



“Por un Desarrollo Agrario,
Integral y Sostenible”

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN VEGETAL

TRABAJO DE GRADUACION

Diagnóstico del uso, manejo y contenido de minerales del biol en fincas ganaderas de la zona húmeda de Nicaragua, Julio 2015-Enero 2016.

Autores

Br. Elison Antonio Laguna García

Br. Berman Alcides Cruz Torres

Asesores

Dr. Víctor Manuel Aguilar Bustamante

Ing. MSc. Rodolfo Munguía

Ing. MSc. Martha Gutiérrez Castillo

Managua, Nicaragua – Septiembre 2016



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN VEGETAL

**“Por un Desarrollo Agrario,
Integral y Sostenible”**

TRABAJO DE GRADUACION

**Diagnóstico del uso, manejo y contenido de
minerales del biol en fincas ganaderas de la
zona húmeda de Nicaragua, Julio 2015-Enero
2016.**

Autores

Br. Elison Antonio Laguna García

Br. Berman Alcides Cruz Torres

Asesores

Dr. Víctor Manuel Aguilar Bustamante

Ing. MSc. Rodolfo Munguía

Ing. MSc. Martha Gutiérrez Castillo

Presentado a la consideración del honorable tribunal examinador como
requisito para optar al grado de **INGENIERO AGRONOMO**

Managua, Nicaragua – Septiembre 2016

DEDICATORIA

Para la eterna gloria de nuestro señor Dios padre misericordioso, quien nos permite estar vivos, sanos y alcanzar nuestras metas y sueños.

A mis padres, **Reyna Isabel García Martínez** y **Justo Laguna Gámez**, por su eterno e incondicional apoyo durante todos los años de mi vida, por ser quienes fueron los que siempre creyeron en mí, porque han entregado su vida para que yo pueda ser una persona educada, con principios morales, cristianos y sobre todo a enseñarme a ser una persona humilde que debe luchar siempre por lo que quiere.

A mi hermano **Andy Abraham Laguna García**, cuando se quiere se logra hermano!!

A todos y cada uno de los integrantes de mi familia que siempre creyeron en mí, a los que ya no están, pero que fueron parte de mi camino.

A todos mis compañeros, por compartir tanto los buenos como los malos momentos que vivimos en la universidad, esos que llegaron a ser más que compañeros si no amigos que con sus buenos consejos me dieron aliento y fuerza para salir adelante con los problemas, a mi compañero **David Castillo Espinoza** (Q.E.P.D) a quien Dios decidió llevarse, lo logramos colega!

Br. Elison Antonio Laguna García

DEDICATORIA

Primeramente a DIOS todo poderoso rey del universo, dador de todas las cosas, merecedor de toda la honra y gloria ya que gracias a él logré concluir mi carrera profesional.

A mi madre **Norma Torres Juárez**, por ser padre y madre para mí y el principal cimiento para mi formación, por su amor, su paciencia, su dedicación y el esfuerzo constante para que yo pudiera lograr cada una de mis metas, no tengo palabras para describir y agradecer todo su amor y sus desvelos, apoyándome en los momentos buenos y malos ya que sin tí esto jamás hubiese sido posible, infinitas gracias madre.

A mi hermana **Janorys Nerissa Cruz Torres** por siempre estar pendiente de mí a cada momento de mi vida y cuando uno quiere lograr algo hermana siempre se hace con la ayuda de Dios.

A mis familiares: **Gloria Torres, Juana Cruz y Medardo Torres**, porque siempre recibí apoyo y palabras de aliento para mi formación.

A mis compañeros: por todos esos momentos buenos y malos que se viven en la universidad y que con algunos más que compañeros fuimos verdaderamente amigos como lo fue **Mario PH. Estrada**, que aunque no estés físicamente siempre estarás en mi corazón, DIOS te tenga en su santa gloria.

Br. Berman Alcides Cruz Torres

AGRADECIMIENTO

A mi señor Dios por dejarme hacer realidad uno de mis más preciados sueños, poder llegar a ser un profesional, porque nunca se olvidó de mí, por nunca haber soltado mi mano en todos cada uno de los momentos de mi vida, por todas sus bendiciones para conmigo y toda mi familia.

Quiero agradecerle a mi madre **Reyna Isabel García Martínez**, por siempre estar ahí, por todas sus preocupaciones, por el incondicional cariño, amor, consejos y todo el esfuerzo para que yo pudiera ser alguien en la vida.

Agradezco a mi padre **Justo Laguna Gámez**, quien ha sido ejemplo a seguir para llegar a ser una persona responsable tanto en la familia como en el trabajo, por el incansable esfuerzo y deseo para lograr que yo sea un profesional.

Quiero agradecer a todos y cada de unos de los profesores que compartieron sus conocimientos a lo largo de la carrera, pero en especial a mis asesores, **MSc. Rodolfo Munguía, MSc. Martha Gutiérrez, Dr. Víctor Aguilar**, por todo el valioso tiempo que nos brindaron para poder llevar y realizar una investigación completa, pero más aún por todo el conocimiento adquirido a base de sus asesoramientos.

Agradezco al **MSc. Felipe Martínez**, Asesor agropecuario de SNV por habernos brindado su tiempo con su asesoramiento y con todos sus conocimientos para la finalización de nuestro trabajo de graduación.

A nuestra alma máter la Universidad Nacional Agraria por abrir sus puertas y hacerme formar parte de esta comunidad universitaria quien me ha enseñado tanto y me siento extremadamente orgulloso al decir soy de la UNA.

Agradezco al Servicio Holandés de Cooperación al Desarrollo (SNV) por el apoyo económico, técnico y metodológico que brindo en la realización de nuestro trabajo de graduación.

Br. Elison Antonio Laguna García

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecerle primeramente a DIOS por que nos dio el don de la vida, la perseverancia para alcanzar nuestras metas y por darme esa gran bendición de tener a una madre como tú.

A mi madre y mi hermana por ser ese mi orgullo y mi gran motivación ya que tu madre me libras de toda adversidad que se me presenta y me impulsas a cada día superarme en la carrera y mi deporte, ofreciéndome todo para siempre ser mejor.

Quiero agradecer a cada uno de mis maestros en general y en especial a mis asesores **Dr. Víctor Aguilar**, **MSc. Martha Gutiérrez** y de manera muy especial al **MSc. Rodolfo Munguía**. Por su valioso tiempo, paciencia y esfuerzo en todo el proceso de realización de esta trabajo y por brindarme esos conocimientos enriquecedores para mi formación y que al pasar de los años se convierten en nuestros ejemplos a seguir.

A la Universidad Nacional Agraria porque nos abrió sus puertas para ser mejores personas y buenos profesionales y las oportunidades que me ha brindado son incomparables y ante todo esto no pensé que algún día si quiera me encontrara con cada una de ellas.

Agradezco al **MSc. Felipe Martínez**, Asesor agropecuario de SNV por brindarnos el asesoramiento y sus conocimientos brindados para la elaboración de nuestro trabajo de graduación.

Al Servicio Holandés de Cooperación al Desarrollo (SNV) por brindarme la oportunidad de este proyecto de investigación y por el apoyo económico, técnico y metodológico para poder realizar mi estudio de graduación.

Br. Berman Alcides Cruz Torres

INDICE GENERAL

Sección	Página
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	iii
INDICE GENERAL	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
INDICE DE GRAFICAS	viii
ÍNDICE DE CUADROS	ix
ÍNDICE DE ANEXOS	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT	Xii
I INTRODUCCIÓN	1
II OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo general	3
2.2 Objetivos específicos	3
III MATERIALES Y MÉTODOS	4
3.1 Localización del área de estudio en la zona húmeda	4
3.2 Selección de las fincas ganaderas en la zona húmeda	4
3.3 Características de la zona de estudio	7
3.3.1 Boaco	7
3.3.2 Matagalpa	7
3.3.3 Chontales	7
3.3.4 Región Autónoma Atlántico Sur	8
3.3.5 Río San Juan	8
3.3.6 Zona húmeda de Nicaragua	8
3.4 Diseño y aplicación de la encuesta	9
3.5 Procesamiento y sistematización de las encuestas	10
3.6 Extracción de la muestra de biol para análisis químico	10
3.7 Metodología para el Análisis químico de las muestras de biol	11
3.7.1 Análisis químico de muestras recolectadas de biol	11
3.7.1.1 Método Kjeldahl	11

Sección	Página
3.7.1.2 Mineralización de biol	12
3.7.1.3 Determinación de fosforo en biol	13
3.7.1.4 Determinación de potasio, calcio y magnesio en biol	14
IV RESULTADOS Y DISCUSION	16
4.1 Caracterización del sistema ganadero en las fincas de la zona húmeda	16
4.1.1 Cantidad de animales que se encuentran en las fincas	16
4.1.2 Sistema de pastura para la alimentación del ganado	16
4.1.3 Caracterización del sistema alimenticio del ganado	17
4.2 Uso y manejo del biodigestor	18
4.2.1 Uso del agua para el biodigestor	18
4.3 Proceso de alimentación del biodigestor	19
4.3.1 Proporciones de carga alimenticia para los biodigestores	19
4.4 Manejo de la pila del biol	19
4.5 Aprovechamiento del biol	20
4.5.1 Forma de aplicación del biol	20
4.5.2 Aplicación del biol en cultivos	21
4.5.3 Respuesta de los cultivos a la aplicación del biol	22
4.5.4 Medidas de seguridad durante la manipulación del biol	23
4.6 Percepción de la familia en la adopción de la tecnología	23
4.7 Composición nutricional de las muestras de biol	26
V CONCLUSIONES	29
VI RECOMENDACIONES	31
VII REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	32
VIII ANEXOS	33

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Departamentos que se encuentran ubicados en la zona húmeda de Nicaragua	3
2	Ubicación de las fincas ganaderas muestreadas en la zona húmeda de Nicaragua	4

INDICE DE GRAFICAS

Gráfica		Página
1	Fuente de agua utilizada para el biodigestor de la finca	18
2	Proporción usada por los productores	19
3	Productores que mantienen la pila del efluente tapada	20
4	Forma en que los productores aplican el biol	21
5	Aplicación del biol en cultivos	22
6	Respuesta observada a la aplicación de biol en los cultivos	23
7	Factores que impulsaron a los productores a adoptar la tecnología	24
8	Cambios reportados por los productores con el uso del biol como fertilizante	24
9	Existencia de olores desagradables con el uso de la tecnología	25
10	Existencia de algún tipo de problemas de salud por el uso del biodigestor	25
11	Recomiendan a otros productores el uso de la tecnología de biodigestor	26
12	Producción anual de nitrógeno según el tamaño del biodigestor (Kg)	27
13	Producción anual de fósforo según el tamaño del biodigestor (Kg)	27
14	Producción anual de potasio según el tamaño del biodigestor (Kg)	27
15	Ahorro US\$/año en macronutrientes (N, P, K)	28

INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Distribución de biodigestores por departamento	4
2	Localización de los propietarios de las fincas por tipo de biodigestor	6
3	Metodologías aplicadas para la determinación de contenidos de nutrientes en el biol	11
4	Rangos de la cantidad de animales	16
5	Porcentaje de productores con diversos tipos de pastos por tipo de biodigestor	16
6	Porcentaje de productores con biodigestor que brindan alimentación suplementaria a su ganadería	18
7	Composición química del biol de biodigestores de domo fijo y bolsa en la zona húmeda de Nicaragua	26

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo		Página
1	Estructura del modelo de la encuesta aplicada a los productores	33
2	Resultados de muestras proporcionadas por LABSA	37
3	Tabla de uso del agua para el biodigestor	38
4	Tabla de la manera en que los productores aplican el biol	38
5	Tabla de cálculo de Nitrogeno	38
6	Tabla de cálculo de Fosforo	38
7	Tabla de cálculo de Potasio	38
8	Fotografías	39

Laguna García., E A.; Cruz Torres., B A. 2016. Diagnóstico del manejo y uso del biol en fincas ganaderas de la zona húmeda de Nicaragua. Julio 2015- Enero 2016. Tesis de Ingeniero Agrónomo. UNA, Managua, Nicaragua.

RESUMEN

Con el fin de diagnosticar el uso, manejo y calidad nutricional del biol producido por biodigestores (domo fijo y bolsa) en fincas ganaderas, ubicadas en los departamentos de Matagalpa, Chontales, Boaco, Río San Juan, y La Región Autónoma Atlántico Sur, en el período de abril a julio del 2015 se visitaron 23 fincas en diferentes municipios de estos departamentos. La instalación o construcción de los biodigestores se realizó dentro del marco del Programa de Desarrollo del Mercado de Biogás ejecutado por el Servicio Holandés de Cooperación al Desarrollo (SNV). Se diseñó una encuesta estructurada dirigida a los productores para conocer las experiencias después de haber adoptado la tecnología de biodigestores, el uso del biol como fertilizante, aplicados a los cultivos de pasto, hortalizas, granos básicos y frutales para determinar su comportamiento después de aplicado. Se identificaron dos formas de aplicación más utilizadas que son: el 78.25% de los productores lo aplicó directamente al suelo, el 8.69% de forma foliar y 13.04% lo aplica de ambas formas. Se determinó que el biol contiene elementos nutricionales fundamentales que pueden ser aprovechados por la planta que son: Nitrógeno (N), Fósforo (P), Potasio (K), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Hierro (Fe), Cobre (Cu), Manganeso (Mn), Zinc (Zn). También presentó un pH neutro que permite la regulación del mismo en el suelo, además contribuye con materia orgánica. Estas características favorece el desarrollo de los cultivos. Se recolectaron 21 muestras de biol que fueron analizadas en el Laboratorio de Suelos y Agua (LABSA) de la Universidad Nacional Agraria (UNA) a través de procesos químicos como método Kjeldah, metaynadato de amonio, y digestión. Además, se calculó la producción en kilogramos anual de los macronutrientes según el tamaño del biodigestor calculando una producción de nitrógeno que va desde 122 a 306 kg/año, fósforo de 18-46 kg/año y potasio de 40-100 kg/año. Se determinó que el 100% de las fincas sujetas a estudio, los biodigestores estaban en funcionamiento produciendo biogás y biol. Igual porcentaje de productores recomienda el uso de la tecnología ya que han obtenidos beneficios a partir de su utilización. Entre los argumentos para la adopción del uso de la tecnología se encuentran: disminución del deterioro del medio ambiente, el uso del biol, uso del biogás y el cuidado de la salud humana.

Palabras claves: Biodigestor, biol, biogás, efluente, afluyente.

Laguna García., E A.; Cruz Torres., B A. 2016. Management, uses and nutrient content of the effluent of digesters at livestock farms in the humid sub zone of Nicaragua. April-July 2015. Agronomist thesis . A, Managua, Nicaragua .

ABSTRACT

In order to diagnose the use, management and nutritional quality of biol produced by digesters (fixed dome and bag) on cattle farms, located in the departments of Matagalpa, Chontales, Boaco, Rio San Juan, and the Región Autónoma del Atlántico Sur, the period of April to July 2015, 23 farms were visited in different municipalities in these departments. Installation or construction of biodigesters was conducted within the framework of Biogas Market Development implemented by the SNV Netherlands Development Organisation (SNV). A structured survey addressed to producers for their experiences after adopting technology digesters, the use of biol fertilizer applied to crops of grass, vegetables, grains and fruit to determine its behavior after the application was designed. the 78.25% of the producers applied directly to the soil, foliar form 8.69% and 13.04% applies both ways: two forms of application most used are identified. It was determined that the biol contains basic nutritional elements that can be used by the plant are: nitrogen (N), phosphorus (P), potassium (K), calcium (Ca), magnesium (Mg), iron (Fe), Copper (Cu), manganese (Mn), zinc (Zn). Also it has a neutral pH that allows its regulation on the soil, also contributes organic matter. These characteristics favor the development of crops. 21 biological samples that were analyzed at the Laboratory of Soil and Water (LABSA) of the National Agrarian University (UNA) through chemical processes such as Kjeldah method metayanadato ammonium, and digestion were collected. In addition, the annual production of macronutrients kg depending on the size of the digester where there is found a production of nitrogen ranging from 122-306 kg / year, phosphor 18-46 kg / year and potassium calculated 40- 100 kg / year. It was determined that 100% of the farms subject to study, biodigesters were in operation producing biogas and biol. Equal percentage producer recommends the use of technology have since benefits obtained from their use. Among the arguments for adopting the use of technology are: reducing environmental degradation, the use of biol, use of biogas and care of human health.

Keywords: Biodigestor, biol, biogas, effluent , affluent .

I. INTRODUCCIÓN

El uso de la tecnología de biodigestores¹, permite el aprovechamiento del estiércol bovino para generar biogás, y otro producto que se denomina biol, que es el residuo líquido de la transformación por digestión anaeróbica (en ausencia de oxígeno)².

La mezcla de agua y estiércol bajo condición anaeróbica libera el gas metano, el (gas) es aprovechado por las familias rurales y el biol que es un biofertilizante que posee buenas cualidades para mejorar los suelos e incrementar el rendimiento de los cultivos y pastizales. El uso de los biodigestores es considerado una herramienta para contribuir a la mitigación del daño ambiental, obtener recursos económicos y mejorar la calidad de vida de las familias rurales.

La explotación de energía no renovable como combustible, gas natural, carbono, así como también el uso racional de pesticidas, fertilizantes químicos y la deforestación de los bosques, constituyen fuentes de deterioro ambiental que casi siempre son irreversibles. Las sequías, aumento de la temperatura ambiental y la desaparición de la fauna son entre otros, el resultado de la tala de árboles y la consecuente pérdida de su hábitat. A estas hay que agregar que cuando ocurren lluvias torrenciales, causan daños debidas a la erosión y derrumbes inesperados en zonas muy vulnerables y donde existe población concentrada (deslave del Volcán Casitas, Nicaragua. 1997). Por tanto, Nicaragua, cuya economía está basada en la agricultura, debe conservar un equilibrio ambiental y así evitar daños irreparables, irreversibles y dolorosos. (Beteta. 2005)

La generación de energía a través de biodigestores contribuye de manera eficiente al uso de cocinas en las fincas evitando el despale masivo de árboles forestales en sus áreas, sin olvidar la importancia que este tiene a la salud de las personas ya que no se está inhalando el humo proveniente de la quema de leña.

Existe el interés de documentar las experiencias de los productores, que han construido o instalado biodigestores en el marco de la ejecución del Programa Biogás de Nicaragua, ubicados en la zona húmeda (Región Centro Sur, Norte y Atlántico de Nicaragua). Por lo que se realizó un diagnostico del uso y manejo del biol; además determinar las propiedades químicas del mismo. Las experiencias de los productores utilizando el biol indican que este producto ha sido aplicado como un biofertilizante en cultivos de pastos, granos, hortalizas y frutales.

Este estudio se llevó a cabo bajo el marco, asesoramiento, supervisión y financiamiento del convenio que existe entre la Universidad Nacional Agraria (UNA), el Servicio Holandés de Cooperación al desarrollo (SNV) y Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). UNA-SNV-CIAT.

El efluente que generan los biodigestores también conocido como biol, es la fracción líquida resultante de la mezcla fermentada de agua y estiércol en condiciones anaeróbica. Proporciona

¹ Es un recipiente herméticamente cerrado donde se procesa materia orgánica en un medio líquido en ausencia de oxígeno.

² La producción de biogás y biol a partir del uso de excretas de ganado bovino se da a través del proceso de digestión anaeróbica, en la cual se contemplan 4 etapas que son: hidrólisis, acidogénesis, acetogénesis y metanogénesis

beneficios tanto a las plantas como contribuir al enraizamiento/crecimiento, mejora el rendimiento, los frutos presentan mayor contenido nutricional, hace a las plantas más resistentes a las enfermedades, las semillas regadas con biol germinan en mayor cantidad y más rápido. En el suelo mejora la estructura y fertilidad como también mejora su porosidad y la retención del agua, mejora la actividad de microorganismos que ayudan a mantener viva en la tierra, contribuye al intercambio y retención de nutrientes y regula el pH. (Hivos, 2015)

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Diagnosticar el uso, manejo y composición química del biol generado por biodigestores en fincas ganaderas de la zona húmeda de Nicaragua.

2.2 Objetivos específicos

Identificar el proceso de trabajo realizado por los productores que disponen de biodigestores para garantizar la producción de biol

Determinar el uso del biol en las fincas ganaderas como alternativa de fertilización por medio de encuestas a los propietarios de las fincas.

Conocer la percepción que tienen los productores sobre la tecnología de biodigestores a través de preguntas dirigidas.

Determinar el contenido pH, Materia orgánica, Nitrógeno (%), Fósforo (%), Potasio (%), Calcio (%), Magnesio (%), Hierro (ppm), Cobre (ppm), Manganeseo (ppm), Zinc (ppm), Materia seca y porcentaje de humedad del biol como fuente de nutrientes para cultivos y pastos, por medio del análisis químico de laboratorio.

Determinar el aporte de nutrientes según el tamaño de los biodigestores.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.3 Localización del área de estudio en la zona húmeda

El programa Biogás – Nicaragua inició su implementación en 2014, ejecutado por el Servicio Holandés de Cooperación al Desarrollo (SNV), con el apoyo de BID – FOMIN, HIVOS y NDF. El programa tiene como propósito que los productores ganaderos tengan acceso a energía renovable y para lograr la difusión de la tecnología ha implementado unidades demostrativas de sistemas de biodigestores en diferentes zonas del país.

El presente estudio se realizó en el periodo de junio de 2015 a enero de 2016, en 23 fincas de la zona húmeda de Nicaragua, en los departamentos de Río San Juan, Boaco, Chontales, RAAS y Matagalpa



Figura 1. Departamentos que se encuentran en la Zona Húmeda de Nicaragua.

3.4 Selección de las fincas ganaderas en la zona húmeda.

El número total de biodigestores construidos por el Programa Biogás Nicaragua (PBN) son 650 distribuidos en todo el territorio nacional, a continuación se mencionan los departamentos de la zona húmeda con sus respectivas cantidades de biodigestores instalados en el cuadro No 1.

Cuadro 1: Distribución de biodigestores por departamento

Departamento	Numero de biodigestores
Matagalpa	21
Boaco	57
Chontales	94
Río San Juan	59
RAAS	48
Jinotega	74
Total	551

La muestra tomada en consideración para este trabajo representa el 5 % del total del biodigestores ubicados en los diferentes municipios de los departamentos de la zona húmeda de Nicaragua.

Para la selección de las fincas se utilizaron los siguientes criterios:

1. Disponibilidad de estiércol
2. Cercanía de la casa
3. Disponibilidad de agua
4. Piso en la galera
5. Disposición a aportar el 40% del costo del sistema
6. Espacio cerca del corral para construir el biodigestor
7. Fincas por estar accesibles
8. Productores dispuestos a colaborar.

Los productores disponen de un biodigestor ya sea de bolsa o de domo fijo para desarrollar procesos de conversión de las excretas de bovinos para la producción de metano (gas para consumo doméstico) y bio³, el cual se está utilizando como fuente de fertilizantes para diferentes cultivos y en recuperación de suelos degradados

En el **Cuadro 2**, se presenta la ubicación específica de cada una de las fincas visitadas en la zona húmeda de Nicaragua.

El 43% de los productores entrevistados tienen un biodigestor de bolsa y el 57 % poseen el tipo domo fijo.

En función del tamaño del biodigestor, la muestra seleccionada presenta el 4.34% tienen un biodigestor de 6 metros cúbicos, el 39.13% poseen un biodigestor de 9 metros cúbicos, el 21.63% cuentan con biodigestor de 12 metros cúbicos, 26.08% tiene un tamaño de 13 metro cúbicos y de 14 metros cúbicos tienen el 8.69%

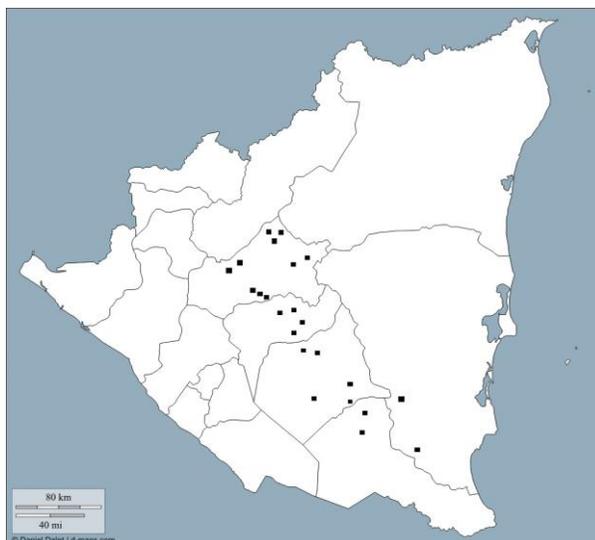


Figura 2. Ubicación de las fincas ganaderas muestreadas de la zona húmeda de Nicaragua.

Cuadro 2. Localización de los propietarios de las fincas por tipo de biodigestor

N°	Nombre del propietario	Localización			Biodigestor		Tamaño del biodigestor (m ³)
		Departamento	Municipio	Coordenadas	Bolsa	Domo	
1	Reyna Fletes	Rio San Juan	San Miguelito	N 11° 25' 17.0" W 84° 50' 44"	X		14
2	Orlando Murillo	Chontales	Santo Tomas	N 12° 03' 41.9" W 85° 04' 03.6"	X		13
3	Damián Taleno	RAAS	Muelle de los Bueyes	N 12° 02' 22.9" W 84° 33' 49.2"	X		9
4	Harold Castellano	Chontales	La Libertad	N 12° 14' 16.4" W 85° 06' 51.8"	X		14
5	Honney Zeledón	RAAS	Nueva Guinea	N 11° 43' 05.8" W 84° 27' 59.3"	X		12
6	Carlos Carranza	Chontales	El Coral	N 11° 55' 06.0" W 84° 40' 10.6"	X		12
7	Héctor Pineda	Rio San Juan	El Almendro		X		12
8	Elías García	Matagalpa	Matagalpa		X		12
9	Napoleón Cruz	Matagalpa	El Tuma	N 13° 01' 36.3" W 85° 39' 10.9"	X		12
10	Norman Fajardo	Matagalpa	El Tuma	N 13° 02' 19" W 85° 46' 25.8"	X		13
11	Luis Marengo	Boaco	Camoapa			X	9
12	Marcos Garzón	Matagalpa	Rio Blanco	N 12° 55' 12.5" W 85° 12' 17.5"		X	13
13	Denis Gonzales	Boaco	Boaco	N 12° 33' 46.9" W 85° 25' 57.6"		X	13
14	Francisco Sosa	Matagalpa	Muy Muy	N 12° 44' 53.6" W 85° 39' 17.5"		X	9
15	Jorge Weimar	Boaco	Camoapa			X	13
16	Norman Robleto	Boaco	Boaco	N 12° 34' 16.9" W 85° 36' 52.7"		X	9
17	Ronaldo Fonseca	Matagalpa	Matagalpa	N 312° 57' 22.5" W 85° 54' 22.1"		X	9
18	Dolores Rivas	Matagalpa	San Ramón	N 12° 50' 48.0" W 85° 37' 01.6"		X	9
19	Carlos Pineda	Rio San Juan	El Almendro			X	13
20	Rosalino Lazo	Chontales	El Coral	N 11° 56' 13.2" W 84° 41' 06.2"		X	9
21	Gilberto Montenegro	Chontales	Sto, Domingo			X	6
22	Roger Medina	Chontales	Sto. Domingo	N 12°22'44.6" W 84°55'46.1"		X	9
23	Pablo Cano					X	9

3.5 Características de la zona de estudio

El área estudio comprende los departamentos que se describen a continuación:

3.5.1 Boaco

Boaco se localiza en la Región Central Este de Nicaragua, tiene una superficie de 4,176.68 km² que equivale al 3.2 % del territorio nacional y una población de 150,636 habitantes; los cuales representan el 2.9% de la población nacional, de los cuales 47,309 están ubicados en el área urbana y 103,327 están ubicados en el área rural.

Las condiciones climáticas varían de acuerdo a la fisiografía y altitud de los terrenos. La temperatura media anual es caliente (27 a 29 °C), y las precipitaciones son bajas e irregulares (800 a 1,200 mm/año.). En las zonas altas y montañosas la temperatura es fresca (22 a 25° C), y las precipitaciones altas y uniformes (1600 a 2,000). (CENAGRO, 2013)

En el departamento de Boaco se encuentran aproximadamente 12,487 fincas ganaderas distribuidos en cada uno de sus municipios con un total de 259,656 de animales bovinos, según el Informe preliminar del IV Censo Nacional Agropecuario (CENAGRO, 2012).

Los municipios que se encuentran en la zona húmeda de Nicaragua por parte del departamento de Boaco son: Boaco, Camoapa, San José de los Remates.

3.5.2 Matagalpa

Matagalpa se localiza en la región Central-Norte del país, contando con una extensión territorial de 6,803.8 km² que representa el 5.2 % del territorio nacional, con una población de 429,838 habitantes, el 8 % de la población del país. El 68 % de su población es rural.

El clima se caracteriza por precipitaciones que oscilan desde el rango 800-1200 mm incrementándose de Oeste a Este, hasta alcanzar el rango de 1800 a mayores de 2,400 mm.

En Matagalpa se encuentran alrededor de 29,041 fincas ganaderas distribuidas en dicho departamento, con un total de 380574 animales bovinos. (CENAGRO, 2012)

En el departamento de Matagalpa los municipios que se consideran húmedos son: Matiguás, Río Blanco, Muy Muy, San Ramón, Tuma- La Dalia, Matagalpa, San Dionisio, Rancho Grande y Esquipulas.

3.5.3 Chontales

Chontales se localiza en la Región Central Este de Nicaragua, tiene una superficie de 6,481.27 km² que equivale al 5.0 % del territorio nacional y una población de 177,040 habitantes. Limita al norte con el departamento de Boaco, al sur con El departamento de Río San Juan, al este con la RAAS y al oeste con el lago Cocibolca.

Las condiciones climáticas varían de acuerdo a la fisiografía y altitud de los terrenos. En las planicies costeras de la Cuenca 69 del Río San Juan paralelo al lago de Nicaragua, la temperatura media anual es caliente (27 a 29 °C), y la precipitación varía de baja a irregular (800 a 1,200

mm/año), con períodos caniculares prolongados (> 40 días) en los límites con las regiones del Pacífico Central y Pacífico Sur. Los suelos son arcillosos pesados con erosión leve. En la zona costera hacia el este las precipitaciones aumentan de 1,200 en Puerto Díaz, hasta 1,800 en las proximidades de San Carlos, no existiendo períodos caniculares. En las zonas altas y montañosas la temperatura es fresca (22 a 25 °C), y las precipitaciones altas y uniformes (1600 a 2,000 mm/año), las cuales se incrementan hacia la transición con el trópico húmedo, hasta los 2,300 mm/año. Los suelos de esta región son franco arcillosos con erosión moderada. (CENAGRO, 2013)

El departamento de Chontales cuenta con aproximadamente 8,366 fincas ganaderas en todo su territorio habiendo un total de 409,482 animales bovinos. (CENAGRO, 2012)

Los municipios de Chontales que se encuentran ubicados en zona húmeda son los siguientes: Santo Tomás, Villa Sandino, Santo Domingo, San Pedro de Lóvago, El Ayote, La Libertad y El Coral.

3.3.4 Región Autónoma Atlántico Sur

La R.A.A.S. es una de las dos regiones autónomas de Nicaragua. Tiene una extensión aproximada de 27.260 km² y una población de 306.510 habitantes.

La R.A.A.S se caracteriza por ser la más húmeda; la cantidad anual de precipitación se encuentra en el rango de los 2500 mm en su parte Norte, hasta más de 5000 mm en el extremo Sureste. Las cantidades máximas de precipitación, se registran en los meses de julio y agosto y las mínimas entre marzo y abril.

En la R.A.A.S existe una cantidad de 22,713 fincas ganaderas con aproximadamente 1,128,311 animales bovinos. (CENAGRO, 2012).

Los municipios de la Región Autónoma Atlántico Sur que pertenecen a la zona húmeda y que están atendidos por el Programa Biogás son: Rama. Nueva Guinea y Muelle de los bueyes.

3.3.5 Río San Juan

Río San Juan se localiza en la región Sur y Sureste del país, contando con una extensión territorial de 7,540.9 Km² que representa el 5.8 % del territorio nacional, con una población 95,596 habitantes, el 1.9% de la población del país. En este departamento se ubica la parte baja de la Cuenca 69 o del Río San Juan que drena en el mar Caribe, y de la que forman parte los grandes lagos de Nicaragua, el lago Xolotlán y el Cocibolca.

El clima se caracteriza por precipitaciones que oscilan desde el rango 1,800-3,000mm incrementándose de Oeste a Este, hasta alcanzar el rango de 4,000-6,000mm. El rango de precipitación aumenta a medida que se avanza hacia el Este, con precipitaciones de van desde 3,000 mm a mayores de 6,000 mm.

En este departamento se encuentra la segunda Reserva de Biosfera de importancia del país. “Reserva de la Biosfera Río San Juan - Nicaragua”. (CENAGRO, 2013)

Río San Juan es un departamento que consta con 9,138 fincas ganaderas poseyendo un aproximado de 291,524 animales bovinos. (CENAGRO, 2012)

Los municipios de este departamento que se consideran como húmedos son: El Almendro, El Castillo, San Carlos, San Miguelito.

3.3.6 La zona húmeda de Nicaragua

La zona húmeda se caracteriza por presentar un régimen pluviométrico superior a los 1500 mm anuales, una temperatura media anual entre 22 y 30 grados centígrados, 34.6 %, de topografía es montañosa con pequeños valles intermontanos, suelos de fertilidad media, de uso restringido para agricultura intensiva.

La población total en la zona es de 546,853 habitantes distribuidos en cada uno de los municipios del área de estudio.

El total de fincas ganaderas que están dentro de los departamentos que forman parte de la zona húmeda de Nicaragua es de, 100,019 y en ellas se encuentran un total de cabezas de ganado que equivalen a 2, 705,126.

3.6 Diseño y aplicación de la encuesta

La recolección de información se llevó a cabo por medio de encuestas dirigidas (**Anexo 1**) al propietario o a las personas que habitan en la finca, con el principal objetivo de reunir datos sobre el uso, manejo del biol, sus actividades pecuarias como también detectar sus opiniones acerca de los beneficios que estos consideran que han obtenido del uso de la tecnología de biodigestores y el aprovechamiento del biol y biogás.

Las encuestas aplicadas contienen los siguientes aspectos,

a) Proceso de producción de biol, donde se aborda:

- El tipo de fuente de agua que se utiliza
- El tamaño del biodigestor
- Proporciones de carga (estiércol + agua)

b) Sistema de explotación bovino:

- Animales
- Alimentación
- Tipos de pasturas

c) Aplicación del biol como fertilizante.

- Cultivos fertilizados con biol.
- Aplicación foliar o al directamente suelo.
- Cultivos con mejores resultados y de qué manera se ha manifestado

d) Percepción de los productores en relación a la tecnología.

- Importancia y factores de adopción de la tecnología.
- Recomendaría el uso de la tecnología

3.7 Procesamiento y sistematización de las encuestas

El proceso de análisis y sistematización de las encuestas se realizó por medio de tablas construidas con el programa Excel de Microsoft office en donde se tabuló cada pregunta de cada una de los aspectos de la encuesta.

La obtención de resultados se realizó a través del cálculo del porcentaje de cada aspecto de la encuesta, se calculó la frecuencia de las respuestas que los productores proporcionaron, el análisis de frecuencias permitió la construcción de todas las gráficas y tablas que se encuentran presentan en el documento.

Uno de los puntos evaluados por el análisis de frecuencia fueron las respuestas de los productores sobre el proceso de producción de biol, donde los aspectos de este punto fueron la fuente de agua que utilizan para alimentar el biodigestor, proporciones de carga según su tamaño.

Otro punto muy importante es el sistema de explotación bovino en las fincas cuyas variables evaluadas fueron el tamaño del ható ganadero, los tipos de pastos establecidos en la finca y los suplementos alimenticios para la alimentación del ganado.

La aplicación del biol como fertilizante fue otro de los puntos donde las variables a evaluar fueron los tipos de cultivos que los productores fertilizan con el biol, la manera que los productores aplican el biol, como también identificar las características de los cultivos que han mejorado con la aplicación del biol.

Para finalizar se realizó un análisis sobre la percepción de los productores acerca del uso de la tecnología, tomando en cuenta las opiniones de los productores sobre los factores que los impulsaron a adoptar la tecnología y si recomendarían la tecnología a otros productores.

3.8 Extracción de la muestra de biol para análisis químico

Se realizó una visita directa a cada una de las fincas seleccionadas. En cada una se extrajo una muestra de biol de un volumen de 1 litro; se obtuvieron 23 muestras las que fueron entregadas al Laboratorio de Suelos y Agua (LABSA) de la Universidad Nacional Agraria con el propósito de determinar el contenido mineralógico del producto. Para ejecutar esta actividad se realizó el siguiente procedimiento:

Paso 1. Identificación del tipo de biodigestor que posee el productor en su finca.

Paso 2. Localizar en el biodigestor la pila del biol o efluente.

Paso 3. Con pala de madera se agitó por un minuto el efluente para homogenizar la muestra.

Paso 4. Con cucharón metálico se tomó porción de biol hasta completar un litro o hasta que el recipiente plástico esté lleno.

Paso 5. Se cerró el recipiente de manera hermética para evitar la filtración de líquido.

Paso 6. Etiquetado de la muestra para su identificación, con la siguiente información:

- Nombre de la finca, código (se proporcionó uno para efectos de control)
- Nombre del productor

- Comunidad, municipio
- Tipo de biodigestor

Paso 7. Se colocó en el recipiente con la muestra de efluente en el termo (éste debe tener una porción de hielo o agua fresca).

Paso 8. Se hizo entrega a LABSA, de todas las muestras recolectadas haciendo remisión a través de código de muestra, con su codificación respectiva.

3.9 Metodología para el Análisis químico de las muestras de biol

El LABSA, aplicó métodos de laboratorio para la determinación de los contenidos de nutrientes como el Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio, Magnesio, Hierro, Cobre, Manganeso y Zinc. Todos los procedimientos que el laboratorio utilizó son los protocolos que el laboratorio ha definido previamente.

Cuadro 3. Metodologías aplicadas para la determinación de contenidos de nutrientes en el biol

NUTRIENTE (%)	MÉTODO APLICADO	REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA
Nitrógeno	Destilación Kjeldahl	Houba., V. J. G.; Van Vark., W.; Walinga., I.; Van der Lee., JJ. 1989. Plant Analysis Procedures (soil and plant analysis, part 7).
Fosforo	Metayanadato de amonio	
Potasio	Digestión sulfoceleñico	
Calcio		
Magnesio		

3.9.1 Análisis químico de muestras de biol

3.9.1.1 Método Kjeldahl

Este método fue desarrollado en el siglo pasado por el químico danés Johan Kjeldahl, debido al firme principio químico en que se fundamenta, prácticamente no ha sido modificado.

Es el método más usado en química analítica para determinar la concentración de nitrógeno orgánico, se basa en una volumetría ácido-base. El procedimiento es directo el material necesario es muy simple (aparato de destilación Kjeldahl).

El método consta de tres etapas: DIGESTIÓN — DESTILACIÓN — VALORACIÓN

En la **digestión** se produce la descomposición del nitrógeno que contienen las muestras orgánicas utilizando una solución de ácido concentrado. Esto se obtiene haciendo hervir la muestra en una concentración de ácido sulfúrico. El resultado es una solución de sulfato de amonio.

En la etapa de **destilación** se libera amoníaco, el cual es retenido en una solución con una cantidad conocida de ácido bórico. Inicialmente se realiza una destilación con vapor por el método de arrastre de vapor de agua, mediante la cual acelera la obtención del destilado.

Al final, se utiliza la **valoración** para valorar finalmente la cantidad de amonio presente en la muestra destilada.

3.9.1.2 Mineralización de biol

Aparatos utilizados

- Bloque de digestión con depósito para los tubos.
- Tubo de digestión con capacidad de 100 ml.
- Balanza analítica con un punto de precisión de ± 0.0001 .
- Campana extractora de gases.

Reactivos utilizados

- Ácido sulfúrico al 97%
- Selenio en polvo.

De estas dos sustancias se preparó la mezcla sulfoselenica cuyo procedimiento fue: pesar 3.5 gramos de selenio en polvo y se disolvió en un litro de ácido sulfúrico el cual debe estar contenido en un beaker de 1000 ml, a este beaker se le aplicaron 300 grados de calor durante 3 a 4 hrs hasta que el color oscuro o negro que se generó inicialmente desaparece en su totalidad a un color ligeramente amarillo.

Procedimiento

La muestra de biol se homogenizó y después se extrajo 1 ml de la muestra de biol, esta muestra es adicionada a los tubos digestores y se le agregó 4 ml de la mezcla sulfoselenica y se dejó reposar durante toda una noche. Los tubos de digestión con la muestra de biol se colocaron en el bloque de digestión que se encuentra dentro de la campana extractora de gases y se taparon bien para evitar mayor cantidad de emanación de gases, se le hizo un precalentamiento y se puso el bloque digestor a una temperatura de 100 grados en un periodo de una hora, transcurrido este primer tiempo se incrementó la temperatura a 200 grados y se dejó durante dos horas en esta temperatura; transcurrido el tiempo se incrementó nuevamente la temperatura a 400 grados y se dejó de igual manera por un periodo de dos hrs una vez culminado el tiempo se apago el bloque digestor y se dejaron los tubos hasta el día siguiente para que estos se encuentren a temperatura ambiente, posterior a esto una vez que los tubos se encuentren a temperatura ambiente se

disolvieron a un volumen de 100 ml y se le adicionó 96 ml de agua a los tubos de digestión luego estos se filtraron en un papel filtro whatman número 1 en balones volumétricos de 100 ml. Esta dilución permitió cuantificar el fósforo, calcio, magnesio, potasio, manganeso, cobre, zinc, hierro. Estos fueron los análisis que permitieron hacer esta dilución

3.9.1.3 Determinación de fósforo en el biol

Aparatos utilizados:

- Fotocolorímetro

Reactivos:

Solución A: en un matraz de un litro se disolvieron sobre agua destilada 190 ml de ácido sulfúrico centrado al 97 %.

Solución B: se pesaron 1.35 gramos de metabanato de amonio disolviéndolo en un litro de agua caliente se dejó enfriar y luego se aforaron.

Solución C: se pesaron 26.665 gramos de molitato de amonio, se disolvieron en un litro de agua caliente se dejó enfriar y se aforaron.

Solución D: vanadato molitato, en un balón de un litro se adicionaron 300 ml de la solución A, B y C, respectivamente se homogenizó y se aforaron.

Serie estándar:

Solución patrón 1: se pesaron 0.2197 gramos de fosfato de potasio monohidratado y se disolvieron en agua en un balón volumétrico de un litro aforar con agua destilada. Esta solución se encuentra en una solución de 50 ppm de fósforo.

Solución patrón 2: se pipetearon 50 ml de la solución 1 en un balón volumétrico de 250 ml y aforaron con agua destilada esta solución se encuentra una concentración de 10 ppm de fósforo.

Serie estándar: de la solución dos se pipetearon 0 ml, 2 ml, 4 ml, 6 ml, 8 ml, 10 ml respectivamente en bolones volumétricos de 100 ml, a estos se les añadió 25 ml de la solución D, se agitó y aforaron con agua, estas soluciones estándar van a tener las siguientes concentraciones 0 ppm, 0.2 ppm, 0.4 ppm, 0.6 ppm, 0.8 ppm, 1.0 ppm de fósforo respectivamente.

Procedimiento a seguir

Se midieron 10 ml del digesto diluido de la muestra incluyendo los controles y los blancos y transferirlos a un balón volumétrico de 100 ml se añadió 15 ml de agua a los balones volumétricos, añadir 25 ml de la solución D se agitó y se aforaron con agua destilada, se dejó

en reposo por 30 minutos, transcurrido el tiempo se lee en el fotocolorímetro calibrándolo con el blanco de la curva a una longitud de onda de 410 nanómetro.

Cálculos

Porcentaje de fósforo: la concentración de fósforo medido en el digesto menos la concentración de fosforo medido en el blanco diluido por su factor entre el ml del digesto tomado por los dos factores de dilución que se le realizaron a la muestra resulta un factor de 0.25 entre el peso de la muestra.

3.9.1.4 Determinación de potasio, calcio y magnesio en biol

Aparato utilizados

- Espectro fotómetro de absorción atómica:

Reactivos

Solución de óxido delantano al 1 %: se disolvió 11.7 gramos de óxido delantano alrededor de 200 ml de agua en un balón volumétrico de un litro: se disolvió completamente, se agregó 100 ml de ácido clorhídrico a una concentración de 6 normal lentamente y se agitó constantemente, se dejó enfriar y se aforó con agua.

Solución de óxido delantano al 0.1 %: se diluyeron 100 ml de la solución de óxido delantano al 1 % en un balón volumétrico de un litro con agua.

Solución estándar de calcio de 100 ppm: a partir de la solución patrón de calcio ya comercializado que se encuentra a 1000 ppm extraer 25 ml de esta solución y se adicionaron en un balón volumétrico de 250 ml, se aforaron con agua destilada.

Serie estándar de calcio en frascos de 100 ml: medir 0 ml, 5 ml, 10 ml, 15 ml, 20 ml, 25 ml de la solución estándar de 100 ppm de calcio a cada frasco le agregó 10 ml de óxido delantano al 1 % y 0.45 ml de la solución sulfoselenica se aforó con agua destilada, las concentraciones de estas series fueron de 0 ppm, 5 ppm, 10 ppm, 15 ppm, 20 ppm y 25 ppm.

Solución estándar de magnesio a 100 ppm: a partir de la solución patrón de magnesio ya comercializada que se encuentra a una concentración de 1000 ppm, se le extrajo 25 ml de la solución patrón en un balón volumétrico de 250 ml, se aforó con agua destilada.

Solución estándar de potasio a 100 ppm a partir de la solución patrón de potasio ya comercializada a una concentración de 1000 ppm: se extrajo 25 ml de la solución patrón y fueron introducidos en un balón volumétrico de 250 ml y se aforó con agua destilada.

Serie estándar de potasio en frascos volumétricos de 100 ml: medir 0 ml, 5 ml, 10 ml, 15 ml, 20 ml, 25 ml de la solución estándar de potasio de 100 ppm, a cada frasco de las series se le agregó 10 ml de óxido delantano al 1 % y 0.45 ml de la solución sulfoselenica se aforó con agua destilada, la serie tiene la concentración de 0 ppm, 5 ppm, 10 ppm, 15 ppm, 20ppm y 25 ppm.

Procedimiento:

De la muestra de biol digestada y diluida se extrajo 1 ml y se agregó en un tubo de ensayo a éste se le agregaron 9 ml de las soluciones de óxido delantano a una concentración de 0.1 % posterior a esto se procedió a lo que es la lectura en el equipo del espectrofotómetro de absorción atómica donde el elemento de potasio se lee a una longitud de 766.7 nanómetros, donde el elemento calcio se lee a una longitud de 422.7 nanómetros donde el elemento magnesio se lee a una longitud de 285.2 nanómetros.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Caracterización del sistema ganadero en las fincas de la zona húmeda

4.1.1 Cantidad de animales que se encuentran en las fincas

En el cuadro (4) se muestran los rangos de la cantidad de animales que conforman el hato ganadero que manejan los productores, en las cuales hay terneros, toros, novillos, sementales, bueyes y vacas.

Cuadro 4. Rangos de la cantidad de animales.

Rango de la cantidad de animales	Porcentaje de productores
5-100	63.62 %
101-200	31.81 %
201-300	4.54 %

Es evidente que el 63.62% de los productores tienen una población de animales menores o iguales a los 100; que demuestra que la tecnología puede ser adoptada por pequeños productores ganaderos, como el caso de señor Francisco Javier Soza que tiene 5 animales estabulados 20 horas cada día, lo que le permite disponer de estiércol para alimentar un biodigestor de 9 metros cúbicos, que requiere 100 kg por día.

4.1.2 Sistema de pastura para la alimentación del ganado

En el Cuadro 5, se incluyen el número de pastos que los productores tienen establecidos en las fincas para la alimentación del hato ganadero, los resultados presentados se muestran en porcentaje del total por el tipo de biodigestor.

Los resultados indican que el 17.37 % del total de los productores tienen establecidos en sus fincas un solo tipo de pasto para la alimentación del hato ganadero, siendo este Taiwán (*Pennisetum purpureum*), King Grass (*Saccarum sinense*) o Maralfalfa (*Pennisetum sp*)

Cuadro 5. Porcentaje de productores con diversos tipos de pastos por tipo de biodigestor

NUMERO DE PASTOS CULTIVADOS	PORCENTAJE		TOTAL
	BOLSA	DOMO	
1 Pasto	10 %	23.07 %	17.37 %
2 Pastos	80 %	53.83 %	65.17 %
3 Pastos	10 %	7.69 %	8.68 %
4 Pastos	0	7.69 %	4.34 %
5 Pastos	0	7.69 %	4.34 %
Total	100 %	100 %	100 %

Los productores que tienen establecidos dos tipos pastos equivalen al 65.17 %, entre estos se encuentran Taiwán, Brizantha (*Brachiaria brizantha*), Brachiaria (*Brachiaria decumbens*), Mombaza (*Panicum maximum*), Retana (*Ischaemum indicum*), King Grass, Toledo (*Brachiaria brizantha*) y Maralfalfa.

Existe un 8.68 % de los propietarios con tres tipos de pasto para la alimentación del ganado siendo Braquearia, Brisanta y Monbaza, Maralfalfa, Retana y Mombaza en sus fincas y hay un 4.34 % de los productores que poseen cuatro tipos de pastos e igual porcentaje para quienes poseen cinco tipos de pastos.

Se destaca que entre los tipos de biodigestores se encontró que generalmente utilizan 2 tipos de pasto.

4.1.3 Caracterización del sistema alimenticio del ganado

La alimentación del ganado no solamente tiene como base las provenientes de áreas de pasturas, sino también suplementos alimenticios que ayuden a suplir las necesidades de nutrición del hato ganadero.

El bajo potencial alimenticio, especialmente en época de sequía, determina la necesidad de ofrecer a los animales un suplemento nutricional de elementos energéticos, proteicos y minerales con el propósito de que logren una mayor productividad.

El uso de suplementos alimenticios constituye una posibilidad para mejorar la ganancia de peso y el estado de los animales en crecimiento. Los suplementos alimenticios representan una alternativa económica para mejorar la productividad del rebaño y la rentabilidad para el productor.

Los tipos de suplementos de alimentación para el ganado que los productores usan son:

- Concentrado
- Melaza
- Sal mineral
- Pecutrín
- Ensilaje

Con respecto a la alimentación suplementaria del hato ganadero, existe un 17.37 % de los productores que utilizan un solo tipo de suplemento alimenticio.

Los productores que utilizan dos tipos de suplementos para la alimentación del ganado es el 13.03 % de ellos. De acuerdo a los datos que se presentan en el **Cuadro 6**, refleja que el 30.41 % de los productores hacen uso de tres tipos de suplementos alimenticios para el hato ganadero, siendo este grupo el que más se presenta.

Existe un 17.37 % de productores que utilizan 4 tipos de suplementos para alimentar al ganado, estos solamente pertenecen a las listas de propietarios que cuentan con biodigestor tipo domo fijo, mientras que los productores que usan 5 tipos de suplementos alimenticios son el 17.39 %. Se encontró que el 4.34 % de los propietarios no hacen uso de suplementos alimenticios, siendo la alimentación del ganado únicamente el pasto.

Cuadro 6. Porcentaje de productores con biodigestor que brindan alimentación suplementaria a su ganadería

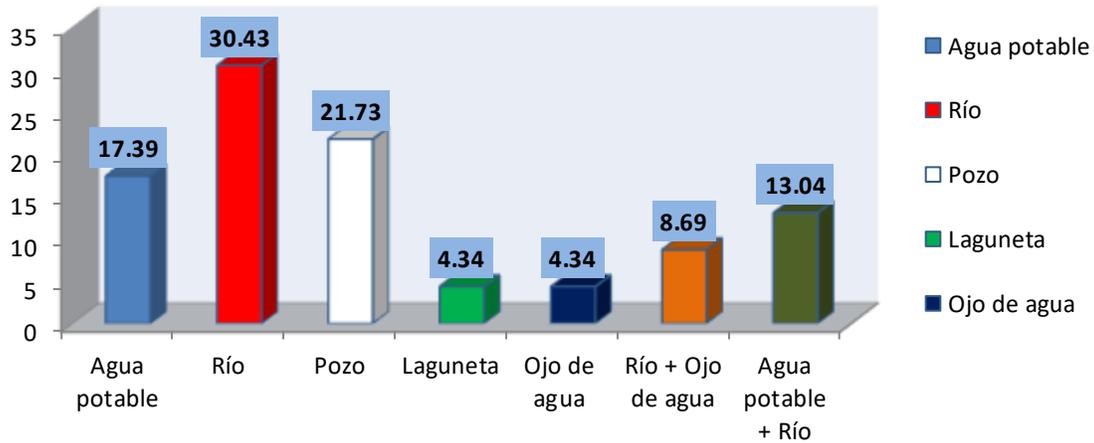
ALIMENTO UTILIZADO PARA EL MANEJO DEL GANADO	PORCENTAGE		TOTAL
	BOLSA	DOMO	
1 Suplemento	30 %	7.69 %	17.37 %
2 Suplementos	20 %	7.69 %	13.03 %
3 Suplementos	20 %	38.45 %	30.41 %
4 Suplementos	0	30.76 %	17.37 %
5 Suplementos	30 %	7.69 %	17.39 %
Solamente pasto	0 %	7.69 %	4.34 %
Total	100 %	100 %	100

4.2 Uso y manejo del biodigestor

4.2.1 Uso del agua para el biodigestor

El agua es un recurso que se requiere para hacer actividades como hidratar al ganado, desparasitar externamente el ganado, alimentar el biodigestor, abastecer riego para los cultivos y el uso doméstico, en el **Gráfica 1.**, se presenta de donde proviene el tipo de fuente que los productores utilizan para realizar dichas actividades.

La fuente de agua que más se utiliza en las fincas estudiadas para su uso en el biodigestor es el agua proveniente de río y pozo, que representa el 30.43 % y el 21.73 respectivamente. El agua potable es utilizada por el 17.39 % de los productores. Los productores que hacen más uso del agua potable son aquellos que poseen domo fijo (anexo 3) Además se encuentran muy cerca de la carretera, el pueblo o la ciudad.



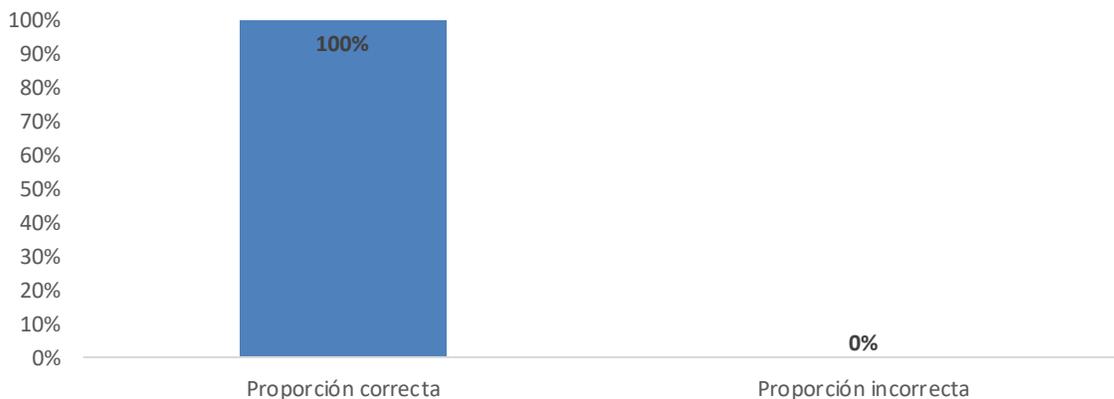
Gráfica 1. Fuente de agua utilizada para el biodigestor de la finca.

Existen también productores que cuentan hasta con dos tipos de fuentes de agua para satisfacer las necesidades del biodigestor, estos representa el 21.73 %.

4.3 Proceso de alimentación del biodigestor

4.3.1 Proporciones de carga alimenticia para los biodigestores

Se encontró que los productores que tienen biodigestor de bolsa usan una relación de 1:3 (estiércol: agua) y los que poseen biodigestor del tipo domo fijo usan la relación de 1:1 (estiércol: agua), pero bajo las condiciones de invierno la relación pasa a ser 2:1 ya el animal consume pasto fresco y por tanto su excremento contiene más contenido de agua. El análisis de las encuesta y observaciones de campo demuestran que el 100% de los productores están utilizando las proporciones indicadas para cada tamaño de biodigestor.

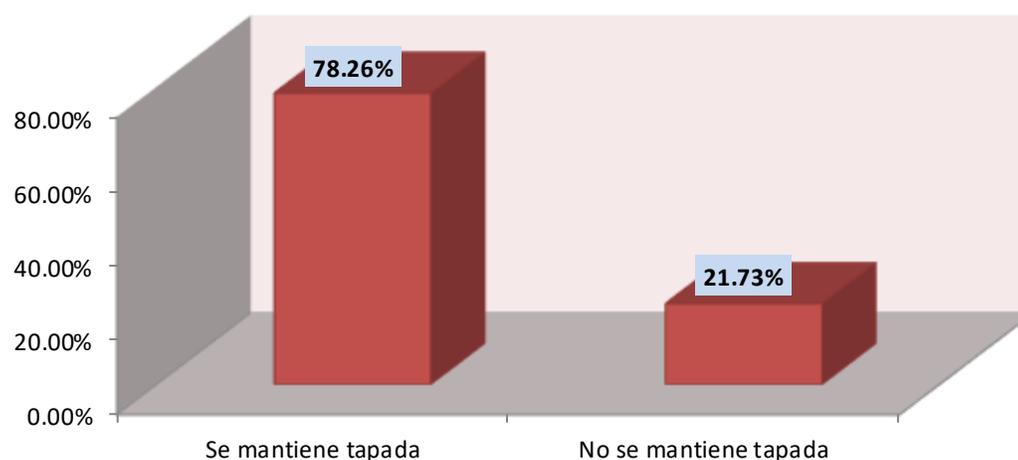


Gráfica 2. Proporción usada por los productores

Todos los productores alimentan el biodigestor con las excretas que provienen del área de ordeño por la fácil recolección que permiten los corrales de concreto ya que así se obtiene estiércol que no contenga tierra u otros tipos de restos sólidos que puedan obstruir el funcionamiento del biodigestor.

4.4 Manejo de la pila del biol

Una de los pasos importantes que se hace en el manejo del biodigestor es mantener siempre tapada la pila del biol, ya que así se evita que el nitrógeno se volatilice, como también evitar que el agua de la lluvia entre y se mezcle con el biol, de esta manera se conservan las propiedades físicas y químicas del biol; a continuación se presenta la gráfica 3 que muestra que el 78% de los productores mantienen la pila cubierta y el restante sin tapar, estos últimos se debe a que el principal interés del productor es el gas.



Gráfica 3. Productores que mantienen la pila del efluente tapada

4.5 Aprovechamiento del biol

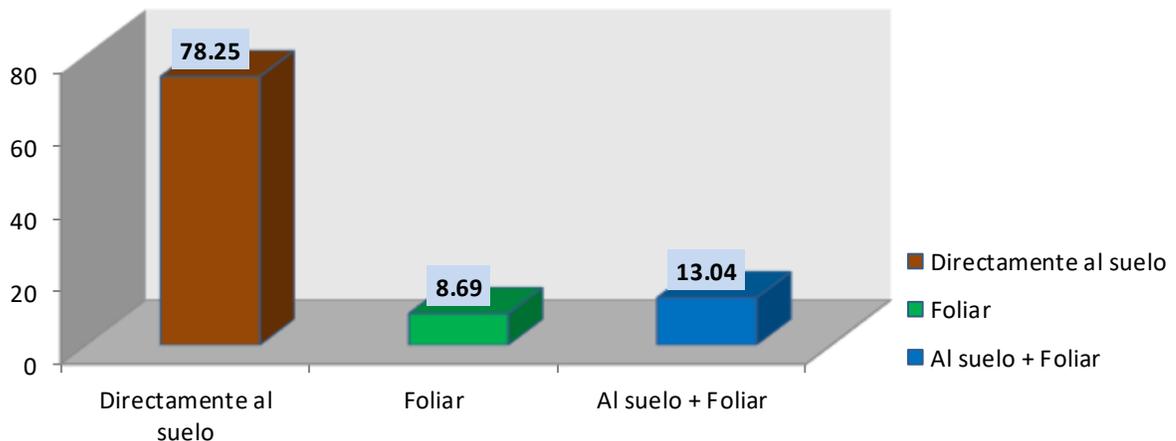
El biol es un abono orgánico líquido que se origina a partir de la descomposición de materiales orgánicos, como estiércoles de animales, plantas verdes, frutos, entre otros, en ausencia de oxígeno. Es una especie de vida (bio), muy fértil (fertilizante), rentables ecológicamente y económicamente. Contiene nutrientes que son asimilados fácilmente por las plantas haciéndolas más vigorosas y resistentes. La técnica empleada para obtener biol es a través de biodigestores.” (INIA, 2008).

Debido a que los productores utilizan el biol como un abono orgánico, en este punto se abordan la forma en que los productores aplican el biol, los cultivos que han venido siendo tratados con este biofertilizante, cuáles han sido las características de los estos cultivos que han respondido de mejor manera a la aplicación como también que tipo de medidas usan los productores para aplicarlo.

4.5.1 Forma de aplicación del biol

A partir del análisis de las encuestas, se encontró que el biol lo aplican de tres maneras: directamente al suelo, foliar y combinado al suelo + foliar. Normalmente a los cultivos que aplican directamente al suelo es a los cultivos perennes alrededor de la planta y de manera foliar a los cultivos anuales, así como hay productores que también lo aplican directamente al suelo a estos cultivos ya sea en la calle o en el surco.

La forma de aplicación que más predomina entre los productores es la aplicación al suelo con un % de uso del 78.2%, la aplicación foliar es menos utilizada ya que se debe filtrar el biol, que es un proceso más lento y hay riesgo de obstrucción de las boquillas de las bombas, de ahí que solo el 8.6% utilizan esta forma.



Gráfica 4. Forma en que los productores aplican el biol

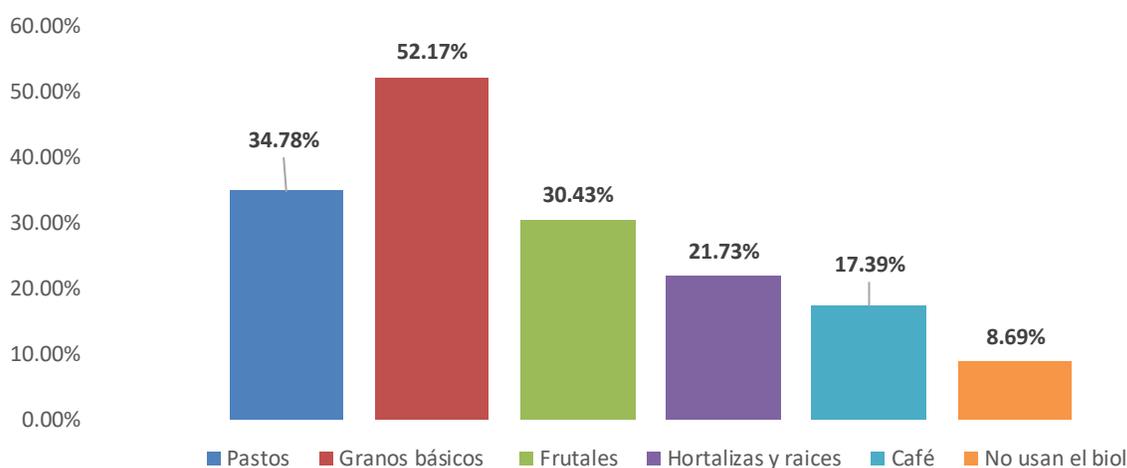
El tipo de aplicación más usado para este biofertilizante por parte de los productores es directamente al suelo ya que existe un 73.91% de las fincas que así lo practican. Se determinó que los productores que no aplican de manera foliar, es porque opinan que las boquillas de las bombas de mochilas se obstruyen ya que el biol contiene partes sólidas que no se pueden detener con un colador común y que estas partes se van acumulando hasta detener por completo el paso del líquido; además piensan que el colado equivale a un trabajo que requiere más tiempo para poder realizar la aplicación.

4.5.2 Aplicación del biol en cultivos

El biol es un producto procedente de un proceso de fermentación anaeróbica a partir de la mezcla de las excretas de bovinos con agua en proporciones que depende del tipo de biodigestor. Dicho producto puede ser utilizado como fertilizante aplicado a diferentes especies agrícolas ya sea pastos, cultivos anuales o perennes.

Los productores que disponen de biodigestor, indicaron que el biol se aplica a una cantidad considerable de 13 diferentes cultivos tales como frutales (papaya, mango, aguacate, cítricos, musáceas), hortalizas y raíces (chiltoma, tomate, yuca), granos básicos (arroz, sorgo, maíz, frijol) y pastos.

Los resultados indican que el biol es mayormente aplicado a granos básicos (52.17 %) y al pasto (34.78 %), el pasto es uno de los cultivos más importantes para los productores ya que es la principal fuente de alimentación para el hato ganadero.



Gráfica 5 Aplicación del biol en cultivos

Existe un porcentaje de 8.6% productores que no hacen ningún tipo de uso al biol debido a que el único interés de tener un biodigestor es la obtención del gas.

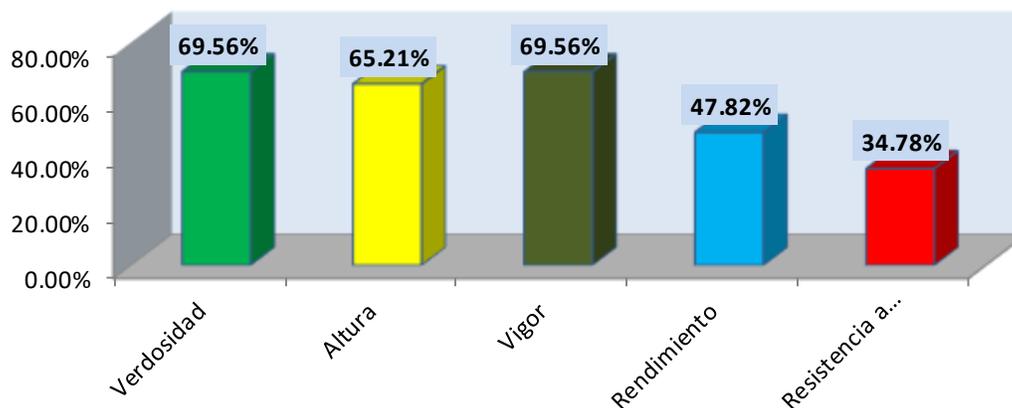
4.5.3 Respuesta de los cultivos a la aplicación del biol

Con base a las observaciones de los productores sobre el desarrollo de los cultivos donde aplicaron biol, el resultado es positivo para el 100% los productores, ya que notaron que sus cultivos han presentado buen desarrollo y lo constatan a través de características cualitativas como el **vigor, verdosidad y altura** de las plantas, estas son las características que visualmente se notan y que más sobresalen en el **Gráfica 5**.

El rendimiento es la característica que más interesa a los productores, porque es la que los motivan a seguir aplicando el biol a los cultivos. Esta variable, es un dato cuantificable que los

productores perciben de manera inmediata a la cosecha, el 47.82 % de los productores opinaron que el rendimiento de los cultivos incremento por el uso del biol.

Otro argumento que indican los productores con relación a la mejora de los rendimientos es atribuido a la mayor resistencia a plagas y enfermedades cuando se aplica el biol a las plantas cultivadas.



Gráfica 6. Respuesta observada a la aplicación de biol en los cultivos

4.5.4 Medidas de seguridad durante la manipulación del biol

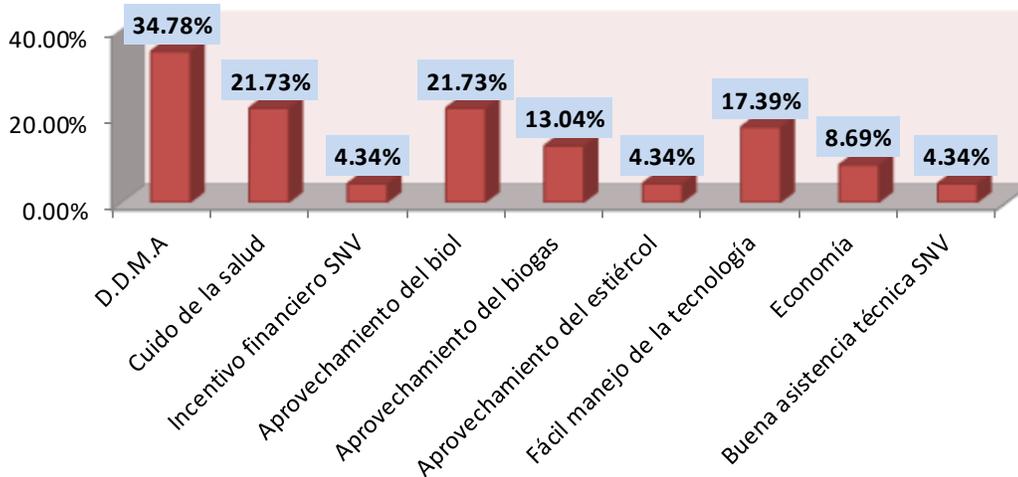
Con relación a medidas de seguridad utilizadas antes y después de aplicar el biol, el resultado es que el 100 % no usan ninguna medidas, ya que afirman que este biofertilizante no es tóxico ni tiene mal olor y hasta el momento no se ha presentado ningún problema de salud a casusa de su manipulación.

4.6 Percepción de la familia sobre la tecnología

El propósito fundamental de este punto, es conocer la opinión de los productores y su familia sobre la tecnología de biodigestores, por ello, se estructuró preguntas con los siguientes aspectos:

1) Factores de adopción de la tecnología

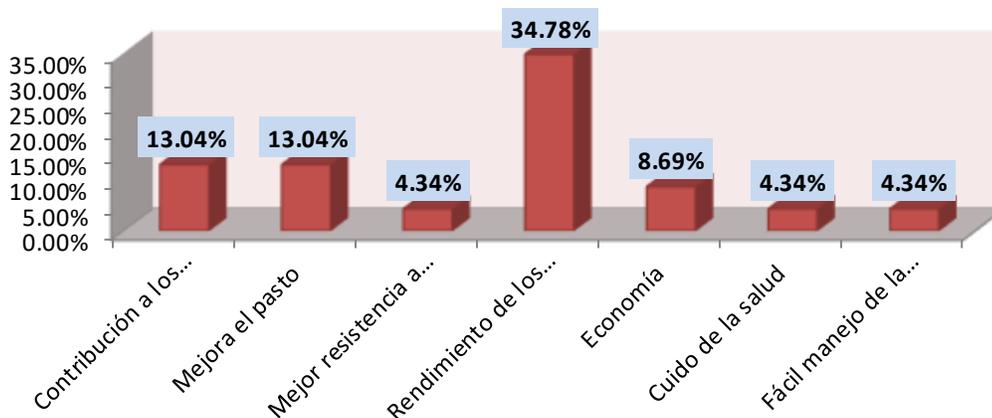
A continuación se presentan los factores que impulsaron a los productores a adoptar la tecnología:



Gráfica 7. Factores que impulsaron a los productores a adoptar la tecnología.

Se encontró que hay 9 factores que impulsaron a los productores a adoptar la tecnología, entre los que se destacan: la disminución del deterioro del medio ambiente (DDMA), el cuidado de la salud familiar, el aprovechamiento del biol, fácil manejo de la tecnología, el uso del biogás y el incentivo financiero y la asistencia técnica del SNV. Entre todos estos factores los que más resaltan son: disminución del deterioro del medio ambiente es mencionado por el 34.78%; el cuidado de la salud en el 21.73%; igual porcentaje por el aprovechamiento del biol y el 17.39% por el fácil manejo de la tecnología

2) Cambios reportados por los productores con el uso del biol



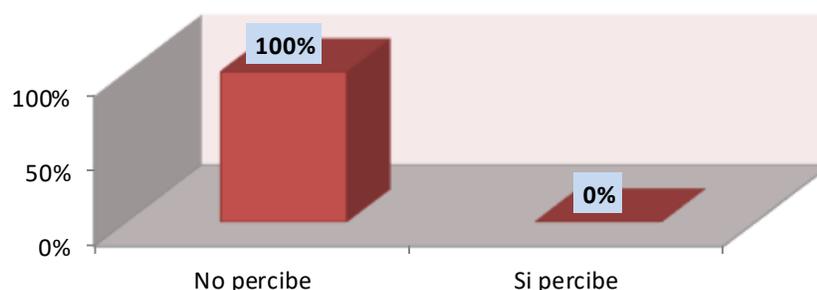
Gráfica 8. Cambios reportados por los productores con el uso del biol como fertilizante

Se identificaron seis cambios percibidos por los productores una vez que utilizan el biol como fertilizante para sus cultivos. Principalmente el incremento de los rendimientos es mencionado

por el 34.7% de los productores, en segundo lugar están con 13.0% la mejora del pasto y la contribución a los suelos y el 8.6% menciona el ahorro económico.

3) Existencia de olores desagradables con el uso de la tecnología

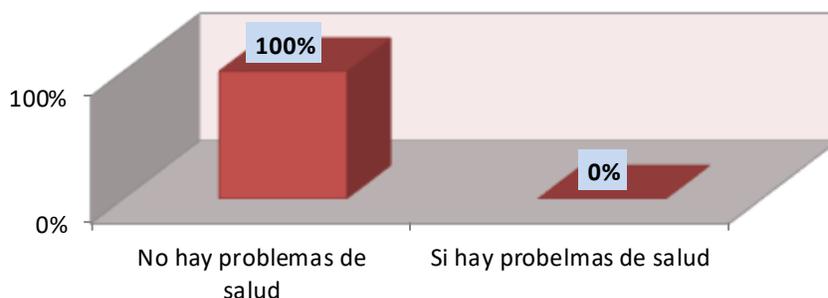
El 100% de los encuestados respondieron que no perciben olores desagradables durante el funcionamiento del biodigestor. La gráfica 8 presenta los porcentajes.



Gráfica 9. Existencia de olores desagradables con el uso de la tecnología

4) Existencia de problemas de salud ocasionado por el uso de la tecnología

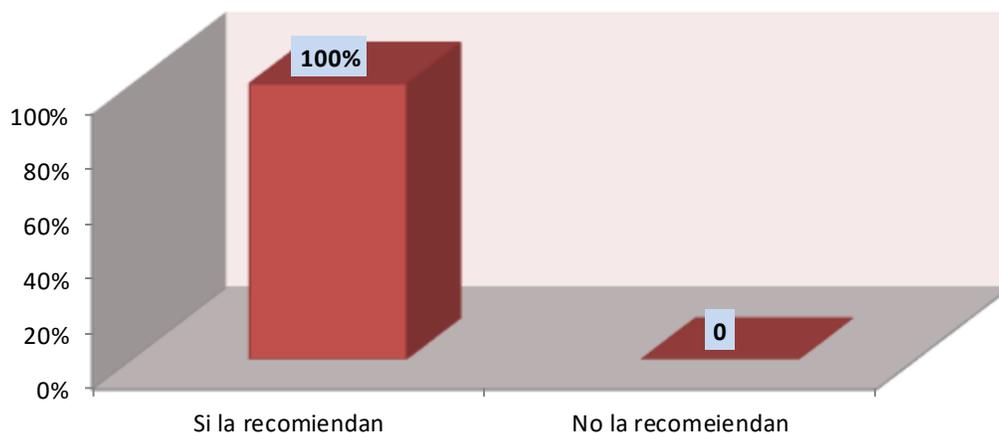
El 100% de los productores expresan que no se ha presentado ningún tipo de problema de salud por el uso de la tecnología en sus fincas.



Gráfica 10. Existencia de algún tipo de problemas de salud por el uso del biodigestor

5) Recomiendan a otros productores el uso de la tecnología de biodigestores

El 100% de los productores recomiendan el uso de esta tecnología por todos los beneficios antes mencionados que brindan los sistemas de biogás. La gráfica siguiente demuestra los porcentajes encontrados.



Gráfica 11. Recomendación a otros productores el uso de la tecnología de biodigestor

4.7 Composición nutricional de las muestras de biol

En el Cuadros 7, se presentan los elementos minerales encontrados en el biol y sus valores en promedio para cada tipo de tecnología.

Se determinó que el biol contiene los elementos minerales siguientes: Nitrógeno (N), Fósforo (P), Potasio (K), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Hierro (Fe), Cobre (Cu), Manganeso (Mn), Zinc (Zn). Además se obtuvo el pH, materia orgánica (M.O), Materia seca y porcentaje de humedad de las muestras.

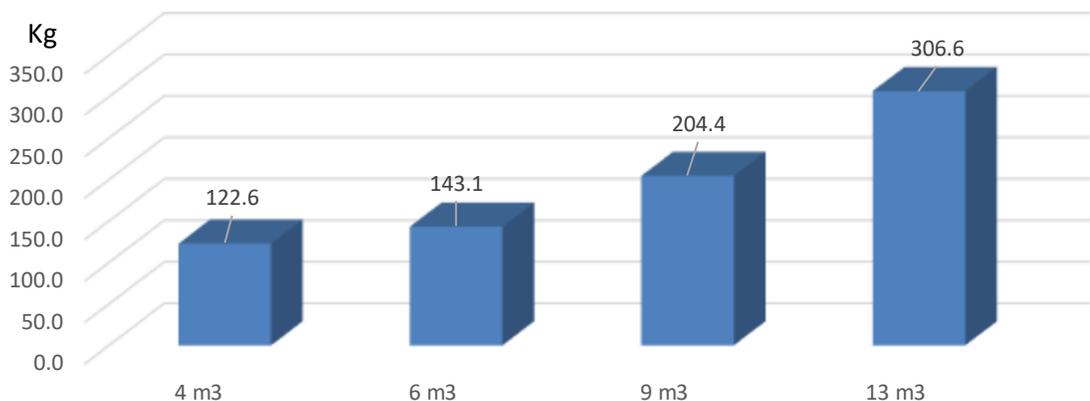
Cuadro 7. Composición química del biol de biodigestores de domo fijo y bolsa en la zona húmeda de Nicaragua.

Biodigestor	pH	M.O	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Mn	Zn	Materia Seca	%H
DOMO	7.09	9.66	0.51	0.06	0.19	0.15	0.24	300	2.5	40.7	5.3	86.5	13.4
BOLSA	6.89	8.90	0.29	0.07	0.08	0.10	0.16	193	1.8	21.6	7.3	82.4	17.5
Promedio de la zona Húmeda	6.99	9.28	0.40	0.06	0.13	0.12	0.20	246	2.1	31.1	6.3	84.4	15.4

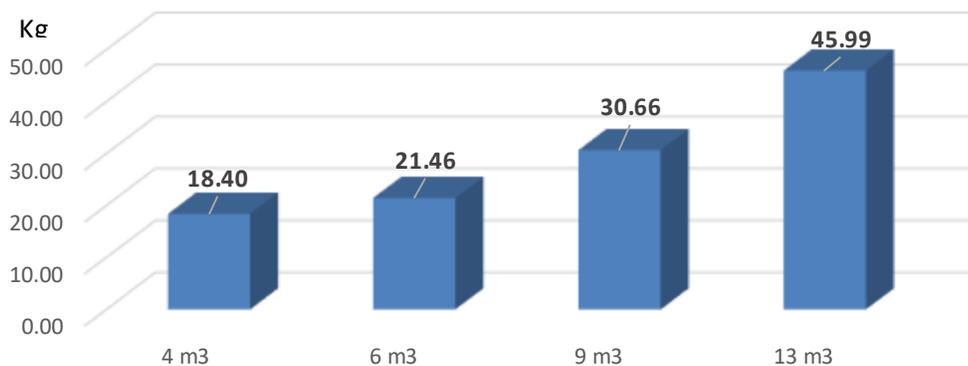
De los resultados del análisis químico practicado a las muestras de biol se obtuvo que el pH resultante es clasificado **neutro**, lo que le confiere una característica muy particular para regular el pH de los suelo cuando se aplica de forma directa; esta regulación facilita la absorción de los

minerales que están contenidos en el suelo. Presenta un promedio de 9.2% de materia orgánica, lo que conduce a considerarlo un biofertilizante líquido orgánico.

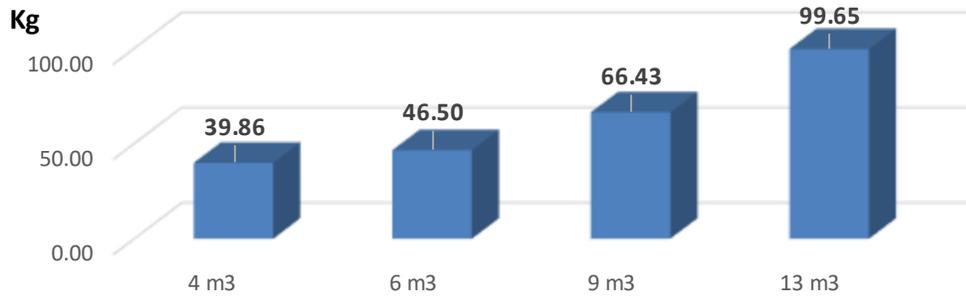
Con los valores nutricionales encontrados en el biol, se cálculo la producción de los macronutrientes según el tamaño del biodigestor, las graficas 11, 12 y 13 muestran que la producción de nitrógeno oscila de 122 a 306 kg por año en biodigestores de 4 y 13 m³ respectivamente, en el caso de fósforo se encontraron valores de 18 a 46 kg por año en iguales tamaños y finalmente en potasio se registran cantidades de 39 a 99 kg por año en función de ambos tamaños.



Gráfica 12. Producción anual de nitrógeno según el tamaño del biodigestor

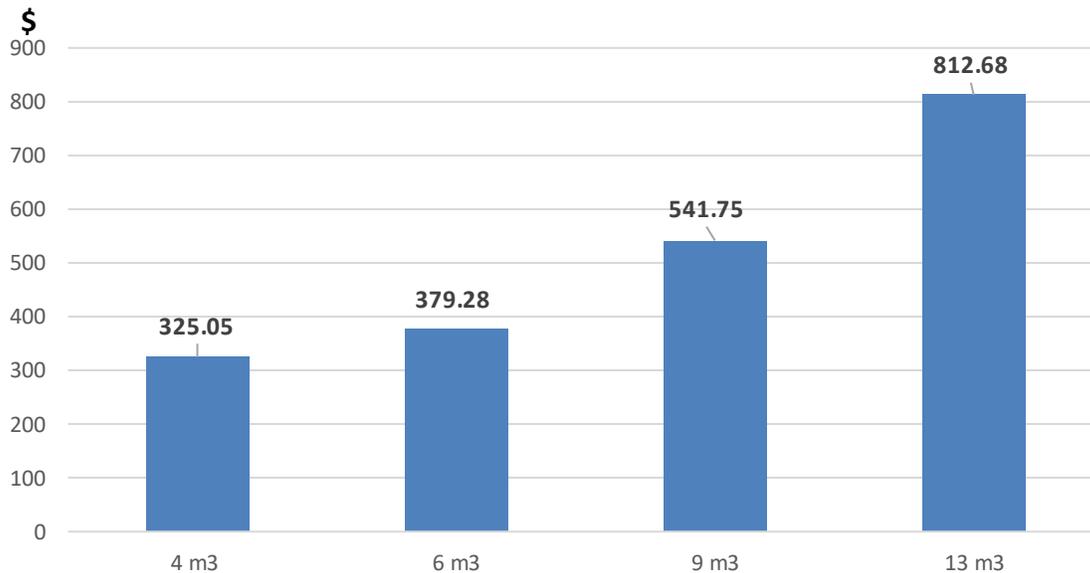


Gráfica 13. Producción anual de fósforo según tamaño de biodigestor



Gráfica 14. Producción anual de Potasio según el tamaño del biodigestor

La **Gráfica 15** presenta el valor ahorrado por año a partir de la producción de macronutrientes según el tamaño del biodigestor; se tomó en consideración para el cálculo económico, el precio del quintal de fertilizante químico urea y triple 15; se destaca que a mayor tamaño del biodigestor el ahorro es mayor, así en un biodigestor de 4 m³ el ahorro puede significar US\$ 325 y hasta US\$ 812 en uno de 13 m³.



Gráfica 15. Ahorro US\$/año en macronutrientes (N,P,K)

V. CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio permiten concluir que

El 63.62 % de los productores poseen en su finca entre 5 a 100 animales que conforman el hato ganadero, también se encontró que el 65.17 % de los productores tienen establecidos 2 tipos de pastos para la alimentación del ganado, haciendo también el uso de suplementos alimenticios, se logró determinar que el 30.41 % de los productores hacen uso de 3 suplementos alimenticios para poder brindar una muy buena alimentación al ganado en especial en época seca.

Las fuentes de agua más utilizadas para la alimentación del biodigestor y las actividades de la finca son las aguas provenientes de río, pozo y el agua potable, los que hacen uso de agua potable son aquellos que se encuentran cerca de la carretera, pueblo o ciudad.

Un 8.69 % de los productores no hacen uso del biol, se identificó que esto se debe a que el único interés en la tecnología es el suministro de gas. Por otra parte, se encontró que el 21% de los productores no realizan la labor de tapar la pila del biol, lo que trae consecuencia en la disminución de la calidad nutritiva del mismo.

Se encontró que todos los productores alimentan al biodigestor con las proporciones de cargas correctas para cada tipo de biodigestor, esto les permite generar una buena producción de biol y de gas.

Se determinó que los productores aplican el biol de tres formas siendo estas: foliar, directamente al suelo y ambas, el 78.25 % lo aplica directamente al suelo.

Los productores practican la fertilización con biol a 13 diferentes cultivos como, frutales, granos básicos, hortalizas, café, musáceas, los cuales han presentados mejoras en características como la verdosidad, vigor, altura, rendimiento y la resistencia de plagas y enfermedades.

Los productores indican que adoptaron la tecnología por factores importantes como son la disminución del deterioro del medio ambiente, cuidado de la salud familiar, el incentivo financiero del SNV, aprovechamiento del estiércol, biol, biogás y el ahorro; así como también consideran que esta además de ser importante no trae consigo ningún factor negativo ya que ellos afirman que no hay existencia de malos olores desagradables tampoco ningún tipo de enfermedad durante el funcionamiento y el uso del biol y que por todas estas razones el 100 % recomiendan la adopción de esta tecnología.

Por medio del análisis químico del laboratorio se logró determinar que el biol contiene elementos nutricionales que pueden ser aprovechados perfectamente por las plantas tales como: N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Mn y Zn, el biol además puede regular la acidez de los suelos ya que presenta un pH de 6.99 que se clasifica neutro. Además se calculó que el aporte de nutrientes

según el tamaño del biodigestor oscila para nitrógeno desde 122 kg hasta 306 kg/año para 4 m³ y 13 m³ respectivamente. En fósforo la producción es de 18 hasta 46 kg/año para iguales tamaño y en potasio los valores encontrados oscilan de 38 a 99 kg/año. Estas cantidades demuestran que el contenido nutricional del biol es de suma importancia para incrementar la productividad y enfrentar el cambio climático.

VI. RECOMENDACIONES

Mantener la pila del efluente siempre tapada, para evitar la pérdida por evaporación del nitrógeno y conservar lo más posible la naturalidad del biol. Además incentivar al uso del biol a los productores que aún no lo utilizan y logren una recuperación más rápida de su inversión.

Realizar experimentos de campo para recomendar la mejor forma de aplicar el biol en cultivos perennes y anuales; así como calcular cuáles serían las dosis óptimas y evaluar el comportamiento de este biofertilizante en el rendimiento.

Se recomienda a los productores registro de las aplicaciones para poder determinar el efecto del biol en el rendimiento productivo de los cultivos o pastos.

Recomendar técnicas para filtrar o colar bien el biol para poder permitir el uso de bomba de mochila u otro sistema de aplicación (riego por goteo, aspersión, etc.).

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aparcana Robles, S. 2008. Estudio sobre el valor Fertilizante de los productos del proceso "Fermentación Anaeróbica" para producción de Biogás. Lima, Perú. 10 p.
- Beteta Herrera, T.C.; González Sobalvarro, J.A. 2005. Construcción y uso de biodigestores tubulares plásticos. 7 ed. Managua, Nicaragua. 22 p.
- Martínez López, W.A.; Gaitán Campos, M.S. 2007. Construcción de un biodigestor para la obtención del biogás a través del estiércol de res en la hacienda San Pedro, municipio de Muhan, departamento de Chontales. 32 p.
- Pérez Medel, J.A. 2010. Estudio y diseño de un biodigestor para aplicación en pequeños ganaderos y lecheros. Santiago, Chile. 83 p.
- Botero Raúl; Preston Thomas. 1987. Biodigestores de bajo costo para la producción de combustible y fertilizante a partir de excretas. Bogotá, Colombia. 20 p.
- Gómez Muñoz, Susana. 2012. Diseño, construcción y puesta a punto de un biodigestor tubular. Carazo, Nicaragua.
- SNV. 2015. Programa de biogás Nicaragua mejora calidad de vida (en línea). Nicaragua. Consultado 9 nov. 2015. Disponible <http://www.snvworld.org/es/regas/latin>.
- SNV. 2014. Programa de desarrollo del mercado de biogás Nicaragua. Nicaragua 25 p.
- La prensa. 2014. Nicaragua apuesta por el biogás para energía en zonas rurales (en línea). Consultado 9 nov. 2015. Disponible <http://www.laprensa.com.ni/2014/05/04/nacionales>
- Sistema Biobolsa. 2015. La inversión que funciona para agricultores y ganaderos (en línea). Consultado 9 nov. 2015. Disponible <http://www.sistemabiobolsa.com>.
- Hivos. 2015. Usos y beneficios del biol y biogás (en línea). La Paz, Bolivia. https://issuu.com/hivossudamer/docs/pdf_final_dise_o_usos_y_beneficio
- CENAGRO. 2013. IV Censo Nacional Agropecuario (en línea). Managua, Nicaragua <http://www.inide.gob.ni/>
- Martínez, F. 2014. Manual de la persona facilitadora en Usos y Beneficios del Biol. Managua, Nicaragua. 17 p. <file:///H:/trabajo%20de%20hoy/Manual%20U.B.%20BIOL%20FINAL%20V2%2012-02-14.pdf>
- Martí Ortega, N. 2006. Phosphorus precipitation in anaerobic digestion process. Boca Raton, Florida, USA. 4 p. <file:///H:/trabajo%20de%20hoy/hacr%20bibliografía.pdf>

VIII. ANEXOS

Anexo 1- Estructura del modelo de la encuesta aplicada a los productores.

Encuesta: Caracterización del biol y su aprovechamiento en fincas ganaderas en Nicaragua

a) verificación del proceso de producción del biol

Nombre del propietario (a):							
Nombre del entrevistado(a): ()							
Fecha de la encuesta							
Zona		Municipio		Comunidad			
Dirección							
Núcleo familiar			Hijos	Mujer	Edad	Hombres	Edad
Modelo Biodigestor		Tamaño del biodigestor					

Funcionamiento:

Fuente de agua	Agua potable		Pozo		Río	
Proporción mezcla recomendada		Bate la mezcla		Si	No	
Donde realiza la mezcla	En recipiente plástico			Caja de mezcla de concreto		
Carga diaria	Si	No				
Cuanto es la carga diaria (bidones)	Agua	Estiércol				

Mantenimiento:

Cada cuanto le da mantenimiento			Quién la realiza		
En general, está en buen estado la cubierta del biodigestor	Si	No	El estado de la cubierta, presenta fugas	por rasgaduras	por daños en general
Revisa diario la válvula de seguridad (Biodigestor de bolsa)	Si		No		
Las válvulas de seguridad con suficiente agua (Biodigestor de bolsa)	Si		No		
Esta techado el área(Biodigestor de bolsa)			Se mantiene la pila del efluente tapada		
Tipo de infraestructura (Biodigestor de bolsa)			Estado de las infraestructura protección		

En el Hogar:

Fuente energética utilizada	Energía eléctrica convencional	Gas querosene	leña	Gas	Biogás
Uso del biogás en	Preparación de alimentos	Hervir agua	Producir energía eléctrica	Venta	
Número de quemadores de la cocina		Cuantos quemadores usa			
Tiempo de uso de la cocina (horas)		Calidad de la llama			

b) verificación del sistema explotación bovino

Tipo de alimentación

Tipo de pasturas*	Tiempo permanencia	Área (ha)	Se práctica la fertilización				Que producto utiliza	Dosis utilizada
			Si		No			
Natural			Si		No			
Pasto estrella			Si		No			
			Si		No			
Total			Si		No			
Horas de pastoreo/día:		Por la mañana				Por la tarde		
*Tipo suplemento alimenticio		Cantidad suministrada/año			Frecuencia/año			
Concentrados								
Ensilaje								
Sal								
Melaza								
Minerales								
*Fuente de agua utilizada para abastecimiento del ganado								
Agua potable		Si		No				
Agua de río/ quebrada		Si		No				
Agua de pozo		Si		No				

(* Puede marcar varias opciones)

c) Entrevista a propietarios de fincas en Nicaragua

Estimados(as) propietarios(as) mediante la presente solicitamos su colaboración, permitiendo el desarrollo de la siguiente entrevista. Sus opiniones serán de suma utilidad para llevar a cabo la realización de un proyecto de investigación en el área agropecuario.

Objetivo: Determinar el alcance de la experiencia tecnológica de los productores con la aplicación de biol, como fertilizante.

A la luz de su experiencia como productor de biol por medio de biodigestores y posterior uso como fertilizante, responda:

1- Porque decidió construir el sistema de biogás?
2- ¿Cuánto tiempo tiene de producir el biogás?
3- ¿Y el biol?
4- ¿Almacena el biol? Sí _____ No _____
5- En que almacena el biol _____
6- ¿En qué cultivos y pastos utiliza el biol como fertilizante?
7- ¿Qué cantidad aplica por área cultivada? Si es puro o en diluido (proporción)
8- ¿La cantidad de biol producida satisface a la fertilización de los cultivos de su finca?
9- ¿comparte con su comunidad el biol producido?
10- ¿De qué manera lleva a cabo la aplicación del biol?
11- ¿En qué cultivos le ha dado mejores resultados? Explique.
12- Como se ha manifestado el mejor resultado; Verdosidad _____, altura, _____ Vigor _____, rendimiento _____, sanidad: mayor resistencia a plagas _____, a enfermedades _____ (* Puede marcar varias opciones)
13- ¿Qué medidas de seguridad toma en consideración durante el procesamiento del biol?
14- Y para el almacenamiento del biol?
15- Y durante la aplicación del biol?
16- Y después de la aplicación del biol?

d) Percepción del propietario(a) de fincas ganaderas

OBJETIVO: Conocer la percepción que tienen los productores sobre el aprovechamiento y transformación del estiércol en biol, como alternativa de fertilización en la producción de alimentos.

1) Usted considera importante ser propietario (a) de un biodigestor? (Explique)
2) Mencione los factores de éxito y fracaso en la transformación del estiércol en biol?
3) Principales resultados del aprovechamiento del biol como fertilizantes?
4) Percibe olores desagradables durante el funcionamiento del biodigestor?
5) Que problemas de salud (propietario y familia) le ha provocado el uso de la tecnología del biodigestor?
6) Recomendaría a otros productores el uso de la tecnología de biodigestores y por qué?

Encuestador: _____

Nombre y Apellidos (firma)

Anexo 2. Resultados de muestras proporcionadas por LABSA

No.	Identificación	pH	Materia Orgánica	Nitrógeno (N)	Fosforo (P)	Potasio (K)	Calcio (Ca)	Magnesio (Mg)
			%	%	%	%		
1	Reyna Fletes	7.03	0.15	0.04	0.24	0.11	0.12	0.38
2	Orlando Murillo	6.83	25.17	1.23	0.02	0.12	0.18	0.28
3	Damián Taleno	6.86	0.72	0.03	0.01	0.07	0.06	0.15
4	Harold Castellón	6.72	0.25	0.06	0.02	0.04	0.04	0.08
5	Carlos Carranza	7.18	0.12	0.01	0.13	0.10	0.16	0.18
6	Héctor Pineda	6.89	35.62	1.78	0.12	0.11	0.11	0.17
7	Eliás García	6.41	0.22	0.01	N/D	0.02	0.05	0.04
8	Napoleón Cruz	6.76	0.80	0.04	0.02	0.07	0.07	0.11
9	Norman Fajardo	6.81	0.25	0.01	0.02	0.09	0.06	0.10
10	Marcos Garzón	6.98	12.36	0.62	0.05	0.19	0.24	0.30
11	Dennis González	7.46	0.13	0.50	N/D	0.04	0.05	0.07
12	Francisco Sosa	7.13	19.05	0.95	0.06	0.18	0.21	0.19
13	Jorge Weimar	6.95	13.54	0.68	0.04	0.09	0.16	0.22
14	Norman Robleto	7.15	0.48	0.08	0.06	0.23	0.22	0.38
15	Ronaldo Fonseca	7.49	0.44	0.02	0.01	0.39	0.08	0.14
16	Dolores Rivas	6.73	0.68	0.03	0.01	0.14	0.13	0.19
17	Carlos Pineda	6.85	15.83	0.79	0.15	0.19	0.18	0.51
18	Rosalino Lazo	6.71	18.70	0.94	0.12	0.10	0.11	0.21
19	Gilberto Montenegro	7.00	20.11	1.00	0.03	0.28	0.14	0.41
20	Roger Medina	6.90	18.73	0.94	0.02	0.09	0.06	0.16
21	Pablo Absolon Cano	7.03	22.30	1.12	0.03	0.32	0.14	0.30

Anexo 3. Tabla de uso del agua para el biodigestor

FUENTE DE AGUA	BOLSA	DOMO	TOTAL
Agua potable	0	30.76	17.39
Rio	60	7.69	30.43
Pozo	30	15.38	21.73
Laguneta	0	7.69	4.34
Ojo de agua	0	7.69	4.34
Rio + Ojo de agua	10	7.69	8.69
Agua potable + Rio	0	23.07	13.04

Anexo 4. Tabla de la manera en que los productores aplican el biol.

FORMA DE APLICAR BIOL	BOLSA	DOMO	TOTAL
Directamente al suelo	60	84.61	73.91
Foliar	20	0	8.69
Al suelo + Foliar	20	7.69	13.04

Anexo 5. Tabla de cálculo de Nitrogeno.

Producción de Nitrógeno según el tamaño del biodigestor									
Tamaño Biodigestor	Producción biol por día	Gramos N2/100gr biol/día	100 gr biol = kg/biol	Producción de kg N2/día	Producción de Lb N2/día	Producción anual de N Kg	Producción de 46 lb N2 en días	Producción de qq de urea/año	Ahorro US\$/año
4 m ³	84	0.41	0.1	0.34	0.76	125.7	61	6.01	151.93
6 m ³	98			0.40	0.88	146.7	52	7.01	177.25
9 m ³	140			0.57	1.26	209.5	36	10.02	253.21
13 m ³	210			0.86	1.89	314.3	24	15.03	379.82

Anexo 6. Tabla de cálculo de Fosforo.

Producción de Fósforo según tamaño del biodigestor en la zona húmeda										
Tamaño Biodigestor	Producción biol kg/día	Gramos P/100gr biol/día	100 gr biol = kg/biol	Producción de P kg/día	Producción anual de p Kg	Producción de P Lb/día	Producción de lb P/año	Producción de 15 lb P en días	Producción qq P en el año	Ahorro US\$/año
4 m ³	84	0.06	0.1	0.05	18.40	0.11	40.5	135.3	2.7	29.1
6 m ³	98			0.06	21.46	0.13	47.2	116.0	3.1	34.0
9 m ³	140			0.08	30.66	0.18	67.5	81.2	4.5	48.5
13 m ³	210			0.13	45.99	0.28	101.2	54.1	6.7	72.8

Anexo 7. Tabla de cálculo de Potasio.

Producción de Potasio según tamaño de biodigestor en la zona húmeda										
Tamaño Biodigestor	Producción biol kg/día	Gramos K/100gr biol/día	100 gr biol = kg/biol	Producción de k Kg/día	Producción anual de K Kg	Producción de K Lb/día	Producción de K lb/año	Producción de 15 lb K en días	Producción de qq/año	Ahorro US\$/año
4 m ³	84	0.13	0.1	0.11	39.86	0.24	87.69	62.44	5.85	147.73
6 m ³	98			0.13	46.50	0.28	102.30	53.52	6.82	172.35
9 m ³	140			0.18	66.43	0.40	146.15	37.46	9.74	246.21
13 m ³	210			0.27	99.65	0.60	219.22	24.98	14.61	369.32

Anexo 5. Fotografías



Foto 1.- Biodigestor tipo domo fijo. Finca “Mira Valle” El Almendro-Río San Juan. Propietario: Carlos Bayardo Pineda Rivas.



Foto 2.- Biodigestor tipo bolsa, Finca “Las palmas” Muelle de los Bueyes. Propietario: Damián Taleno.



Foto 3.- Biodigestor tipo bolsa. Finca “Jordán” El Coral-Chontales, Propietario: Carlos Manuel Carranza, Cámara de mezcla del Biodigestor.



Foto 4.- Recolecta de muestra de biol. Finca “Las palmas” Muelle de los Bueyes-El Rama, Propietario: Damián Taleno. Cámara de descarga del Biodigestor (Efluente o biol)



Foto 5.- Finca “El Consuelo” Nueva Guinea-Nueva Guinea, Propietario: Homney Zeledón, Pasto sin ser aplicado con biol



Foto 6.- Finca “El Consuelo” Nueva Guinea-Nueva Guinea, Propietario: Homney Zeledón. Pasto aplicado con biol



Foto 7.- Cítricos tratados con biol, Finca “Jordán” El Coral-Chontales, Propietario: Carlos Manuel Carranza.



Foto 8. Fruto del cultivo de naranja fertilizado con biol Finca “Jordán” El Coral-Chontales, Propietario: Carlos Manuel Carranza.



Foto 9.- Maíz tratado con biol, Finca “Jordán” El Coral-Chontales, Propietario: Carlos Manuel Carranza.



Foto 10.- Cultivo de piña fertilizado con biol Finca “Jordán” El Coral-Chontales, Propietario: Carlos Manuel Carranza.