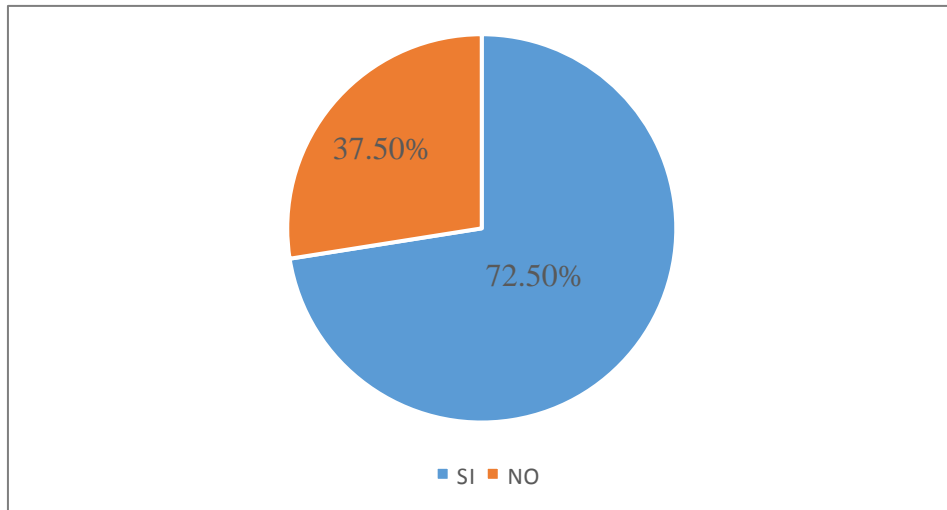
E
l
a
b
o
r
a
c
i
ó
n

propia

Servicio de agua potable

De acuerdo a los datos obtenidos de la JASS, el 72,50% de las familias identificadas acceden al servicio de agua potable, siendo principalmente las familias del distrito de Chancay Baños las beneficiadas por el servicio, esto se puede entender por la orientación de las inversiones realizadas en el último año por parte de la Municipalidad Distrital.

Gráfico N° 6: Familias que acceden al servicio de agua potable

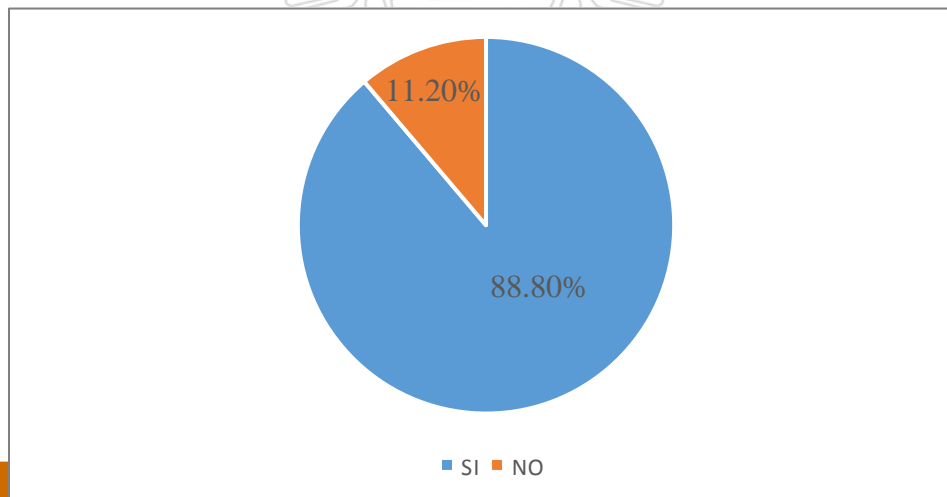


t
e: Elaboración propia

Servicio de energía eléctrica

El 88,80 % de las familias en estudio, han corroborado que acceden al servicio de energía eléctrica en sus localidades. Siendo el 100% las familias beneficiadas del distrito de Andabamba por el servicio.

Gráfico N° 7: Familias que acceden al servicio de energía eléctrica



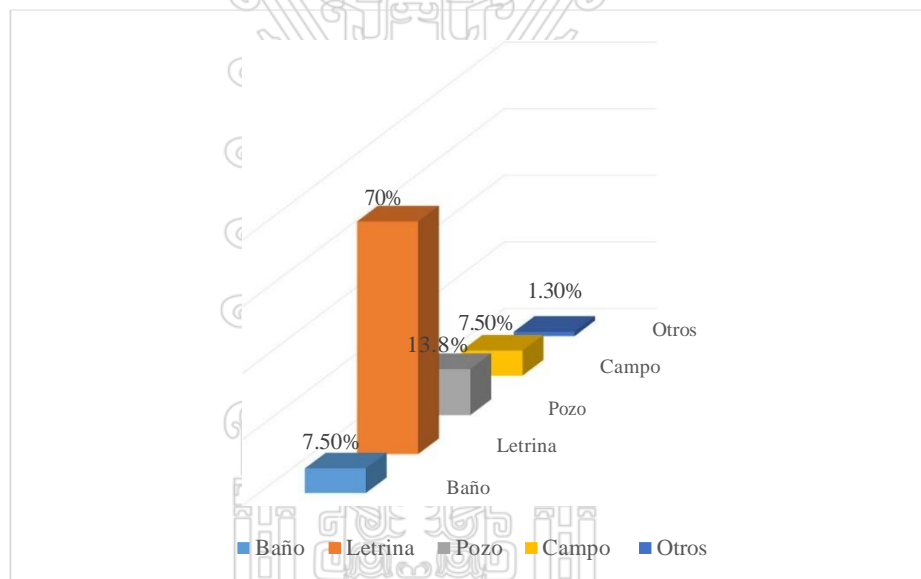
II
te: Elaboración propia

Tipo de Baño

El 70% de las familias identificadas cuentan en su vivienda con letrinas como tipo de baño; que de acuerdo a la percepción de los actores durante el desarrollo de los talleres participativos, muchos de estos se encuentran en mal estado.

A nivel distrital, Chancay Baños es el que presenta en sus viviendas mayoritariamente el tipo de baño letrina, en un 28,6% del total de la población.

Gráfico N° 8: Tipo de baño que cuenta en su vivienda



Fuente: Elaboración propia

Indicadores de calidad de vida

Salud

Tabla N° 7: Enfermedades frecuentes por distrito

Distritos	Respiratorios		Diarreicos		Ambas	
	N°	%	N°	%	N°	%
Chancay Baños	7	77,8	4	50,0	9	14,3
Andabamba	2	22,2	0	0,0	18	28,6
La Esperanza	0	0,0	2	25,0	18	28,6
Pulán	0	0,0	2	25,0	18	28,6
Total por alternativa	9	100,0	8	100,0	63	100,0
Total % beneficios		11,3		10,0		78,8

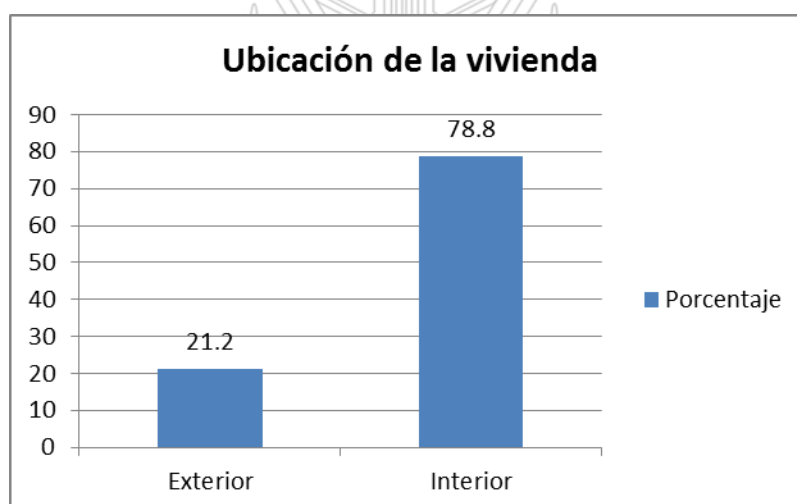
Fuente: Elaboración propia

Los datos de la tabla 7 revelan que las enfermedades respiratorias se concentran en Chancay Baños y Andabamba; las diarreicas en Chancay Baños, La Esperanza y Pulán.

Ubicación de la cocina

Con la finalidad de promover la implementación de biodigestores en las viviendas, es necesario previamente conocer la ubicación de la cocina, en ese sentido, se pudo observar que el 78,8% de las familias cuentan dentro de sus viviendas con ambientes de cocina exclusivas, las mismas que se caracterizan generalmente por la poca iluminación y ventilación de los ambientes, siendo contraproducente para la salud de sus integrantes; en tanto que el 21,3% de las familias, manifiestan contar con sus ambientes de cocina fuera de las viviendas (intemperie), lo que les hace propenso a riesgos de contaminación por la cercanía al polvo y a los animales. (Ver gráfico N° 9)

Gráfico N° 9: Ubicación de la cocina en la vivienda



Fuente: Elaboración propia

A nivel de distrito, las familias que en su mayoría han manifestado que sus cocinas se encuentran dentro de sus viviendas, corresponden a las priorizadas en el distrito de Pulán, las cuales representan el 28,6%; en tanto que el mayor número de familias que han manifestado que sus cocinas se ubican fuera de la misma, son las familias de Chancay Baños las cuales representan del total el 47,1%.

Tabla N° 8: Ubicación de las cocinas por distrito

Distritos	Dentro	%	Fuera	%
Chancay Baños	12	19,0	8	9
Andabamba	16	25,4	4	18
La Esperanza	17	27,0	3	18
Pulan	18	28,6	2	18
Total por alternativa	63	100,0	17	100,0
Total % beneficiarios		10,0		21,3

Fuente: Elaboración: propia

Tipo de combustible

En la tabla N° 9, se puede observar que la gran mayoría de las familias que han respondido que cuentan con fogón, son provenientes del distrito de Andabamba, representando el 34,5%, pero a la vez este dato representa la respuesta del 100% de las familias priorizadas del distrito.

Por otro lado, de las familias que han manifestado que su cocina es mejorada, la gran mayoría son provenientes del distrito de Chancay Baños, representado del total el 70%.

Tabla N° 9: Tipo de cocina por distrito

Distritos	Mejorada (1)		Fogón (2)		A gas (3)		1+3	
	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%
Chancay Baños	14	70,0	6	10,3	0	0	0	0
Andabamba	0	0,0	20	34,5	0	0	0	0
La Esperanza	1	5,0	18	31,0	1	100,0	0	0
Pulan	5	25,0	14	24,1	0	0	1	100,0
Total por alternativa	20	100,0	58	100,0	1	100,0	1	100,0
Total % beneficiarios		25,0		72,5		1,3		1,3

Fuente: Elaboración: propia

Tipo de combustible

De acuerdo a la tabla N° 19, el 100% de las familias del estudio de los distritos de Chancay Baños y Andabamba han manifestado utilizar la leña como único tipo de combustible.

Tabla N° 10: Tipo de cocina por distrito

Distritos	Leña		Gas		1+2	
	N°	%	N°	%	N°	%
Chancay Baños	20	25,6	0	0	0	0
Andabamba	20	25,6	0	0	0	0
La Esperanza	19	24,4	1	100,0	1	0
Pulan	19	24,4	0	0	0	100,0
Total por alternativa	78	100,0	1	100,0	1	100,0
Total % beneficiarios		97,5		1,25		1,25

Fuente: Elaboración: propia

Obtención de la leña

Por otro lado, cabe precisar, que el modo de la obtención de la leña por parte de las familias es principalmente por recojo, el cual representa el 93,7 de las familias en estudio.

Además de como se muestra en la Tabla N° 11, el tiempo promedio utilizado para el recojo de leña es de 3 horas en todas los distritos.

Tabla N° 11: Obtención de leña y promedio de tiempo utilizado

Distritos	Compra		Recojo		Ambos		Tiempo promedio de recojo de leña
	N°	%	N°	%	N°	%	
Chancay Baños	0	0,0	20	27,0		0,0	3 horas
Andabamba	0	0,0	18	24,3	2	66,7	
La Esperanza	1	50,0	17	23,0	1	33,3	
Pulan	1	50,0	19	25,7		0,0	
Total por alternativa	2	100,0	74	100,0	3	100,0	
Total % beneficiarios		2,5		93,7		3,8	

Fuente: Elaboración: propia

Consumo de leña por familia

Como se muestra en la tabla N° 23, el 68,4% de las familias que utilizan este tipo de combustible, necesitan más de dos cargas de leña por mes, para su utilización en la cocina, estas familias son por lo general de los

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis
distritos de Andabamba, La Esperanza y Pulán.

UNFV

Tabla N° 12: Cantidad de consumo de leña semanal/ familias del distrito

Distritos	No precisa		½ carga		1 carga		1+3		Más de 2 cargas	
	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%
Chancay Baños	0	0	7	70,0	7	70,0	4	100,0	2	3,7
Andabamba	0	0	2	20,5	0	0,0	0	0	18	33,3
La Esperanza	1	100,0	1	10,0	2	20,0	0	0	15	27,8
Pulan	0	0		0,0	1	10,0		0	19	35,2
Total por alternativa	1	100,0	10	100,0	10	100,0	4	100,0	54	100,0
Total % beneficiarios		1,3		12,7		12,7		5,1		68,4

Fuente: Elaboración: propia

Costo de la carga de leña / familias distrito

Por otro lado, el costo de la carga de leña en cada uno de los distritos es en promedio de 10 soles, siendo el costo más elevado por distrito, el de Pulán con un costo de 12 soles la carga.

Tabla N° 13: Costo de la carga de leña / familias distrito

Distritos	Carga de leña x soles
Chancay Baños	Entre 8 a 10 soles
Andabamba	Entre 7 a 10 soles
La Esperanza	10 soles
Pulan	12 soles
Promedio	10 soles en promedio

Fuente: Elaboración: propia

Uso de insecticidas

Del total de familias en estudio, el 56% ha confirmado el uso de insecticidas para el control de plagas y enfermedades de sus cultivos, sobre todo de la papa. Además han confirmado que estos insecticidas son sobre todo de tipo químico.

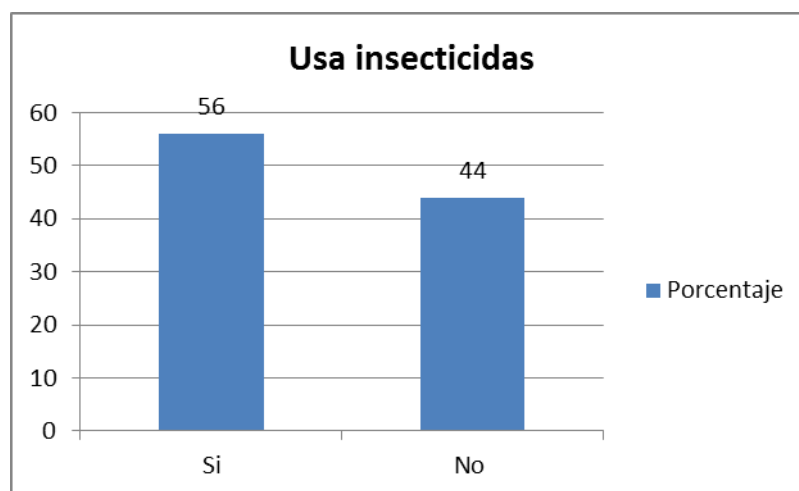


Gráfico N° 10: Uso de insecticidas

Fuente: Elaboración: propia

5.2 Implementación de cuatro biodigestores

5.2.1 Trabajos preliminares

Se tuvieron en cuenta los criterios para elegir el lugar para la ubicación del biodigestor (trazado de plataforma para construcción de zanja):

✓ El terreno debe ser de propiedad del beneficiario.

✓ Terreno plano, sin riesgo de inundaciones, deslizamientos o derrumbes.

- ✓ El lugar no debe estar bajo sombra.
- ✓ Orientación solar (este-oeste).
- ✓ El lugar debe ser accesible.
- ✓ Tener cuatro vacas como mínimo
- ✓ Tener acceso a fuente de agua no clorada.
- ✓ El lugar debe estar cerca de la cocina.
- ✓ Lugar cercano al ganado.



Foto 1: Ubicación de la zona

Fuente: propia

Construcción de zanjas y paredes

Medidas de la zanja:

Largo = 8.0 m

Ancho superior = 1.20 m

Ancho de la base = 0.80 m

Profundidad de zanja = 0.70 m (entrada) y 0.80m (salida)

Las medidas para la pared son las siguientes: Largo de la pared= 8,0m

Altura de pared = 0.40 m

Ancho de pared = 0.12 y 0.18 m (según el material usado: Ladrillo o vaseo de concreto)

La zanja demoró cuatro días en construirse, con el concurso de 4 personas.

Se realizó el mismo proceso de instalación en los 4 biodigestores y las actividades realizadas son las siguientes:

Preparación de materiales: Se hizo una revisión minuciosa de los materiales y herramientas a usar de tal manera que todos sean los indicados y queden listos para su traslado para evitar inconvenientes en campo.

Foto 2: Preparación y adecuación de materiales



Charla previa: explicación breve de los pasos que comprende el proceso de instalación de los biodigestores y organización en grupos del personal a trabajar.

Foto 3: Charlas de capacitación



• **Acondicionamiento de la zanja:** la zanja debe estar limpia y en buenas condiciones por los problemas de humedad y lluvias, después se procedió a poner el plástico protector, para esto se utilizó un plástico doble ancho que reviste a toda la zanja, lo cual Servirá para:

- Proteger la geomembrana
- Conservar mayor temperatura
- Impedir el ingreso de agua o Humedad

Foto 4: Acondicionamiento



• **Inflado e instalación del reactor:** Para ello se hizo lo siguiente: Inflar completamente la geomembrana y colocarla de manera adecuada en la zanja. La tubería de salida de sólidos deberá estar en la parte inferior y las demás tuberías ubicadas en lugar adecuado.

Este paso se realizó con algunas dificultades debido a la pendiente del terreno de algunos lugares pero se facilitó con las habilidades de los beneficiarios.

Foto 5:
Inflado e
instalación

Tesis pública
No olvide c



del reactor

- **Nivelación de tuberías de entrada y salida.**

Las tuberías de entrada y salida deben estar ubicadas en un canal inclinado y deben ser niveladas de manera que la mezcla se mantenga a la altura adecuada, de tal forma que la mezcla llene sólo hasta ocupar el 75% de la capacidad del reactor y el rebalse caiga a la poza de biol.

Foto 6: Nivelación de tuberías de E/S



- **n de salida de sólidos**

Consta de una tubería de PVC, de 4 pulgadas unida a una llave de paso de 2 pulgadas para la evacuación del material sedimentado en el reactor para usarlo como fertilizante

Se encuentra ubicada en la base del biodigestor por debajo de la salida del biol y tiene como función principal descargar el biodigestor y hacer limpieza de sólidos sedimentados cada tiempo que sea necesario (se recomienda hacerlo cada año).

Foto 7: Instalación de salida de sólidos



- **Construcción de techo invernadero**

El techo invernadero está construido con los siguientes materiales:

- 12 Arcos de fierro corrugado de 3/8" x 2.25 metros de largo.
- 12 tubos de plástico de 5/8 de pulgada x 2 metros de largo para forrar el fierro.
- 100 metros de soguilla (driza).
- Plástico invernadero (10 metros de largo x 3 metros de ancho)

Proceso de construcción. Los arcos de fierro se introducen en los tubos de plástico. Luego se ubican a 72 centímetros de distancia en la pared; se coloca la soguilla por la parte central a lo largo del techo, se repite la operación cada 20 centímetros hacia ambos lados y finalmente se colocó el plástico invernadero.

Foto 8: Instalación de invernadero



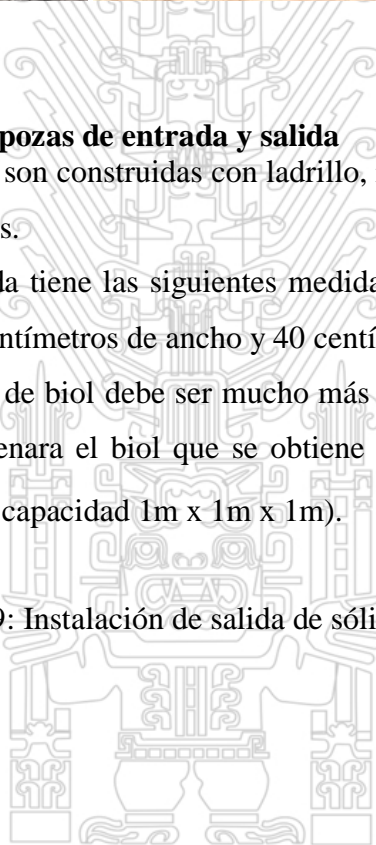
- **Construcción de pozas de entrada y salida**

Las pozas pueden ser construidas con ladrillo, revestidas con cemento para impermeabilizarlas.

La poza de entrada tiene las siguientes medidas sugeridas: 80 centímetros de largo por 60 centímetros de ancho y 40 centímetros de profundidad.

La poza de salida de biol debe ser mucho más grande que la de entrada ya que allí se almacenará el biol que se obtiene diariamente (se recomienda que tenga 1m³ de capacidad 1m x 1m x 1m).

Foto 9: Instalación de salida de sólidos





- **Cargado del biodigestor**

Se realizó la primera carga en los biodigestores instalados hasta completar 7.5 metros cúbicos de mezcla en el interior del reactor en una proporción de 1:3 (Estiércol: agua), esto se hizo con la participación de todos los asistentes al evento.

Foto 10: Carga del biodigestor



Foto 11: Instalación en canal



Operación y Mantenimiento del Biodigestor

Realizada la primera carga, se espera 10 días para que el biodigestor empiece a inflarse por acción de las bacterias anaeróbicas, luego se debe seguir alimentando **diariamente** al biodigestor con la mezcla de 20 Kg de estiércol fresco más 60 litros de agua.

Entre 2 semanas a 2 meses el biodigestor empezará a producir biogás, el cual se debe empezar a usar para cocinar los alimentos. El primer biogás producido no enciende rápido, pero se debe continuar probando hasta que encienda correctamente. Cuando el Biogás enciende, el Biol ya se encuentra listo para ser usado en la fertilización de los cultivos.

Foto 12: Mantenimiento del biodigestor



5.2.3 Implementación de cocinas mejoradas

El aprovechamiento del biogás generado por los biodigestores tiene en las cocinas mejoradas una aplicación importante.

La cocina mejorada mixta consta de dos estructuras hechas de concreto armado y ladrillo en forma de “L” donde se construye:

- En un lado, una cocina de leña mejorada que consta de tres hornillas y una chimenea. Tiene 0.6 m de ancho y 1.6 m de largo.
- Adosada a esta cocina está la cocina de biogás con dos hornillas adaptadas a quemadores de aluminio, para su funcionamiento con el biogás que genera el biodigestor.

Foto 13: Estructura Cocina mejorada



Instalaciones para la Conducción y uso del Biogás.

El transporte del biogás se realiza a través de una manguera de PVC de ½ pulgada que lo lleva desde el reactor hasta la cocina, pasando por el reservorio primero.

Esta manguera debe estar bien extendida en su trayectoria para evitar la acumulación de agua por condensación en las partes bajas del recorrido, se debe evitar la forma de “U” en su recorrido.

Foto 14: Instalación de conexiones



Instalación de válvula de seguridad.

La válvula de seguridad se ubica entre el reactor y el reservorio de biogás. Sirve como alivio del biodigestor al dejar escapar una parte del biogás cuando la presión es excesiva, de esta manera evita la explosión o ruptura del reservorio o el reactor.

Foto 15: Instalación de válvula de seguridad



Las cocinas se construyen con accesorios de PVC y fierro galvanizado que están adaptados a unos quemadores (hornillas) de aluminio de tipo industrial. Las hornillas se ubican en la estructura de concreto construida previamente para soportar las ollas. El paso de biogás a cada hornilla de la cocina estará controlado por una llave de paso.

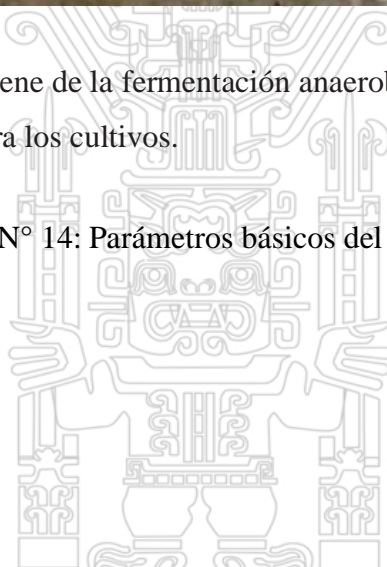
Foto 16: Instalación de accesorios cocina mejorada



5.2.4 Uso del biol

El fluente líquido que se obtiene de la fermentación anaerobia del biodigestor, posee un gran poder fertilizante para los cultivos.

Tabla N° 14: Parámetros básicos del Biol



Calcio (Ca)	(%)	0.72
Magnesio (MgO)	(%)	0.26
Humedad	(%)	7.02
Cenizas	(%)	9.75
Carbono	(%)	28.25

Fuente: Elaboración propia

Producción de biol: 80 litros diarios

Usos del biol

- Aplicación directa a plantas de tallo alto con regadera una vez por semana.
- Aplicación foliar y en raíz.
- Debe ser almacenado máximo 1 semana para no perder nutrientes.

La producción que se obtiene es depende de la cantidad de carga que se realiza. Se usa aplicando directamente al área foliar y raíz de las plantas una vez por semana (frutales, gramíneas, hortalizas, tuberosas y cereales) teniendo en cuenta que se debe aplicar una cantidad adecuada.

Resultados obtenidos en las evaluaciones que se realizó en campo de cada biodigestor:

Tabla 15. Caracterización del biol en campo del biodigestor-01

MUESTRA	Nº. EVAL.	CANTIDAD (Lt)	pH	USO DEL BIOL
BIOL	1	162	6.75	PLANTAS FRUTALES
	2	239	6.88	PLANTAS FRUTALES
	3	162	6.86	PLANTAS FRUTALES
	4	162	6.78	PLANTAS FRUTALES
	5	162	6.75	PLANTAS FRUTALES
	6	162	6.9	PLANTAS FRUTALES
	7	162	6.85	PLANTAS FRUTALES

	8	80	6.78	PLANTAS FRUTALES
PROMEDIO		161	6.82	

Fuente: Elaboración propia.

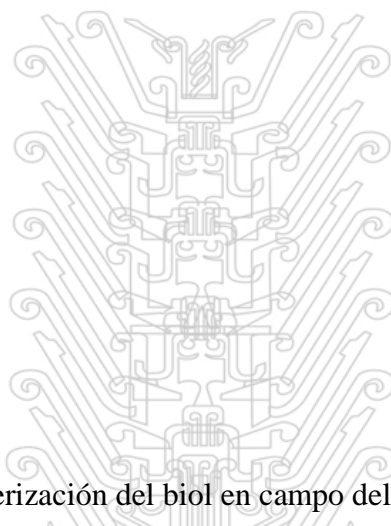


Tabla 16. Caracterización del biol en campo del biodigestor-02

MUESTRA	Nº. EVAL.	CANTIDAD (Lt)	pH	USO DEL BIOL
BIOL	1	231	7.11	TUBÉRCULOS, FRUTALES ,LEGUMINOSAS
	2	231	7.07	TUBÉRCULOS, FRUTALES ,LEGUMINOSAS
	3	83	7.14	TUBÉRCULOS, FRUTALES ,LEGUMINOSAS
	4	231	7.04	TUBÉRCULOS, FRUTALES ,LEGUMINOSAS
	5	166	7.19	TUBÉRCULOS, FRUTALES ,LEGUMINOSAS
	6	166	7.03	TUBÉRCULOS, FRUTALES ,LEGUMINOSAS
	7	166	7.14	TUBÉRCULOS, FRUTALES ,LEGUMINOSAS
PROMEDIO		182	7.11	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 17. Caracterización del biol en campo del biodigestor-03

MUESTRA	Nº. EVAL.	CANTIDA D (Lt)	pH	USO DEL BIOL
BIOL	1	176	6.45	FRUTALES Y HORTALIZAS
	2	168	6.23	FRUTALES Y HORTALIZAS
	3	81	6.63	FRUTALES Y HORTALIZAS
	4	81	6.48	FRUTALES Y HORTALIZAS
	5	120	7.18	FRUTALES Y HORTALIZAS
	6	81	7.1	FRUTALES Y HORTALIZAS
	7	81	7.09	FRUTALES Y HORTALIZAS
PROMEDIO		112	6.74	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 18. Caracterización del biol en campo del biodigestor-04

MUESTRA	Nº. EVAL.	CANTID AD (Lt)	pH	USO DEL BIOL
BIOL	1	252	6.75	FRUTALES Y HORTALIZAS
	2	168	6.68	FRUTALES Y HORTALIZAS
	3	84	6.71	FRUTALES Y HORTALIZAS
	4	84	6.65	FRUTALES Y HORTALIZAS
	5	84	6.71	FRUTALES Y HORTALIZAS
	6	84	6.67	FRUTALES Y HORTALIZAS
	7	84	6.77	FRUTALES Y HORTALIZAS
	8	84	6.78	FRUTALES Y HORTALIZAS
PROMEDIO		115	6.72	

En las tablas 15, 16, 17 y 18 se presenta el reporte de los datos recopilados de las evaluaciones realizadas de cada biodigestor evaluado, teniendo en cuenta que estas evaluaciones se realizaron en horas de la mañana y en algunos casos en horas de la tarde. Primero se midió el biol almacenado en litros, obteniendo promedios considerables para una buena fertilización de las plantas; del cual se recopilaron datos de pH óptimos para el buen uso de este fertilizante orgánico. Se utilizó en la fertilización de plantas frutales (plátano, granadilla, naranja, lima, berenjena, manzana, café, etc.), obteniéndose buenos resultados; plantas tubérculos (papa), plantas de leguminosas (alverja, frijol), plantas de hortalizas (zanahoria, lechuga, repollo, rabanito, betarraga, etc.), pastos.

Resultados fisicoquímico del laboratorio

Tabla 19. Resultados de los análisis fisicoquímico de biol del biodigestor-01

ANALISIS FISICOQUIMICOS	
MUESTRA	RESULTADO
pH	6.9
Cec (Mihos/cm)	3.17
Materia Orgánica (%)	31.4
Nitrógeno (%)	1.37
Fosfato (P) (%)	1.06
Potasio (k) (%)	1.12
Calcio (Ca) (%)	0.57
Magnesio (Mg) (%)	0.36

Materia seca	(%)	86.75
Humedad	(%)	13.25
Cenizas	(%)	24.35
Carbono	(%)	18.21
Relación C/N	(%)	13.29

Fuente: laboratorio INIA - Lambayeque.

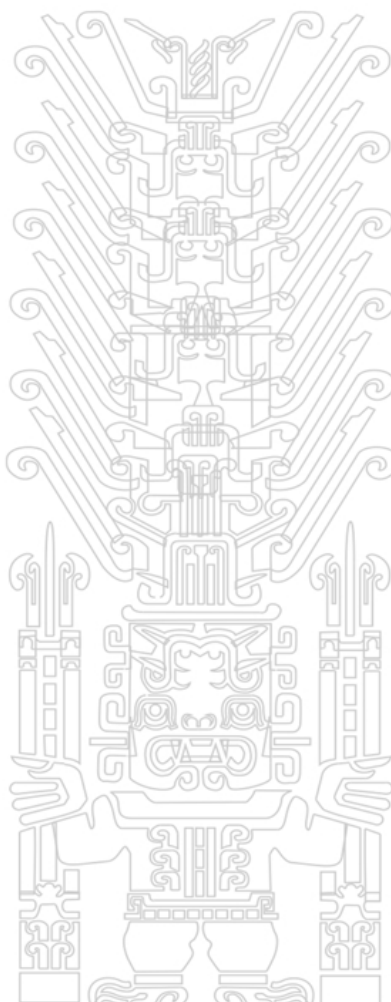


Tabla 20. Resultados de los análisis fisicoquímico de biol del biodigestor-02

ANALISIS FISICOQUIMICO	
MUESTRA	RESULTADO
PH	7.2
Cec (Mihos/cm)	2.83
Materia Orgánica (%)	34.36
Nitrógeno (%)	1.48
Fosforo (p) (%)	0.85
Potasio (K) (%)	1.38
Calcio (Ca) (%)	1.06
Magnesio (Mg) (%)	0.66
Materia seca (%)	92.7
Humedad (%)	7.3
Cenizas (%)	22.72
Carbono (%)	19.93
Relación C/N (%)	13.47

Fuente: laboratorio INIA - Lambayeque.

Tabla 21. Resultados de los análisis fisicoquímico de biol del biodigestor-03

ANALISIS FISICOQUIMICO	
MUESTRA	RESULTADO
pH	6.8
Cec (Mihos cm)	2.72
Materia Orgánica (%)	31.98
Nitrógeno (%)	1.42
Fosforo (P) (%)	1.2
Potasio (K) (%)	1.23
Calcio (Ca) (%)	0.43
Magnesio (Mg) (%)	0.27
Materia seca (%)	88.87
Humedad (%)	11.13
Cenizas (%)	18.25
Carbono (%)	18.55
Relación C/N (%)	13.06

Fuente: laboratorio INIA - Lambayeque.

.Tabla 22. Resultados de los análisis fisicoquímico de biol del biodigestor-04

ANALISIS FISICOQUIMICO	
MUESTRA	RESULTADO
pH	6.8
Cec (Mihos/cm	2.72
Materia Orgánica (%)	31.98
Nitrógeno (%)	1.42
Fosforo (P) (%)	1.2
Potasio (K) (%)	1.23
Calcio (Ca) (%)	0.43
Magnesio (Mg) (%)	0.27
Materia seca (%)	88.87
Humedad (%)	11.13
Cenizas (%)	18.25
Carbono (%)	18.55
Relación C/N (%)	13.06

Fuente: laboratorio INIA - Lambayeque.

En las tablas 19, 20, 21 y 22 se presentan los resultados de análisis fisicoquímico realizado en el laboratorio INA- Lambayeque de cada biodigestor evaluado. En algunos biodigestores El pH que se ha obtenido como resultado tiene una reacción ligeramente ácida con una baja salinidad; en otros biodigestores tienen una reacción ligeramente alcalina y baja salinidad. Estos resultados indican que los bioles

Por su riqueza nutricional y altos contenidos de materia orgánica, cenizas, materia seca, carbono y una buena relación de C/N que muestran los resultados; este producto orgánico está apto al 100% para el uso agrícola y otros fines de interés económicos.

5.2.5 Verificación de hipótesis

Tomando en cuenta el puntaje total respecto a la habitabilidad (percepción de la habitabilidad) se han obtenido los siguientes datos

Tabla 22: Estadísticos Descriptivos Habitabilidad por distrito

Lugar		Media	N	Desviación típ.	
Chancay Baños	Par 1	Total Antes	23,85	20	2,961
		Total Después	52,90	20	2,426
Andabamba	Par 1	Total Antes	23,35	20	5,092
		Total Después	54,25	20	3,024
La Esperanza	Par 1	Total Antes	23,05	20	6,057
		Total Después	54,90	20	3,227
Pulán	Par 1	Total Antes	22,65	20	4,848
		Total Después	55,20	20	3,205

En cada una de las localidades del ámbito de estudio se observa que la percepción de las condiciones de vida en la vivienda rural ha mejorado notablemente.

Hipótesis de trabajo

Ho: La percepción de habitabilidad es igual antes y después de la implementación de biodigestores

H1: La percepción de habitabilidad es menor antes que después de la implementación de biodigestores

En la tabla 23 se presentan los resultados de la prueba t de Student de muestras relacionadas, en donde se compara la percepción de habitabilidad de los pobladores de cada distrito, antes y después de la implementación de los biodigestores.

Tabla 23: Prueba de muestras relacionadas por distrito

Lugar		Diferencias relacionadas		Estadístico t	gl	Valor p
		Media	Desviación típ.			
Chancay Baños	Total Antes - Total Después	-29.050	4.211	-30.850	19	.000
Andabamba	Total Antes - Total Después	-30.900	6.086	-22.705	19	.000
La Esperanza	Total Antes - Total Después	-31.850	7.088	-20.096	19	.000
Pulán	Total Antes - Total Después	-32.550	5.216	-27.907	19	.000

Fuente: Elaboración propia

Para el distrito de Chancay Baños:

El valor p es igual a 0.000, implica que la diferencia estadística observada en la muestra es significativa para la población. Se verifica la mejora sustantiva de la percepción de habitabilidad, como parte de la calidad de vida.

Para el distrito de Andabamba:

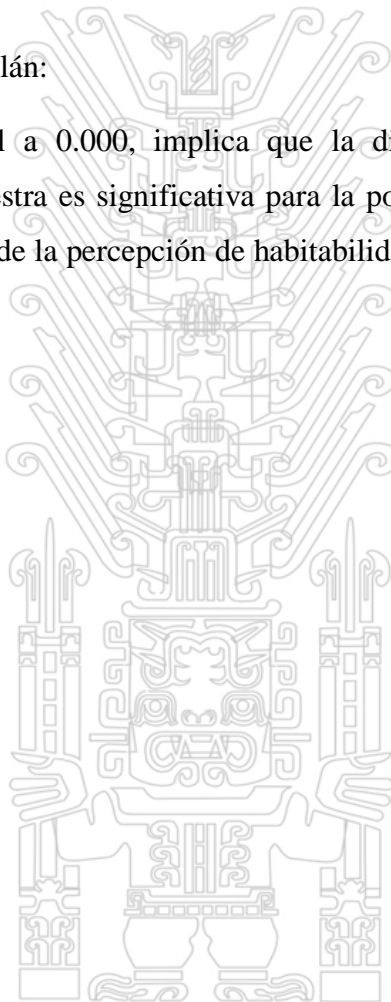
El valor p es igual a 0.000, implica que la diferencia estadística observada en la muestra es significativa para la población. Se verifica la mejora sustantiva de la percepción de habitabilidad, como parte de la calidad de vida.

Para el distrito de La Esperanza:

El valor p es igual a 0.000, implica que la diferencia estadística observada en la muestra es significativa para la población. Se verifica la mejora sustantiva de la percepción de habitabilidad, como parte de la calidad de vida.

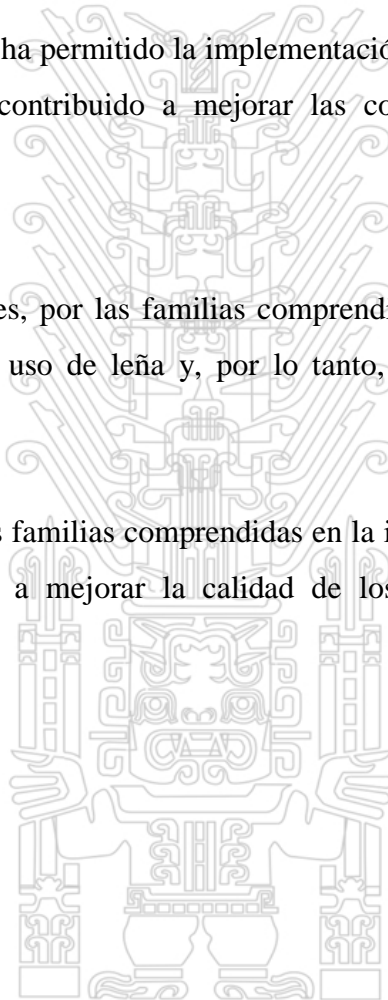
Para el distrito de Pulán:

El valor p es igual a 0.000, implica que la diferencia estadística observada en la muestra es significativa para la población. Se verifica la mejora sustantiva de la percepción de habitabilidad, como parte de la calidad de vida.



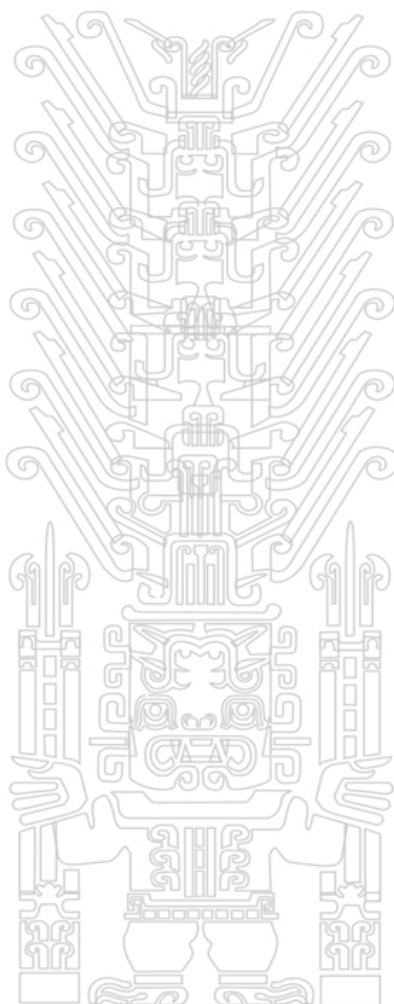
CONCLUSIONES

- La aplicación del instrumento que mide la variación de la percepción de la habitabilidad en zona rural, de manera significativa, permite afirmar que la implementación de biodigestores en la provincia de Santa Cruz, Cajamarca, ha contribuido a mejorar la calidad de vida de sus pobladores.
- El uso del biodigestor ha permitido la implementación de las cocinas mejoradas, con lo cual se ha contribuido a mejorar las condiciones de salubridad y alimentación.
- El uso de biodigestores, por las familias comprendidas en la investigación, ha permitido un menor uso de leña y, por lo tanto, contribuye a preservar los bosques naturales.
- El uso del biol, por las familias comprendidas en la investigación, en las labores agrícolas contribuye a mejorar la calidad de los suelos y a preservar los bosques naturales.



RECOMENDACIONES

- Ampliar el radio de aplicación de esta propuesta.
- Desarrollar una campaña de sensibilización a gobiernos locales y regionales, para el fomento de esta iniciativa.



FUENTES DE INFORMACION

- Arce, J. (2011). Diseño de un Biodigestor para generar biogás y abono a partir de desechos orgánicos animales aplicable en las zonas agrarias del Litoral (Tesis de Ingeniería Industrial). Universidad Politécnica Salesiana, Guayaquil, Ecuador. Pp 17-18.
- Arias, G. (2013). El concepto de calidad de vida en las teorías del desarrollo. Revista Criterio Jurídico Garantista. Año 5, No. 8. Ene.-Jun. de 2013. Fundación Universidad Autónoma de Colombia, Bogotá.
- Becerra, R. (2011). Calidad de vida: Algo más que un concepto. Revista MEDISUR, Vol. 9, Núm. 5 (2011).
- Bussmann, R. (2005). Bosques andinos del sur de Ecuador, clasificación, regeneración y uso. Revista Perú Biología. v.12 N°.2, Lima, ago./set.
- Caballero, M. et al (2007). Efecto Invernadero, calentamiento global y cambio climático: Una perspectiva desde las Ciencias de la Tierra. Revista del Instituto de Geofísica y de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México. Vol. 08, Núm.10 (2007)
- Campero, O. (2013). Tesis denominada “Monitorización y evaluación comparativa de la tecnología de biodigestión anaeróbica como fuente de energía renovable en dos ámbitos familiar e industrial en Bolivia“. Tesis doctoral Universidad Internacional de Andalucía, España.
- Carrasco, V. (2015). Propuesta de diseño implementación y gestión de operaciones de biodigestores en la empresa Viña Castilla. Tesis de Ingeniería Industrial, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), Lima, Perú.

Comisión Ambiental Regional Arequipa. (2000). Plan de Acción Ambiental.

Tesis publicada con autorización del autor
Publicación de la Comisión Ambiental Regional Arequipa CONAM.
No olvide citar esta tesis

UNFV

- Deublein, D.& Steinhauser, A.(2008). Biogas from waste and renewable resources: An introduction. WILEYVCH, Weinheim, Germany.
- Godoy, J. (2013). ¿Pueden los bosques secundarios conservar la biodiversidad de aves del sur de Chile?. Tesis de Ingeniería, Universidad Austral de Chile.
- Hernández, N. (2004). Diagnóstico del Estado de la [Calidad de Vida](#) de la Localidad de Reina. Tesis de Maestría, Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez", Cuba.
- Hernández, G. & Velásquez, S. (2014). Vivienda y Calidad de Vida. Medición del Hábitat Social en México. Revista Científica de América Latina y el Caribe; España y Portugal, vol. 24, núm. 1, enero-junio, 2014, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.
- Liriano, R. (2005). Aplicación de biofertilizantes como alternativa nutricional, ambiental y económica en la agricultura urbana. Tesis presentada en opción al título de Doctor en Ciencias Agrícolas. Doctorado de cooperación en “Gestión Ambiental y Desarrollo Sostenible”. Universidad de Girona. España. 2005, 157 p.
- Llerena, C., et al. (2013). Los bosques y el cambio climático en el Perú: situación y perspectivas. Documento base de la consultoría para la aplicación en el Perú de las “Directrices sobre cambio climático para gestores del manejo forestal” (FAO 2013)
- López, B. (2001). Proyecto para presentar una planta de biogás en el distrito federal de México.
- Martí, J. (2008). Guía de diseño y manual de instalación de biodigestores familiares. GTZ, Bolivia.

- Martínez, Carlos; Oechsner, Hans; Brulé, Mathieu & Marañón, Elena (2014). (2014). Estudio de algunas propiedades físico-mecánicas y químicas de residuos orgánicos a utilizar en la producción de biogás en Cuba. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, ISSN -1010-2760, RNPS-0111, Vol. 23, No. 2 (abril-mayo-junio, pp. 63-69).
- Max Neef, M. (1997). Desarrollo a escala humana. Una opción para el futuro. CEPAAUR. Colombia. Proyecto 20 editores. 1997.
- Monar, Ulises (2009). Diseño de un Biodigestor para una finca del Recinto de San Luis de las Mercedes del Cantón Las Naves, provincia de Bolívar. Tesis de Maestría, Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador.
- Ochoa, L. S. (2011) Apuntes para la conceptualización y medición de la calidad de vida en México. México, Ed. Bienestar y calidad de vida en México, Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública.
- Pazmiño, Kattia (2016). Biodigestores una solución energética para la población rural. Uso del biogás en un caso de estudio. Tesis de Maestría, Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, sede Ecuador
- Pérez, A. (2001). El medio ambiente, la vivienda rural y la calidad de vida en los asentamientos rurales de Iberoamérica. En J. González (Ed.), Memorias del 3er Seminario sobre Vivienda rural y calidad de vida en los asentamientos rurales, (pp. 237-262). Santiago de Cuba: Cytel-Habyted.
- Quipusco, L & Quispe, W (2011). Desempeño de un biodigestor cargado con lodo séptico y excreta de cuy para la producción de biogás y biol. Revista del Instituto de Investigaciones de la Facultad de Geología, Minas, Metalurgia y Ciencias Geográficas. Vol. 14, Núm. 28 (2011)

Rajendran, K., Aslanzadeh, S., y Taherzadeh, M. (2012). Household Biogas Digesters Review. *Energies*, 2911-2942. Recuperado el 28 de agosto de 2017, de <http://www.mdpi.com>

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2010). Especificaciones Técnicas para el Diseño y Construcción de Biodigestores en México. Revista publicada por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México. SEMANART.

Suclupe, E. (2009). Conservación y desarrollo sostenible en el corredor Abiseo-Cóndor-Kutukú (nororiente peruano y suroriente ecuatoriano). Lima: Soluciones Prácticas, 2009. Jorge Elliot (Editor).

Tavizón. (2010). Diseño de un biodigestor para desechos orgánicos de origen vegetal. Tesis Centro de Investigación en Materiales Avanzados. México.

Toala. (2013). Diseño de un biodigestor de polietileno para la obtención de biogás a partir del estiércol de ganado en el rancho Verónica. Tesis de Ingeniería Biotecnológica. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador.

Varnero, T (2011). Manual de Biogas. FAO.

Unidad de planeación minero energético. (2003). Guía para la implementación de sistemas de producción de biogás. (UMPE, Ed.) Recuperado el 28 de agosto de 2017, de <http://www.sis3ea.gov.co>: /GUIA PARA LA IMPLEMENTACION DE SISTEMAS DE -_PRODUCCION_ DE_ BIOGAS

Vega, P. (2010). Biodiversidad en Montañas. Foro Electrónico Alianza para las Montañas y CONDESAN, Octubre 11-15 de 2010.

Velásquez, G. (2015). La Calidad de Vida desde una perspectiva Geográfica: Integración de Indicadores Objetivos y Subjetivos. Revista Internacional de Geografía de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica, Universidad Nacional del Centro de la provincia de Buenos Aires.

Vera y Martínez. (2013). Potencial de generación de biogás y energía eléctrica

Investigación y Tecnología, volumen XV (número 3), julio-septiembre
2014: 429-436 ISSN 1405-7743 FI-UNAM.

