



“Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible”

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMIA

Trabajo de Graduación

Diagnóstico del uso y manejo del biol en fincas
ganaderas de la zona seca de Nicaragua, julio
2015-enero 2016

Autores

Br. Nick Alejandro López Velásquez

Br. Gerardo Olivera Moncada

Asesores

Ing. MSc. Rodolfo Munguía

Dr. Víctor Manuel Aguilar Bustamante

Ing. MSc. Martha Gutiérrez Castillo

Managua, Nicaragua – abril 2017



“Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible”

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMIA

Trabajo de Graduación

Diagnóstico del uso y manejo del biol en fincas ganaderas
de la zona seca de Nicaragua, julio 2015-enero 2016

Autores

Br. Nick Alejandro López Velásquez

Br. Gerardo Olivera Moncada

Asesores

Ing. MSc. Rodolfo Munguía

Dr. Víctor Manuel Aguilar Bustamante

Ing. MSc. Martha Gutiérrez Castillo

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable tribunal examinador designado por la Decanatura en la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria como requisito parcial para optar al título profesional de INGENIERO AGRÓNOMO

Managua, Nicaragua – abril 2017

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación se lo dedico a Jilma Velásquez, mi mamá y a Luis López, mi papá, quienes con sus incansables deseos de superación me permitieron llegar a este punto de mi vida a pesar de las adversidades.

Br. Nick López Velásquez

DEDICATORIA

Quiero dedicarles este trabajo de investigación con mucho cariño a mis padres porque me dieron la vida y han estado a mi lado en todo momento, por darme una carrera para forjar mi futuro y por creer en mí, en gran parte gracias a ellos hoy puedo alcanzar mis metas, el reconocimiento más grande de mi persona hacia ustedes es el de mi corazón.

A mis amistades sinceras que han estado conmigo en momentos difíciles y me han apoyado con su amistad siempre que la he necesitado y alentándome siempre a salir adelante y demostrar lo mejor de mí.

Br. Gerardo Olivera Moncada

AGRADECIMIENTO

A mi mamá que me ha dado todo lo imprescindible en mi vida.

A todos y cada uno de los docentes, profesores, educadores, etc. que a lo largo de mi vida me ha dado los conocimientos que poseo.

Al Servicio Holandés de Cooperación al Desarrollo (SNV) por su apoyo económico, metodológico y técnico para la finalización de ese estudio.

Al M.Sc. Felipe Martínez, Asesor Agropecuario del SNV, por su incansable ayuda metodológica y todo el tiempo que nos dispuso para finalizar este estudio.

A la Universidad Nacional Agraria por haberme aceptado ser parte de ella y abrirme las puertas de su seno científico para poder estudiar mi carrera y por brindarme un ambiente acogedor durante mis estudios.

A mis tutores, Ing. Martha Gutiérrez M.Sc., Dr. Víctor Aguilar y en especial a Ing. Rodolfo Munguía M.Sc. por su apoyo total, que sin su invaluable ayuda este trabajo no hubiera podido llevarse a cabo. Él ha inculcado en mí un sentido de seriedad, responsabilidad y rigor académico sin los cuales no podría tener una formación completa como investigador.

A los productores y a las familias por su amable recibimiento y brindar la información sobre el uso de la tecnología.

Y por supuesto al 6% constitucional para la educación superior, que por medio de Vida estudiantil de la UNA nos ha brindado apoyo a través de becas en todo el tiempo de formación académica.

Br. Nick López Velásquez

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional Agraria por ser la impulsadora de nuestra formación profesional y por brindarnos la oportunidad y el apoyo con los recursos necesarios para la realización de esta investigación, en especial a la decanatura de FAGRO por la disponibilidad y siempre apoyo administrativo del presente estudio.

A mi madre Rosa Emelda Moncada Jiménez por darme el cariño y apoyo incondicional.

A la Universidad Nacional Agraria por haberme dado la oportunidad de estudiar la carrera de Ing. Agronómica

Al Servicio Holandés de Cooperación al Desarrollo (SNV) por su apoyo económico, metodológico y técnico para la finalización de ese estudio.

A los asesores de este trabajo de investigación el Ing. M.Sc. Rodolfo Munguía, M.Sc. Martha Gutiérrez castillo, al vice decano Dr. Víctor Aguilar Bustamante.

Al Ing. M.Sc. Felipe Martínez por su asesoría en la culminación de este estudio.

Br. Gerardo Olivera

ÍNDICE GENERAL

SECCIÓN	PÁGINA
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
INDICE GENERAL	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	iv
ÍNDICE DE CUADROS	v
ÍNDICE DE ANEXOS	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
I INTRODUCCIÓN	1
II OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo general	3
2.2 Objetivos específicos	3
III METODOLOGIA DEL ESTUDIO	4
3.1 Localización del área de estudio	4
3.2 Selección de las fincas ganaderas	4
3.3 Características de la zona de estudio	6
3.3.1 León	6
3.3.2 Matagalpa	7
3.3.3 Chontales	7
3.3.4 La zona seca de Nicaragua	8
3.4 Metodología aplicada para la recolección de información sobre la percepción de los propietarios	8
3.4.1 Diseño de la encuesta	8
3.4.2 Entrevistas a productores usuarios de biogás	9
3.4.3 Extracción de la muestra de biol para análisis químico	10
3.5 Metodología para el Análisis químico de las muestras de biol	10
3.5.1 Análisis químico de muestras recolectadas	11
3.5.2 Método Kjeldahl	11
3.5.3 Mineralización de biol	11

SECCIÓN	PÁGINA
3.5.4	Determinación de fósforo en biol 12
3.5.5	Determinación de potasio, calcio y magnesio en biol 13
IV	RESULTADOS Y DISCUSIÓN 16
4.1	Sistema de ganadería en la zona seca de Nicaragua 16
4.1.1	El hato ganadero en las fincas visitadas 16
4.1.2	Sistema de pastura para el hato ganadero 16
4.1.3	Uso de suplemento para el ganado 17
4.2	Manejo del biodigestor en la zona seca de Nicaragua 18
4.2.1	Fuente de agua utilizada en el biodigestor 18
4.2.2	Proporción de la mezcla de estiércol y agua utilizada por los productores 18
4.2.3	Manejo de la pila del biol en los biodigestores 19
4.3	Uso y manejo del biol 19
4.3.1	Aprovechamiento de la producción de biol 20
4.3.2	Forma de aplicación del biol 21
4.3.3	Respuesta de los cultivos a la aplicación de biol 22
4.3.4	Medidas de seguridad durante la manipulación del biol 23
4.4	Percepción de los propietarios sobre la adopción de la tecnología de biodigestores en la zona seca de Nicaragua 21
4.4.1	Factores de adopción de la tecnología de biodigestores en la zona seca de Nicaragua 21
4.4.2	Factores de sostenibilidad del uso de la tecnología 24
4.4.3	Existencia de olores desagradables durante el funcionamiento del biodigestor 25
4.4.4	Recomendaría el uso de la tecnología de biodigestores a otros productores 25
4.5	Análisis nutricional de las muestras de biol de la zona seca de Nicaragua 25
4.6	Producción de nutrientes según el tamaño de los biodigestores
4.6.1	Aporte de nitrógeno
V	CONCLUSIONES 26
VI	RECOMENDACIONES 27

	SECCIÓN	PÁGINA
VII	LITERATURA CITADA	28
VIII	ANEXOS	29

INDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
1	Departamentos donde se ubican las fincas visitadas para el estudio	4
2	Ubicación de las fincas ganaderas en el mapa de Nicaragua	5
3	Precipitación media anual en Nicaragua (Fuente: INETER)	8
4	Cantidad de ganado bovino que poseen los productores	16
5	Porcentaje de productores con diversos tipos de pastos	17
6	Uso de proporciones recomendadas según el programa en biodigestores	18
7	Porcentaje de productores que tapan la pila del biol	19
8	Porcentaje de productores que utilizan el biol	20
9	Cantidad de cultivos en los que aplican el biol	20
10	Aplicación de biol en diferentes cultivos agrícolas	21
11	Forma en la que aplican el biol en sus cultivos	21
12	Cantidad de respuestas observadas en los cultivos	22
13	Respuesta observada a la aplicación de biol en los cultivos	22
14	Factores de adopción de la tecnología de biodigestor	23
15	Factores de sostenibilidad del uso de la tecnología	24
16	Existencia de olores desagradables por el uso de la tecnología	25
17	Producción de NPK en kg/año según tamaño de biodigestor	27
18	Ahorro anual por el uso del biol en los diferentes tamaños de biodigestores	28

INDICE DE CUADROS

CUADRO		PÁGINA
1	Total de biodigestores instalados con el apoyo del programa en la zona seca	4
2	Localización de las fincas y tamaño de biodigestor estudiados	6
3	Número de animales bovinos en la zona seca de Nicaragua	8
4	Metodologías aplicadas para la determinación de contenidos de nutrientes en el biol	11
5	Alimentos que brinda el productor para la alimentación del ganado en su finca	17
6	Fuente de agua utilizada para las actividades agropecuarias de la finca	18
7	Porcentaje de productores que tapan la pila del biol según tipo de biodigestor	19
8	Composición química del biol en la zona seca	25
9	Producción de nitrógeno en diferentes tamaños de biodigestores	26
10	Producción de fósforo en diferentes tamaños de biodigestores	26
11	Producción de potasio en diferentes tamaños de biodigestores	27

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO		PÁGINA
1	Estructura del modelo de la encuesta aplicada a los productores	32

López, N.; Olivera, G. 2016. Diagnóstico del uso y manejo del biol en fincas ganaderas de la zona seca de Nicaragua, julio 2015 - enero 2016. Tesis de Ingeniero Agrónomo. UNA, Managua, Nicaragua.

RESUMEN

En Nicaragua en los últimos años se ha difundido el uso de biodigestores, con el fin de diagnosticar el uso y manejo del biol en fincas ganaderas de la zona seca del país se realiza este estudio, por ello se visitaron 15 fincas en el periodo de abril a julio de 2015 en los departamentos de Chontales, Matagalpa y León. Se diseñó y aplicó una encuesta dirigida a los productores para conocer las experiencias que han tenido con la adopción de la tecnología, el uso del biol como fertilizante y determinar el comportamiento después de aplicarlo ya sea de forma foliar, directamente al suelo o combinada. El biol es utilizado por el 73 % de los productores que poseen un biodigestor; así mismo se encontró que el 74% de los productores que utilizan el biol lo aplican de manera directa al suelo y el 13% de forma foliar y en igual porcentaje lo aplican de manera combinada. Se recolectaron 15 muestras de biol en las fincas estudiadas y fueron enviadas al Laboratorio de Suelos y Agua (LABSA) de la Universidad Nacional Agraria (UNA) para sus respectivos análisis químicos, se utilizaron los siguientes métodos de determinación de nutrientes: método Kjeldahl, metaynadato de amonio y digestión sulfoselenico. El análisis químico practicado al biol refleja que contiene los elementos nutricionales siguientes, nitrógeno: 0.40 %, fosforo: 0.05 %, potasio 0.12 %, calcio: 0.15 y magnesio: 0.16 % además se encontró que el biol de la zona seca de Nicaragua contiene un 8.21 % de materia orgánica y un pH de 7.28 considerado ligeramente alcalino. Se logró identificar las razones que condujeron a los productores a adoptar la tecnología, siendo las siguientes: el uso del biol y del biogás, disminuir el deterioro de medio ambiente y por la salud humana. El 100% de los productores se manifiestan satisfechos con la instalación en la finca del biodigestor, y por tanto recomiendan a otros productores el uso de esta tecnología por todos los beneficios que se obtienen.

Palabras claves: biol, nutrientes, biodigestores.

López, N.; Olivera, G. 2016. Management, uses and nutrient content of the effluent of biogas digesters at livestock farms in the dry area of Nicaragua. July 2015 – January 2016. Agronomist thesis, Managua, Nicaragua

ABSTRACT

In Nicaragua in recent years the use of biogas digester has been disseminated, in order to diagnose the use and management of the biogas in cattle farms of the dry zone of the country this study is carried out, for that reason 15 farms were visited in the period of April To July 2015 in the departments of Chontales, Matagalpa and León. A survey was designed and applied to producers to know the experiences they have had with the adoption of the technology, the use of biogas as fertilizer and to determine the behavior after applying it either in a foliar form, directly to the soil or combined. Biogas is used by 73% of the producers who own a biogas digester; It was also found that 74% of the producers using the biogas applied it directly and 13% deformed foliage and applied the same percentage in a combined manner. A total of 15 biogas samples were collected from the farms studied and sent to the Soil and Water Laboratory (LABSA) of the National Agrarian University (UNA) for their respective chemical analyzes. The following nutrient determination methods were used: Kjeldahl method, metavanadate Ammonium and sulfoselenic digestion. The chemical analysis performed on the biogas reflects that it contains the following nutrients: nitrogen: 0.40%, phosphorus: 0.05%, potassium 0.12%, calcium: 0.15 and magnesium: 0.16%. In addition, it was found that biogas in the dry zone of Nicaragua contains an 8.21% of organic matter and a pH of 7.28 considered neutral. It was possible to identify the reasons that led the producers to adopt the technology, being the following: the use of biogas and biogas, to reduce the deterioration of the environment and for human health. 100% of the producers are satisfied with the installation on the farm of the biogas digester, and therefore recommend to other producers the use of this technology for all the benefits that are obtained.

Keywords: biogas, nutrients, biogas digester

I. INTRODUCCIÓN

Las energías renovables son energías limpias que contribuyen a cuidar el ambiente frente a los efectos contaminantes de otro tipo de energías y evitar el agotamiento de los combustibles fósiles. Para generarse utiliza los recursos inagotables de la naturaleza, como la biomasa, las radiaciones solares, el viento y geotérmicas.

La digestión anaeróbica¹ es el proceso en el cual microorganismos descomponen material biodegradable en ausencia de oxígeno. Este proceso genera dos productos principales: biogás² (gas natural compuesto principalmente por metano) y biol (un biofertilizante).

El proceso de digestión anaeróbica se lleva a cabo en un contenedor hermético (conocido como biodigestor³) que permite la descomposición de la materia orgánica y facilita la extracción del gas resultante para su uso como energía. El biodigestor está compuesto de una entrada para el material orgánico, un espacio para su descomposición, una salida para el gas (biogás), y una salida para el material ya procesado (biol). Existen muchos tipos de biodigestores, entre los más comunes están: a) el biodigestor chino de estructura fija, b) el tipo hindú de campana flotante, c) el de bolsa de estructura flexible y otros. El biodigestor chino es conocido también como domo fijo, es construido de cemento y ladrillos o bloques; el diseño hindú incorpora una campana flotante en la parte superior de la cámara de almacenamiento del biogás, con la función de aplicar presión sobre el biogás y facilitar su extracción, este es poco utilizado en el país debido a los elevados costos de la campana flotantes que es de acero inoxidable, además del mantenimiento continuo a la campana y el biodigestor tipo bolsa emplea una bolsa donde se deposita la mezcla de estiércol y agua y a la vez la parte superior almacena el biogás.

El biol se produce a partir de la mezcla de estiércol y agua en el interior del biodigestor por medio de bacterias que requieren estar en un medio con ausencia de oxígeno. El resultado es una sustancia líquida de color marrón a verde oscuro, conteniendo nutrientes que pueden ser utilizados para la alimentación vegetal.

El presente estudio se realizó dentro del marco de desarrollo de El Programa Biogás Nicaragua (PBN) el cual es ejecutado por el Servicio Holandés de Cooperación al Desarrollo (SNV), con fondos aportados por el Fondo Multilateral de Inversiones (FOMIN) del Banco Interamericano

¹ La digestión anaeróbica es un proceso de 4 etapas que son: hidrólisis, acetogénesis, acidogénesis y metanogénesis

² El biogás está conformado por 70% de metano, 30% de bióxido de carbono y otros gases como hidrógeno, sulfuro de hidrógeno y nitrógeno. Fuente manual biogás SNV 2013

³ Biodigestor es un recipiente cerrado herméticamente donde se realiza el proceso de digestión anaeróbica para producir biogás y biol.

de Desarrollo (BID), y el apoyo del Fondo Nórdico para el Desarrollo (FND). El programa tiene como propósito que los productores ganaderos tengan acceso a energía renovable y económica.

El estudio fue basado en la realización de encuestas y recolección de muestras de biol para su análisis químico y demostrar la calidad nutritiva. Los resultados pueden aportar a la difusión de los beneficios que brinda la tecnología a los productores de las diferentes zonas del país.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Evaluar el manejo, uso y calidad nutricional del biol en fincas ganaderas ubicadas en la zona seca de Nicaragua

2.2 Objetivos específicos

- Analizar el proceso de trabajo realizado por los productores para garantizar el funcionamiento del biodigestor y la producción de biogás y biol.
- Conocer la percepción de los productores sobre el aprovechamiento y transformación del estiércol en biol, como alternativa de fertilización en la producción de alimentos y pastos.
- Determinar el contenido nutricional del biol (nitrógeno (%), fósforo (%), potasio (%), calcio (%), magnesio (%), materia orgánica y pH) como fuente de nutrientes para cultivos y pastos, por medio del análisis químico de laboratorio; además calcular el aporte de nutrientes según el tamaño de los biodigestores.

III. METODOLOGIA DEL ESTUDIO

3.1 Localización del área de estudio

El estudio se realizó, en fincas que se ubican en los departamentos de León, Chontales y Matagalpa, en la zona seca del país, el período de realización comprendió del mes julio de 2015 a enero de 2016.

El **Gráfico 1** muestran en marrón los departamentos que pertenecen a la zona seca, total o parcialmente que atiende el PBN.



Gráfico 1. Departamentos donde se ubican las fincas visitadas para el estudio

3.2 Selección de las fincas ganaderas

Se seleccionaron 15 fincas ganaderas de un total de 99 que tienen construidos biodigestores, representando la muestra el 15.15 % del total construido en la zona seca. Dentro del marco de ejecución del Programa Biogás de Nicaragua (PBN) se han construido 650 biodigestores, por tanto, la muestra de la zona seca representa el 2.3% del total construidos.

Cuadro 1. Total de biodigestores instalados con el apoyo del programa en la zona seca

DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	CANTIDAD
Boaco	San Lorenzo	4
	Santa Lucía	2
	Teustepe	2
Carazo	Diriamba	2
	Acoyapa	11
Chontales	Comalapa	8
	Juigalpa	18
	Achuapa	3
	El Sauce	18
	La Paz Centro	1
León	Larreynaga	7
	León	3
	Nagarote	3
	Quezalguaque	2
Madriz	Telica	1
	Somoto	2
	Ciudad Darío	5
Matagalpa	San Isidro	1
	Sebaco	3
	Terrabona	3
Total		99

Los criterios de selección utilizados para la definición de la muestra fueron los siguientes:



Gráfico 2. Ubicación de las fincas ganaderas en el mapa de Nicaragua

suelos degradados.

Según el tamaño del biodigestor, la muestra seleccionada presenta que el 33.3 % de los productores cuentan con biodigestor de 12 metros cúbicos, el 26.6 % poseen un biodigestor de 9 m³, el 26.6 % tiene un tamaño de 14 m³, el 6.6 % tienen un biodigestor de 4 m³ y el 6.6 % tienen un biodigestor de 12 m³.

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 ser 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 biogás y biol, el cual es utilizado como fuente de fertilizantes para diferentes cultivos y en recuperación de

Cuadro 2. Localización de las fincas y tamaño de biodigestor estudiados

N. °	NOMBRE DEL PROPIETARIO	LOCALIZACIÓN				TIPO DE BIODIGESTOR		TAMAÑO DE BIODIGESTOR (m ³)
		Departamento	Municipio	Coordenadas (WGS84)	Altitud (msnm)	Bolsa	Domo	
1	Federico Tablada	Chontales	Juigalpa	N 12° 04' 11.2" W 85° 24' 11.5"	74	✓		14
2	Otoniel Baca Castillo	León	Nagarote	N 12° 14' 44.1" W 86° 34' 26.6"	100	✓		12
3	Pedro Chávez Briseño	León	Malpaisillo	N 12° 34' 46.6" W 86° 29' 51.7"	72	✓		12
4	Eduardo Rojas	León	Sauce	N 12° 50' 22.9" W 86° 32' 28.6"	161	✓		9
5	Verónica Reyes	León	La Paz Centro	N 12° 16' 10.5" W 86° 44' 57"	17	✓		12
6	Carlos Sandino	León	León	N 12° 19' 2.2" W 86° 47' 29.4"	39	✓		12
7	Carmen Sequeira	Chontales	Acoyapa	N 11° 47' 56.8" W 85° 02' 17.7"	62	✓		14
8	José Antonio Hernández	Matagalpa	El Guayacán	N 12° 55' 20.3" W 86° 39' 10.9"	254	✓		14
9	Juan Carlos Sáenz	Matagalpa	Sebaco			✓		12
10	Reynerio Gonzales	Chontales	Juigalpa	N 12° 03' 38.7" W 85° 21' 10.2"	64		✓	9
11	Paulina Centeno	Chontales	Juigalpa	N 12° 06' 49.8" W 85° 23' 24.1"	97		✓	9
12	Oscar Daniel Narváez	León	Nagarote				✓	4
13	Esteban Gutiérrez	León	León				✓	13
14	Francisca Valverde	León	Sauce	N 12° 50' 24.9" W 86° 32' 13.5"	167		✓	9
15	Moisés Reyes Chávez	León	Nagarote	N 12° 13' 6.5" W 86° 33' 6.4"	182		✓	14

3.3 Características de la zona de estudio

El área de estudio comprende las zonas secas de los departamentos de León, Matagalpa y Chontales. Los que se describen a continuación.

3.3.1 León

León se localiza en la zona Noroccidental de la macro región del Pacífico. Tiene una superficie de 5,138.03 km², que representa el 28.6 % del territorio de la Macro Región del Pacífico y el 3.94 % del territorio nacional. Con una población de 210,615 habitantes.

En el departamento hay un total de 18,274 fincas con un total de 235,579 animales bovinos y un promedio de 13 animales por finca.

El clima del departamento de León se caracteriza por ser cálido en la zona baja y más fresca y agradable en las zonas de mayor altura. Predomina el clima tropical de sabana, caracterizado

por una marcada estación seca de 4 a 6 meses de duración. Su temperatura media anual varía de 27° C hasta alcanzar los 38°C.

De acuerdo a la clasificación climática de Köppen el departamento es definido como Tropical de Sabana, que se caracteriza por ser subhúmedo con lluvias en el verano y otoño astronómico. Las mayores precipitaciones se presentan en el sector norte y occidental donde llueve un promedio de 1200 a 1600 mm y en la zona oriental llueve menos de 1200 mm al año constituyendo una de las zonas más secas del departamento y del país. (CENAGRO, 2013).

Debido a la ubicación geográfica, altura y régimen pluviométrico el departamento de León se considera íntegramente seco a diferencia de los otros dos departamentos en estudiado.

3.3.2 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 departamento posee 29,041 fincas con un total de 380,574 de animales bovinos y un promedio de 13 animales por finca.

El clima se caracteriza por precipitaciones que oscilan desde el rango 800-1200 mm incrementándose de Oeste a Este. (CENAGRO, 2013)

Los municipios del departamento de Matagalpa que son considerados secos debido al régimen pluviométrico y rangos de temperatura son: Ciudad Darío, Terrabona, Sébaco, San Isidro.

3.3.3 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.

En el departamento se encuentra un total de 409,482 animales bovinos repartidos en 8,366 fincas con un promedio de 49 animales por finca.

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, (CENAGRO, 2013)

Los municipios considerados secos en el departamento de Chontales son: Comalapa, Cuapa, Juigalpa y Acoyapa

3.3.4 La zona seca de Nicaragua

La zona seca de Nicaragua se caracteriza por presentar una época seca muy marcada con una duración de seis meses entre los meses de noviembre a mayo y altas temperaturas (33 grados Celsius).

El régimen pluviométrico anual oscila entre 400 a menos de 1800 milímetros. Comprende la mitad occidental del territorio nacional, ocupa el 34 % de la superficie (41,148 km²). La zona seca está densamente poblada, concentrando cerca del 80 % de la población. (Sistema Nacional de información ambiental (SINIA), 2015).

Los departamentos del país que pertenecen a la zona seca y que son atendidos por el PBN se presentan la siguiente tabla

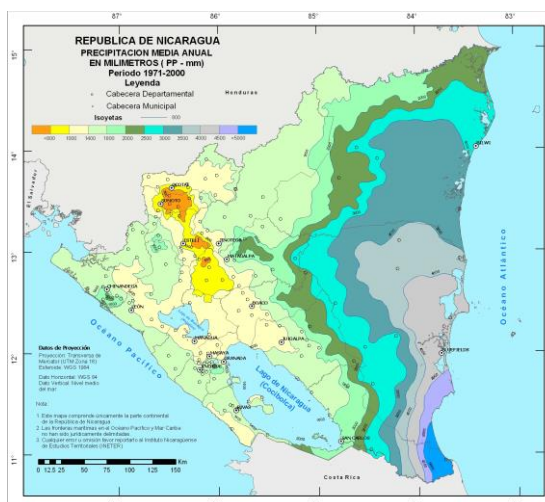


Gráfico 3. Precipitación media anual en Nicaragua (Fuente: INETER)

Cuadro 3. Número de animales bovinos en la zona seca de Nicaragua

DEPARTAMENTO	N. ° ANIMALES BOVINOS
Madriz	52,981
León	235,569
Carazo	38,469
Rivas	86,542
Matagalpa	380,574
Boaco	259,656
Chontales	409,482
Total	1,463,273

3.4. Metodología aplicada para la recolección de información sobre la percepción de los propietarios

La metodología aplicada en el presente estudio contempla las siguientes etapas:

- Diseño de instrumentos de recolección de información
- Entrevistas dirigidas a los propietarios de la finca que adoptaron la tecnología.
- Recolección e identificación de muestras de biol para su análisis en el laboratorio
- Obtención de resultados y sistematización

3.4.1 Diseño de la encuesta

La recolección de información se llevó a cabo por medio de encuestas dirigidas al propietario o a las personas que habitaban la finca, con el principal objetivo de recopilar datos sobre el uso, manejo del biol, sus actividades pecuarias, así como recopilar sus opiniones acerca de los beneficios que han obtenido del uso de la tecnología de biodigestores y el aprovechamiento del biol y biogás.

Las encuestas consideran los siguientes aspectos:

- a) Proceso de producción de biol
 - El tipo de fuente de agua que se utiliza
 - El tamaño del biodigestor
 - Proporciones de carga (estiércol y agua)
- b) Sistema de explotación bovino
 - Animales
 - Alimentación
 - Tipos de pasturas
- c) Experiencia tecnológica en la aplicación del biol
 - Cultivos fertilizados con biol
 - Forma de Aplicación
 - Cultivos con mejores resultados y de qué manera se ha manifestado
- d) Percepción sobre la tecnología
 - Importancia y factores de adopción
 - Aspectos negativos sobre su uso
 - Recomendación del uso de la tecnología.

3.4.1 Entrevistas a productores usuarios de biogás

Se contactó al técnico de campo en la zona proporcionado por el SNV, el cual permitió ubicar directamente a cada una de las fincas, en las diferentes comunidades por municipio y departamento del país.

Se aplicó el instrumento encuesta a cada uno de los propietarios de los biodigestores tanto de bolsa y de domo fijo. El instrumento contiene los siguientes elementos:

- Proceso de producción del biol. Tiene como propósito conocer la manera como la familia, el trabajador encargado de la finca realiza el proceso de producción de biol, desde la manipulación de las excretas hasta la salida de los productos (biol, biogás).
- Sistema de explotación bovina. Tiene el objetivo de identificar el tipo de explotación ganadera, sus diferentes pastos, alimentación de su hato ganadero.
- Percepción y opiniones de la familia o mandador, sobre la experiencia tecnológica de la aplicación de biol, como fertilizante.

3.4.2 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 recolectó una muestra de biol de un volumen de 1 litro, la cual se entregó al Laboratorio de Suelos y Agua (LABSA) de la Universidad Nacional Agraria con el propósito de determinar los contenidos de nutrientes como el Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio, Magnesio, Hierro, Cobre, Manganeso y Zinc, además de pH y porcentaje de materia orgánica. Para ejecutar esta actividad se realizó el siguiente procedimiento:

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

Paso 2. Localizar en el biodigestor el receptor de salida del biol o efluente.

Paso 3. Utilizar la pala de madera o un palo limpio para agitar por un minuto el efluente y así obtener una muestra homogénea.

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

Paso 5. Se tapó el recipiente cerrándolo herméticamente para evitar la filtración de líquido.

Paso 6. Se identificó con etiquetas cada una de las muestras tomadas, 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 entregó a LABSA, de todas las muestras recolectadas haciendo remisión a través de código de muestra, con su codificación respectiva.

3.5 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 4. 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.;
Fosforo	Metayanadato de amonio	Walinga., I.; Van der Lee., JJ.
Potasio		1989. Plant Analysis Procedures
Calcio	Digestión sulfoselenico	(soil and plant analysis, part 7).
Magnesio		

3.5.1 Determinación de nitrógeno

3.5.2 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: **DIGESTION** → **DESTILACION** → **VALORACION**

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 amoniaco, 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 **VALORACION** para valorar finalmente la cantidad de amonio presente en la muestra destilada.

3.5.3 Mineralización de biol

Aparatos empleados:

- 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 disolvieron en un litro de ácido sulfúrico el cual debe de estar contenido en un beaker de 1000 ml, a este beaker se le aplicaron 300 grados de calor durante un trascurso de 3 a 4 hrs hasta que el color oscuro o negro que se generó, inicialmente desapareció en su totalidad a un color ligeramente amarillo.

Procedimiento

La muestra de biol se homogenizó y se extrajo 1 ml de la muestra de biol, esta muestra fue adicionada a los tubos digestores y se le agregaron 4 ml de la mezcla sulfoselenica y se dejó reposando 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 una mayor cantidad de emanación de gases, se le hizo un precalentamiento se puso el bloque digestor a una temperatura de 100 grados en un periodo de una hora, transcurrido este primer tiempo incrementa 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 en un periodo de dos horas una vez culminado el tiempo se apagó 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 fueron disueltos a un volumen de 100 ml y se le adiciono 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 nos permitió cuantificar lo que es fosforo, calcio, magnesio, potasio, manganeso, cobre, zinc, hierro. Estos fueron los análisis que nos permitieron hacer esta dilución.

3.5.4 Determinación de fósforo en la muestra de biol

Aparatos utilizados:

- Fotocolorímetro

Reactivos:

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

Solución B: se pesaron 1.35 gramos de metabanaato de amonio y se disolvió en un litro de agua caliente se dejó enfriar y luego se afora.

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

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

Serie estándar:

Solución patrón 1: se pesó 0.2197 gramos de fosfato de potasio monohidratado y fue disuelto en agua en un balón volumétrico de un litro se aforo con agua destilada. En esta solución se encuentra en una solución de 50 ppm de fósforo.

Solución patrón 2: se introdujo en una pipeta 50 ml de la solución 1 en un balón volumétrico de 250 ml y se aforo con agua destilada en 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 agitaron y aforaron con agua, estas soluciones estándar tienen las siguientes concentraciones 0 ppm, 0.2 ppm, 0.4 ppm, 0.6 ppm, 0.8 ppm, 1.0 ppm de fósforo respectivamente.

Procedimiento utilizado:

Se midieron 10 ml del digesto diluido de la muestra incluyendo los controles y los blancos fueron transferidos a un balón volumétrico de 100 ml se le añadieron 15 ml de agua a los balones volumétricos, también se añadió 25 ml de la solución D se agito y se aforaron con agua destilada se dejó en reposo por 30 minutos, transcurrido el tiempo se leyó en el fotocolorímetro calibrándolo con el blanco de la curva a una longitud de onda de 410 nanómetro.

Cálculos realizados:

Porcentaje de fósforo: la concentración de fósforo medido en el digesto menos la concentración de fósforo 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 nos dan un factor de 0.25 entre el peso de la muestra.

3.5.5 Determinación de potasio, calcio y magnesio en la muestra de biol

Aparato empleado

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 hasta donde se pudo, se le agregaron 100 ml de ácido clorhídrico a una concentración de 6 normal lentamente y fue agitado constantemente se dejó enfriar y fue aforado con agua.

Solución de óxido delantano al 0.1 %: se diluyo 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 se extrajo 25 ml de esta solución y se adicionaron en un balón volumétrico de 250 ml fue aforado con agua destilada.

Serie estándar de calcio en frascos de 100 ml: se midieron 0 ml, 5 ml, 10 ml, 15 ml, 20 ml, 25 ml de la solución estándar de 100 ppm de calcio a cada frasco de la serie se le agregaron 10 ml de óxido delantano al 1 % y 0.45 ml de la solución sulfoselenica y se aforo con agua destilada las concentraciones de estas series es 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 extrajo 25 ml de la solución patrón en un balón volumétrico de 250 ml, se aforo 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 se introdujeron en un balón volumétrico de 250 ml y fue aforado con agua destilada.

Serie estándar de potasio en frascos volumétricos de 100 ml: se midió 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 agregaron 10 ml de óxido delantano al 1 % y 0.45 ml de la solución sulfoselenica se aforo con agua destilada, la serie tiene la concentración de 0 ppm, 5 ppm, 10 ppm, 15 ppm, 20ppm y 25 ppm.

Procedimiento realizado:

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

Aparatos empleados:

- 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 es: pesar 3.5 gramos de selenio en polvo y disolver en un litro de ácido sulfúrico el cual debe de estar contenido en un beaker de 1000 ml, a este beaker se le aplico 300 grados de calor durante un trascurso de 3 a 4 hrs hasta que el color oscuro o negro que se generó inicialmente desapareció en su totalidad a un color ligeramente amarillo.

Procedimiento:

La muestra de biol debe de ser homogenizada y una vez hecho esto se extrae 1 ml de la muestra de biol, esta muestra es adicionada a los tubos digestores y se le agregaron 4 ml de la mezcla sulfoselenica y se dejó reposar durante 12 horas. Pasada toda la 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 para evitar lo que es mayor cantidad de emanación de gases, se le hizo un precalentamiento se puso el bloque digestor a una temperatura de 100 grados en un periodo de una hora, transcurrido este primer tiempo incremento 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 Celsius y se dejó de igual manera en un periodo de dos horas una vez culminado el tiempo se apagó 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 encontraron a temperatura ambiente fueron disueltos a un volumen de 100 ml y se le adiciono 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 nos permitió cuantificar lo que es fosforo, calcio, magnesio, potasio, manganeso, cobre, zinc, hierro. Estos son los análisis que nos permitieron hacer esta dilución.

IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Sistema de ganadería en la zona seca de Nicaragua

4.1.1 El hato ganadero en las fincas visitadas

El promedio de ganado bovino en las fincas estudiadas que poseen biodigestores es de 81 animales; encontrándose pequeños productores propietarios de 11 animales hasta medianos productores con 220 animales en total.

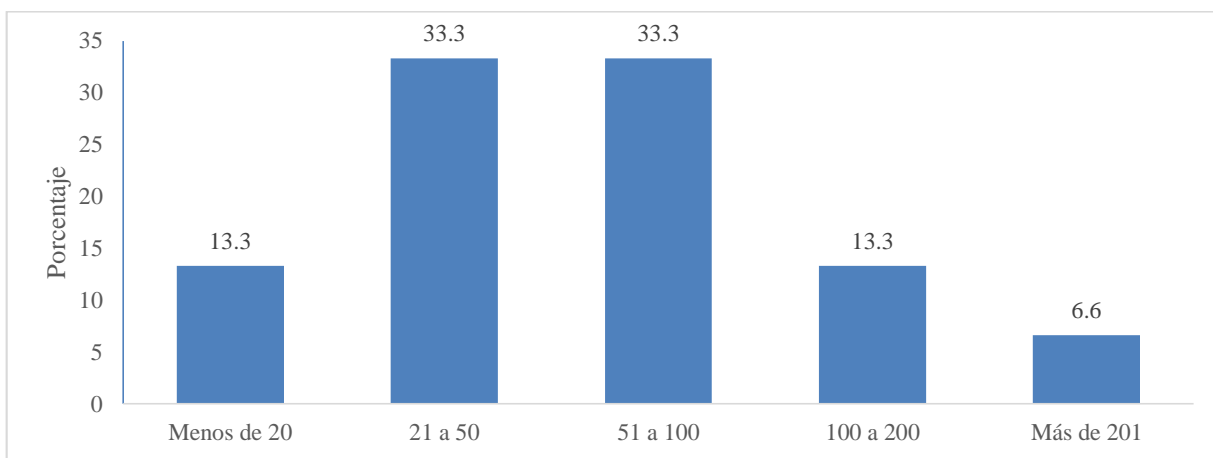


Gráfico 4. Cantidad de ganado bovino que poseen los productores

El 46.6 % de los productores poseen menos de 50 animales, seguidos del 33.3 % que tienen entre 51 y 100 animales. El 13 % presenta rango de: 100 a 200 y con más de 200 animales el porcentaje disminuye a 6 %. Esto significa que los biodigestores de manera general están instalados o construidos en fincas de medianos ganaderos.

4.1.2 Sistema de pastura para el hato ganadero

En el **Gráfico 5**, se observan los tipos de pastos que los productores tienen establecidos en las fincas para la alimentación del hato ganadero.

Los resultados indican que el 53 % de los productores tienen establecidos para la alimentación del hato ganadero solo un tipo de pastos, siendo este Taiwán (*Pennisetum purpureum*), Mombasa (*Panicum maximum*), pasto natural (pastos silvestres), Mulato (*Brachiaria ruziziensis* x *Brachiaria decumbens*) o Angleton (*Dichanthium aristatum*).

Los productores que tienen establecidos dos tipos pastos equivalen al 27 %, entre estos se encuentran Taiwán, Anglenton, Zamba (*Brachiaria decumbens* var. *zamba*) o Anglenton.

Un 7 % de los propietarios de las fincas cuentan con tres tipos de pasto siendo: Gamba (*Andropogon gayana* Kunth), Camerún (*Pennisetum* spp) o Mombasa. En el caso de cuatro tipos de pastos es el 13 % de los productores.

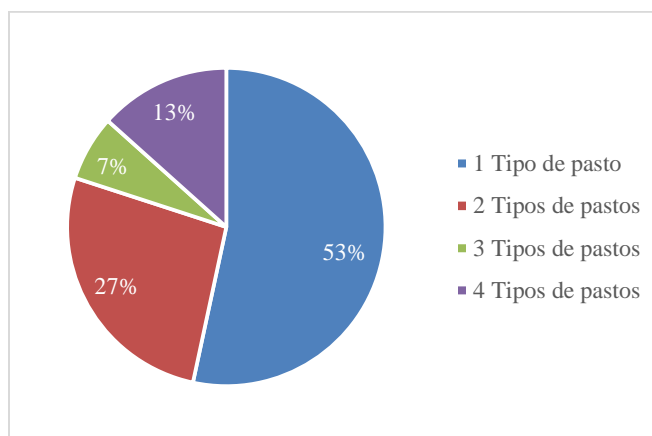


Gráfico 5. Porcentaje de productores con diversos tipos de pastos

4.1.3 Uso de suplemento para el ganado

Los productores no solamente utilizan el alimento que proviene de las áreas de pasturas para sus animales, también hacen uso de suplementos para complementar una dieta correcta para el bienestar de su hato.

En la zona seca hay menor disponibilidad de alimentos forrajeros verdes, especialmente en época del año cuando se registran menos lluvias, se da la necesidad de ofrecer un suplemento nutricional de elementos energéticos, proteicos y minerales con el propósito de que logren una mayor productividad.

De acuerdo a el Cuadro 5 el 46.6 % de los productores utilizan cuatro tipos de suplementos alimenticios para el manejo del hato ganadero. El 33.3 % de los productores utilizan dos tipos de suplemento alimenticio que pueden ser las siguientes combinaciones sales minerales más melaza, concentrado más ensilaje y concentrado más sales minerales. El principal producto utilizado como suplemento alimenticio es el conocido como Pecutrin™ (una mezcla de minerales de la marca alemana Bayer®), el cual está presente en el 93 % de los sistemas alimenticios.

Cuadro 5. Alimentos que brinda el productor para la alimentación del ganado en su finca

CANTIDAD DE SUPLEMENTOS UTILIZADOS		TOTAL
1 tipo de suplemento	Sales minerales	20 %
2 tipos de suplementos	Concentrado y ensilaje	33.3 %
	Sales minerales y melaza	
	Concentrado y sal minerales	46.6 %
4 tipos de suplementos	Concentrado, ensilaje, melaza y sales minerales	
Total		100%

4.2 Manejo del biodigestor en la zona seca de Nicaragua

4.2.1 Fuente de agua utilizada en el biodigestor

Para la alimentación del biodigestor se utiliza agua para mezclar con el estiércol y permitir que sea introducido más fácilmente, en el Cuadro 6, se presenta de donde proviene el agua que los productores utilizan para realizar esta actividad.

La fuente de agua que más se utiliza en las fincas es el agua proveniente de pozo, siendo utilizada por el 73.3 % de los productores. Además, hay un 13.3 % que utilizan dos fuentes de agua: agua potable y río. Los que únicamente utilizan agua proveniente de río representan el 6.6 %.

Cuadro 6. Fuente de agua utilizada para las actividades agropecuarias de la finca

FUENTE DE AGUA	TOTAL
Río	6.6 %
Pozo	73.3 %
Agua potable y río	13.3 %
Río y pozo	6.6 %
Total	100 %

4.2.2 Proporción de la mezcla de estiércol y agua utilizada por los productores

En los biodigestores de domo fijo la proporción de mezcla de estiércol y agua según el PBN es variable según la estación del año, en época seca se recomienda usar 1:1 y en la estación lluviosa se recomienda usar 1:0.5 dado que las excretas contienen mayor porcentaje de agua.

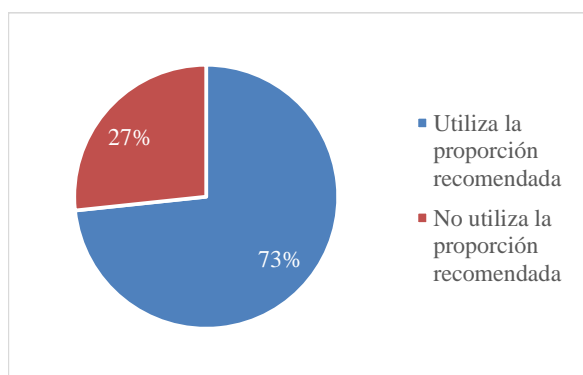


Gráfico 6. Uso de proporciones recomendadas según el programa en biodigestores

En los biodigestores de tipo bolsa la recomendación de proporción es de 1 parte de estiércol por 3 partes de agua es decir una proporción de 1:3.

Se encontró que 73 % de los productores utilizan la proporción recomendada y el 27 % utiliza una proporción diferente a la recomendada según el manual de PBN. Entre los argumentos esgrimidos por los entrevistados con respecto a la proporción diferente de agua y estiércol utilizado resaltan la cantidad de agua requerida, y cambio de operario principalmente.

Es necesario resaltar que entre los productores que no utilizan la proporción adecuada de estiércol y agua el 50% corresponde a biodigestores de bolsa y 50% a domo fijo.

Todos los productores alimentan el biodigestor con las excretas que provienen del área de ordeño por la fácil recolección que permiten los corrales con piso de concreto ya que así se

obtiene estiércol que no contenga tierra u otros tipos de restos sólidos que puedan estropear el funcionamiento del biodigestor.

4.2.3 Manejo de la pila del biol en los biodigestores

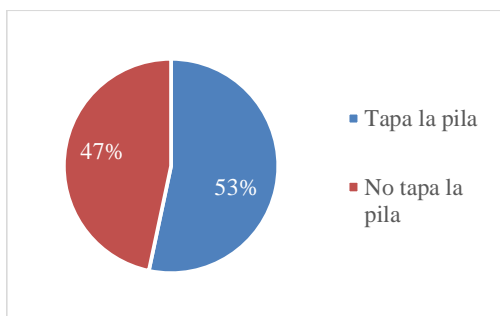


Gráfico 7. Porcentaje de productores que tapan la pila del biol

El biol que se almacena en la pila al estar a la intemperie podría sufrir cambios por las condiciones climáticas, se recomienda que debe estar tapada en todo momento para evitar que los rayos solares volaticen el nitrógeno o agua de lluvia penetre dentro de ella.

El 53 % de los productores realizan la práctica recomendada de tapar la pila, y el resto 27 % no tapan la pila del biol.

Con base al tipo de biodigestor instalado en la finca se encontró que el 60 % de los productores con biodigestores de bolsa no tapan la pila del biol, aunque aducen que es protegida por el techo que se construyó para el biodigestor. El 80 % de los productores con biodigestores de tipo domo fijo tapan la pila del efluente. Estas cifras se presentan en el cuadro No 7.

Cuadro 7. Porcentaje de productores que tapan la pila del biol según tipo de biodigestor

TIPO DE BIODIGESTOR	TAPA LA PILA DEL BIODIGESTOR	
	Si	No
Biodigestor de bolsa	40 %	60 %
Biodigestor de domo fijo	80 %	20 %

4.3 Uso y manejo 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 un biofertilizante rentable ecológica y económicamente. Contiene nutrientes que son asimilados fácilmente por las plantas haciéndolas más vigorosas y resistente (INIA, 2008).

4.3.1 Aprovechamiento de la producción de biol

Se encontro que el 73 % de los productores utilizan el biol para fertilizar sus cultivos.

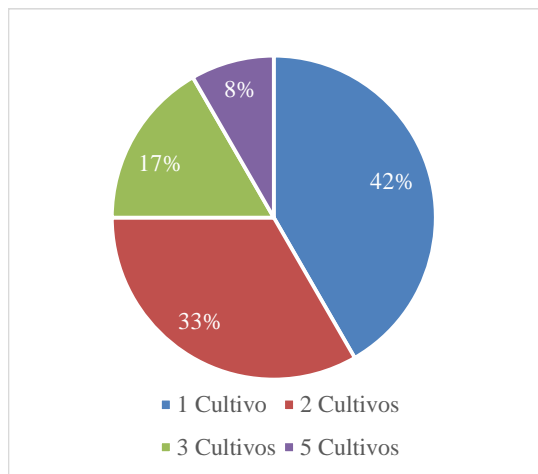


Gráfico 9. Cantidad de cultivos en los que aplican el biol

Según el **Gráfico 9**, los productores aplican el biol hasta en cinco cultivos diferentes, el 42 % lo utilizan solamente en un cultivo, el 33 % lo aplican en dos cultivos, el 17 % en tres cultivos, no se encontraron productores que lo aplican en cuatro cultivos y finalmente el 8 % de ellos lo aplican a cinco cultivos diferentes.

A continuación, se muestran los cultivos en que se aplica el biol. Se identifican 11 cultivos en los cuales se utiliza el biol. Entre los cultivos donde más se utiliza es en pastos resultando un 45 % del total; el 36 % aplica en cítricos (*Citrus spp*), el 27 % lo aplica en sorgo (*Sorghum bicolor*). El 18 % de los productores lo aplican a árboles frutales como mango (*Mangifera indica*), aguacate (*Persea americana*), entre otros. Y en papaya (*Carica papaya*), maíz (*Zea mays*), frijol (*Phaseolus vulgaris*), cacao (*Theobroma cacao L.*), ayote (*Cucurbita argyrosperma*) y ajonjolí (*Sesamum indicum*), el 9 % a cada uno respectivamente.

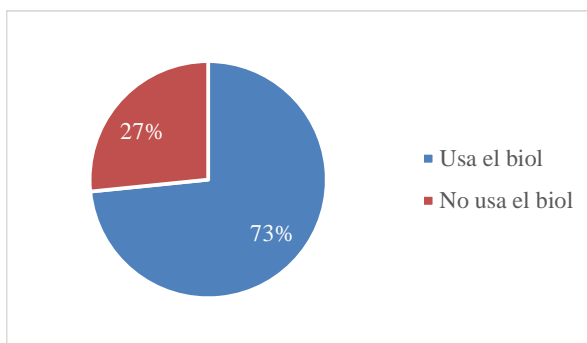


Gráfico 8. Porcentaje de productores que utilizan el biol

Existe un 27 % de los productores que no hacen uso del biol para sus cultivos, lo cual se debe a que la adopción de la tecnología se debe principalmente a su interés por el biogás y por otra parte a lo alejado que se encuentra el biodigestor de las parcelas.

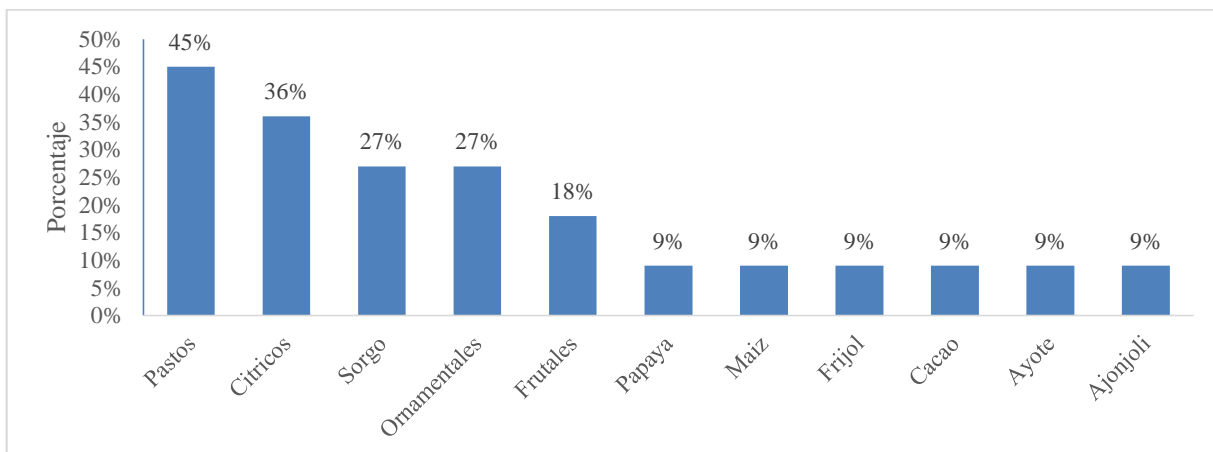


Gráfico 10. Aplicación de biol en diferentes cultivos agrícolas

Todas las fincas que fueron seleccionadas se dedican principalmente al ganado bovino por lo tanto el cultivo principal es el pasto, por ello se encuentra como el más fertilizado.

4.3.2 Forma de aplicación del biol

El procesamiento de las encuestas permitió identificar que el biol se aplica de tres maneras, foliar, directamente al suelo y combinando ambas formas.

El tipo de aplicación más usado para este biofertilizante por parte de los productores es directamente al suelo resultando un 74 % de los productores que lo practican, el 13 % lo aplican de manera foliar, el mismo porcentaje realiza ambas formas de aplicación.

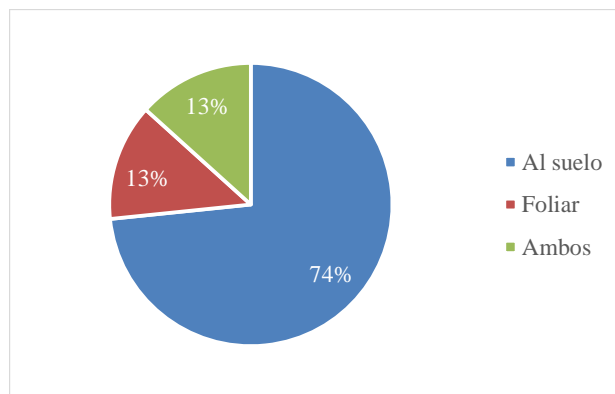


Gráfico 11. Forma en la que aplican el biol en sus cultivos

Según la opinión de un productor que no aplican de forma foliar, se debe a que las boquillas de las bombas de mochilas se obstruyen ya que el biol contiene partes solidas (si no es bien filtrado). También menciona aplica el biol de forma diluida (partes iguales de agua y biol) ya que la planta podría afectarse.

Normalmente a los cultivos que le aplican directamente al suelo es a los cultivos perennes y de manera foliar a los cultivos anuales, hay productores que también lo aplican directamente al suelo a estos cultivos ya sea en la calle o en el surco.

4.3.3 Respuesta de los cultivos a la aplicación de biol

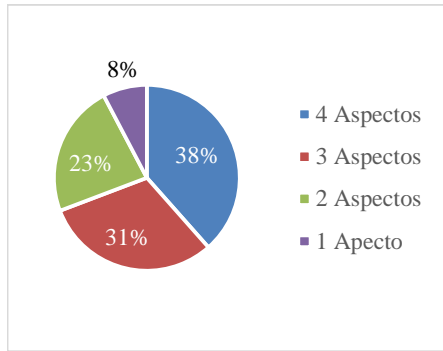


Gráfico 12. Cantidad de respuestas observadas en los cultivos

Las características mencionadas por los productores que más sobresalen en los cultivos con la aplicación del biol son: mejor coloración, en segundo lugar, mejor vigor de las plantas, le sigue más altura y más rendimiento y finalmente resistencia a plagas y enfermedades.

El 38 % de los productores declaran que hay cuatro aspectos de mejora en sus cultivos, el 31 % afirma que hay tres, el 23 % dice que encontraron dos aspectos y por último un 8 % solo encontraron 1 aspecto de mejora,

El 100% de los productores afirman que sus cultivos tienen un buen resultado con la aplicación del biol.

Se encontró que el 80 % de los productores mencionan que las características más observadas es mejor coloración de las hojas de las plantas. El 73 % afirman que presentan mejor vigor, el 60% incluyen más altura y rendimiento y el 40 % refiere a más resistencia a plagas y enfermedades

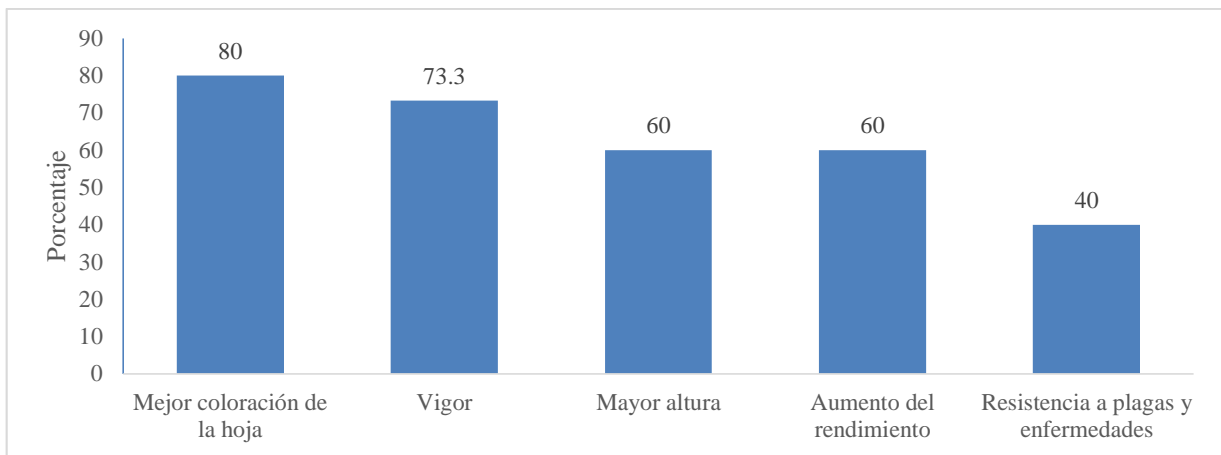


Gráfico 13. Respuesta observada a la aplicación de biol en los cultivos

4.3.4 Medidas de seguridad durante la manipulación del biol

Dado que el biol es un biofertilizante orgánico, al estar compuesto de materiales orgánicos y fermentados anaeróbicamente, no tiene ningún efecto tóxico. Los componentes orgánicos no se evaporan y al disolverse no producen efectos contaminantes. La respuesta fue que el 100 % de los productores no usan ninguna medida de seguridad, confirmando además que hasta el momento no se ha presentado ninguna enfermedad a causa de su manipulación.

4.4 Percepción de los propietarios sobre la adopción de la tecnología de biodigestores en la zona seca de Nicaragua

4.4.1 Factores de adopción de la tecnología de biodigestores en la zona seca de Nicaragua

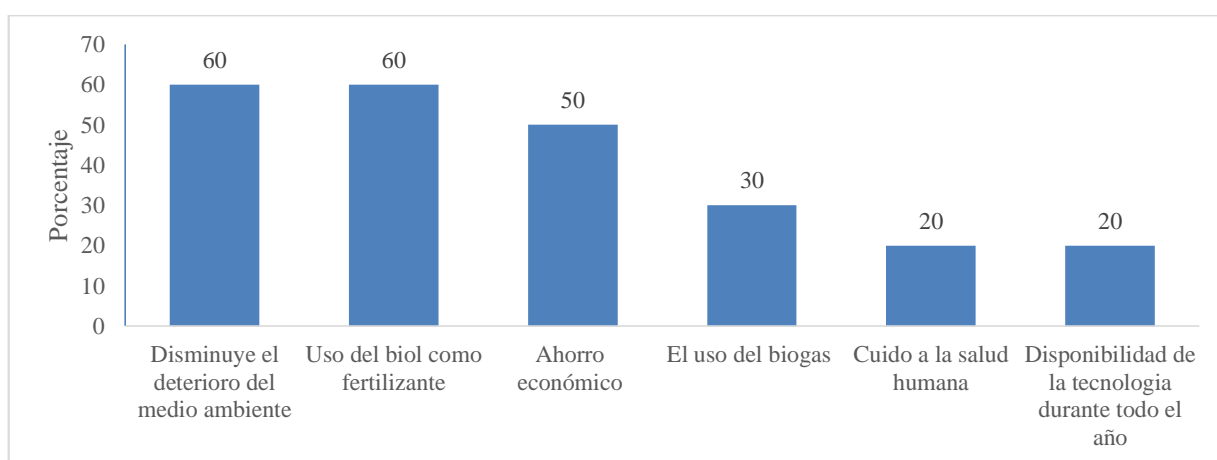


Gráfico 14. Factores de adopción de la tecnología de biodigestor

A continuación, se detallan los principales factores que destacan los productores:

- El 60 % de los productores declaran que **“Disminuye el deterioro del medio ambiente”** ya que logran reducir el uso de leña para la cocina y de esta manera evitan la deforestación local.
- Un 60 % de ellos expresan que el motivo fue el **“Uso del biol como fertilizante”**; ya que hacen uso de este para la fertilización de los cultivos que se encuentran establecidos en su finca.
- Un 50 % **“Ahorro económico”**; ya que se ahorran en gastos, como el comprar fertilizantes químicos por el uso del biol y la compra de leña o gas butano para la cocina.
- El 20 % dijo que entre los motivos se encontraba el **“Cuido de la salud humana”**; dado que al no usarse leña para preparar alimentos no se produce humo que al inhalarse resulta nocivo, lo que permite disminuir los riesgos de enfermedades crónicas pulmonares y evitar malestares en los ojos a causa del mismo.
- El 30 % dicen que el motivo de importancia de poseer la tecnología es **“El uso del biogás”** para la preparación de alimentos.

- f) El 20 % opina que **“La disponibilidad de la tecnología durante todo el año”** es un motivo de importancia; los productores pueden hacer uso de la tecnología en todo el año sin importar la época seca o lluviosa, como poseer siempre una llama en la cocina por el uso del biogás y el uso del biol en sus cultivos.

4.4.2 Factores de sostenibilidad del uso de la tecnología

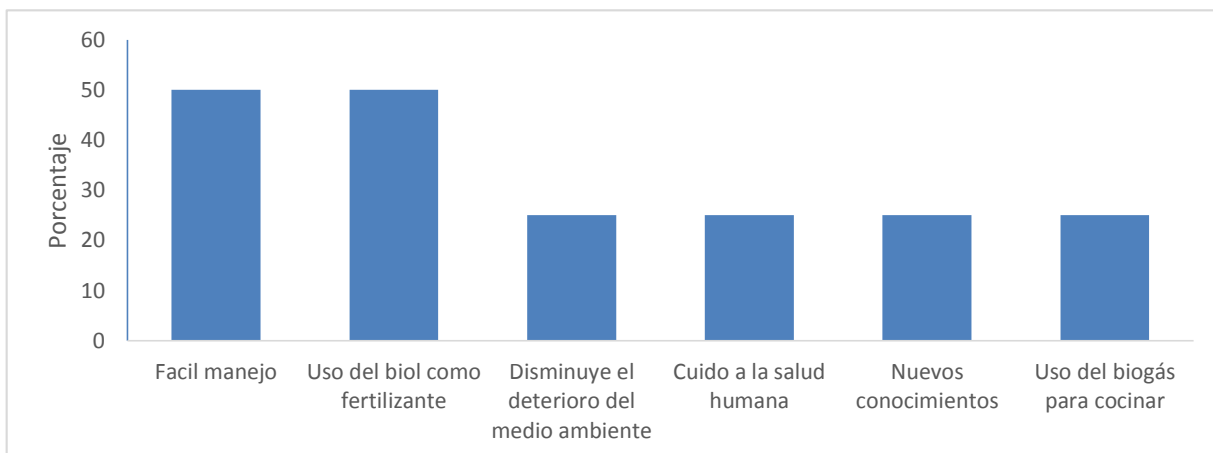


Gráfico 15. Factores de sostenibilidad del uso de la tecnología

Los productores no reportan fracasos por la implementación de la tecnología, los resultados indican que los factores que los motivan a continuar con el uso de la tecnología de biodigestores son los siguientes:

- El 50 % de los productores opinan el **“Fácil manejo de la tecnología”** ya que el trabajo que se requiere hacer para alimentar el biodigestor les resulta sencillo y rápido ya que solamente debe recoger el estiércol y verterlo mezclado con agua además el mantenimiento es muy básico.
- El **“Uso del biol como fertilizante”** fue expresado por el 50 % de los productores que lo utilizan para la fertilización de sus especies vegetales.
- El 25 % opina que la **“Disminución del deterioro del medio ambiente”** es el factor que los motiva a continuar con el uso de la tecnología.
- El humo producido por la quema de la leña resulta perjudicial para la persona que lo inhala, es por eso que **“Cuido de la salud humana”** fue mencionado por el 25 % de los productores.
- El 25 % de los productores continúan con el uso de la tecnología dado que al implementarla **“Adquieren nuevos conocimientos”**.
- “El uso del biogás para cocinar”** representa al 25 % de los encuestados, ellos opinan que es muy oportuno tener la disponibilidad de cocinar en cualquier momento.

4.4.3 Existencia de olores desagradables durante el funcionamiento del biodigestor

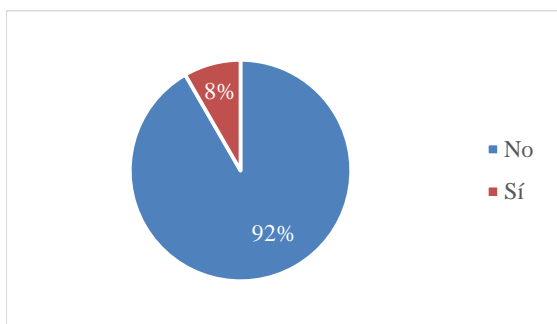


Gráfico 16. Existencia de olores desagradables por el uso de la tecnología

El 92 % de los encuestados no reportan la existencia de olores desagradables en la carga de estiércol, la fermentación, la recolección y aplicación del biol.

Solamente un 8 %, que representa a un solo productor, dice sentir olores desagradables al momento de aplicar el biol en sus cultivos. Sin olvidar que el olor es una variable subjetiva.

4.4.4 Recomendaría el uso de la tecnología de biodigestores a otros productores

El 100 % de los productores recomendaría el uso de la tecnología a sus colegas por los mismos motivos que decidieron construir un biodigestor, sobresaliendo entre los resultados la disminución del deterioro del medio ambiente, seguido por el uso de los productos del biodigestor, el biogás para cocinar y el biol para fertilizar sus cultivos.

4.5 Análisis nutricional de las muestras de biol de la zona seca de Nicaragua

En total se analizaron 15 muestras de biol en el Laboratorio de suelos y agua de la UNA, encontrándose que el biol contiene los siguientes macro elementos: N, P, K, Ca, además los micro-elementos como el Mg, Fe, Cu, Zn, y Mn. el Cuadro 9. presenta los valores de cada uno de los nutrientes encontrados en el biol tanto para los biodigestores de bolsa como de domo fijo y el promedio de la zona seca.

Cuadro 8. Composición química del biol en la zona seca

Tipo de biodigestor	pH	M.O.	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Mn	Zn	Materia Seca
				%					ppm			
Bolsa tubular	7.31	5.44	0.26	0.05	0.09	0.11	0.12	196.50	3.25	14.38	6.75	88.02
Domo fijo	7.26	10.99	0.55	0.05	0.16	0.19	0.21	231.80	4.60	24.30	5.20	87.02
Promedio zona seca	7.28	8.21	0.40	0.05	0.12	0.15	0.16	214.15	3.92	19.34	5.97	87.52

Nota: M.O.: Materia orgánica

Además, se determinó que el pH de las muestras oscila en un rango de 6.6 a 7.3 que lo ubican en la clasificación de neutro. Otra variable determinada fue la materia orgánica la cual presenta valor promedio de 8%.

4.6 Producción de nutrientes según el tamaño de los biodigestores

El ahorro que pueden lograr los productores al hacer uso del biol en sus cultivos depende del tamaño y tipo de biodigestor que poseen, además considerando la composición química del biol, se presenta a continuación los resultados de aporte nutrientes.

4.6.1 Aporte de nitrógeno

La producción de nitrógenos según el tamaño del biodigestor, basado en el resultado químico promedio de 0.40 g de nitrógeno por cada 100 g de muestra de biol es el siguiente:

Cuadro 9. Producción de nitrógeno en diferentes tamaños de biodigestores

Tamaño del biodigestor	Producción de biol (litro/día)	Producción de nitrógeno (kg/día)	Días para producir 45 kg de nitrógeno*	Producción de nitrógeno (kg/año)
4 m ³	84	0.34	132.35	124.1
6 m ³	98	0.39	115.38	142.5
9 m ³	140	0.56	80.35	204.4
12 m ³	210	0.84	53.57	306.6

*Equivale a un quintal de urea

La producción de biol de cada biodigestor es señalada en el manual de biol del SNV y considerando la producción de nitrógeno por día de cada tamaño de biodigestor se obtiene que, para producir el equivalente de 1 quintal de urea, el biodigestor de 12 m³ lo logra en 53 días, el de 9 m³ se obtiene en 80 días, con el biodigestor de 6 m³ se alcanza en 115 días y finalmente con uno de 4 m³ se logra en 132.35 días.

4.6.2 Producción de fósforo

La producción de fósforo, como pentaóxido de difósforo (P₂O₅), en los biodigestores de la zona seca de Nicaragua.

Cuadro 10. Producción de fósforo en diferentes tamaños de biodigestores

Tamaño Biodigestor	Producción de biol (litro/día)	Producción de fósforo (kg/día)	Días para producir 6.8 kg de fósforo*	Producción de fósforo (kg/año)
4 m ³	84	0.04	170	14.6
6 m ³	98	0.05	136	18.25
9 m ³	140	0.07	97.14	25.55
12 m ³	210	0.10	68	36.5

*Equivale a un quintal de fertilizante 15-15-15

La producción de fósforo es significativamente menor comparada con la de nitrógeno o potasio. La mayor producción a como en los otros casos se da en mayor volumen directamente proporcional al tamaño del biodigestor. Para producir el equivalente a un quintal de fertilizante 15-15-15 a un biodigestor de 4 m³ le toma 170 días en cambio a un biodigestor de 12 m³ le toma 68 días.

4.6.3 Producción de potasio

Se presenta de manera de óxido de potasio (K_2O) y la producción según el tamaño del biodigestor se presenta en la tabla 11. Los cálculos se realizaron para la obtención de 6.8 kg de potasio que están contenidos en el triple 15.

Cuadro 11. Producción de potasio en diferentes tamaños de biodigestores

Tamaño Biodigestor	Producción de biol (litro/día)	Producción de potasio (kg/día)	Días para producir 6.8 kg de potasio*	Producción de potasio (kg/año)
4 m ³	84	0.10	67.64	36.5
6 m ³	98	0.12	57.98	43.8
9 m ³	140	0.17	40.58	62.05
12 m ³	210	0.25	27.06	91.25

*Equivale a un quintal de fertilizante 15-15-15

La producción anual de potasio para un biodigestor de 4 m³ es de 36.5 kg, para este mismo tamaño le toma 68 días producir 6.8 kg de potasio. Para un biodigestor de 12 m³ tardará 27 días en producir 6.8 kg de potasio y producirá 91.25 kg al año.

4.7 Ahorro económico por el uso del biol según el tamaño del biodigestor

La producción de nitrógeno según el tamaño de biodigestor va desde 124.1 kg por año en biodigestores de 4 m³ hasta 306.6 kg en biodigestores de 12 m³, para el fosforo su producción es desde 14.6 hasta 36.5 kg/año respectivamente, para el caso del potasio la producción va desde 36.5 en biodigestores de 4 m³ hasta 91.25 kg anuales en el de 12 m³.

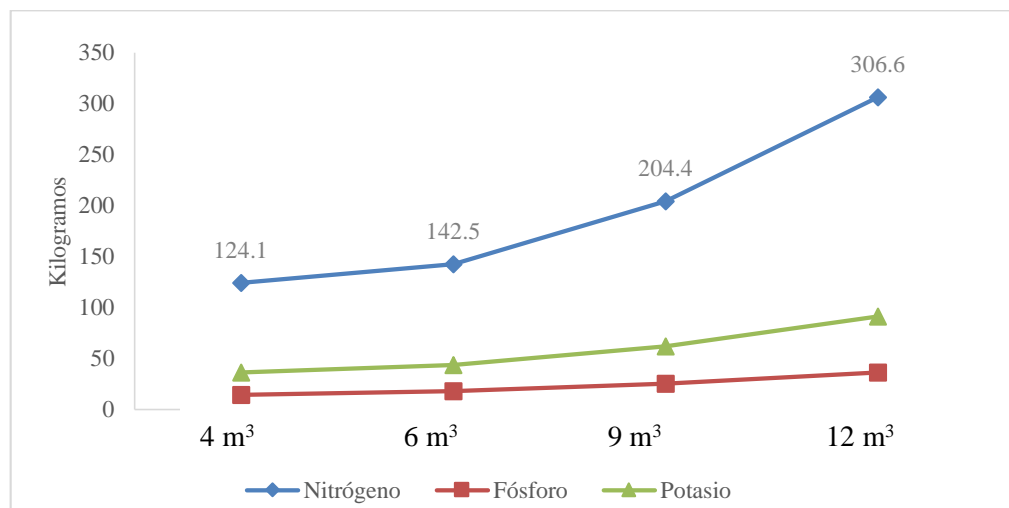


Gráfico 17. Producción de NPK en kg/año según tamaño de biodigestor

El 33.3 % de los productores encuestados cuentan con biodigestores de 12 m³ de tamaño, esto significa que para ellos el ahorro anual por el uso de biol en lugar de fertilizantes químicos es de 765.99 dólares estadounidenses. Hay que recordar que para el uso del biodigestor solo se requiere el uso de agua y estiércol que es un desperdicio.

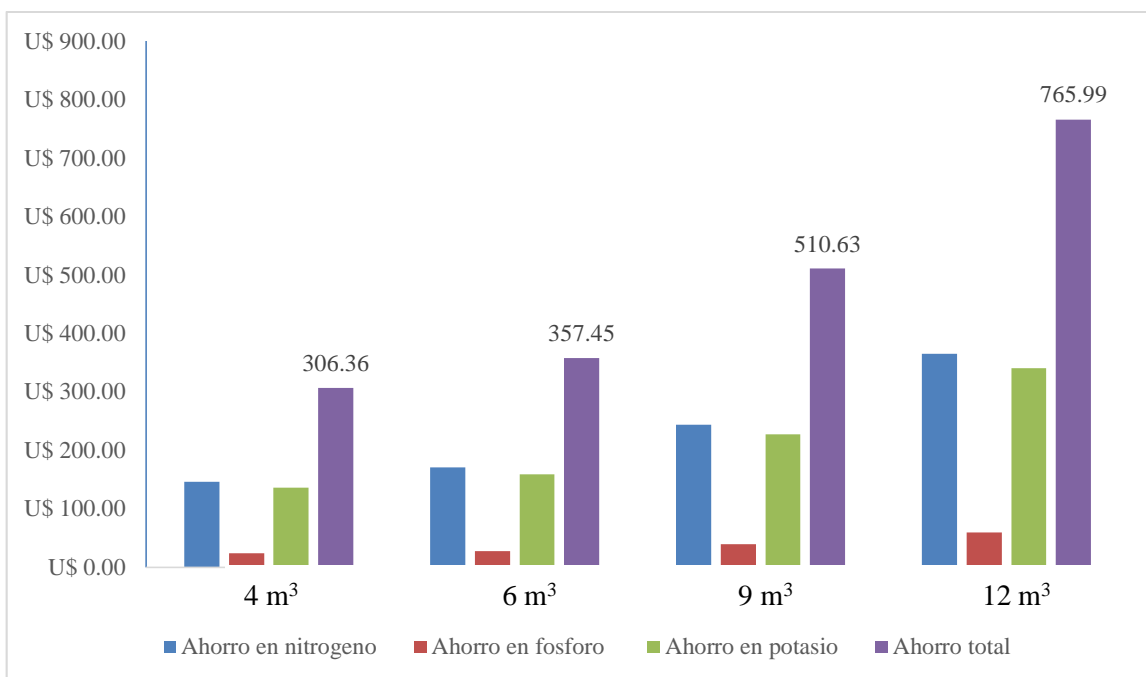


Gráfico 18. Ahorro anual por el uso del biol en los diferentes tamaños de biodigestores

Según el **Gráfico 18**, el rango de ahorro va desde 306.36 hasta 765.99 dólares estadounidenses para el biodigestor de 12 m³, como se observó el mayor ahorro se logra con los elementos nitrógeno y potasio. Se calculó el ahorro en base al precio del quintal de urea en Nicaragua de 24 dólares.

V CONCLUSIONES

Los productores entrevistados tienen en promedio 81 cabezas de ganado bovino. Donde el 53 % utilizan solamente un tipo de pasto para alimentarlos, pudiendo ser: Taiwán, Mombasa, pasto natural (pastos silvestres), Mulato o Angleton. Todos los productores usan además sales minerales para complementar la alimentación de su hato ganadero.

En el manejo del biodigestor el 73.3 % de los productores usan agua proveniente de pozo para su abastecimiento. El 67 % de los productores con biodigestores de domo fijo utilizan la proporción recomendada al momento de alimentarlo y el 78 % lo hacen correctamente en los biodigestores de bolsa. El 53 % de los productores mantienen la pila del biol tapada de esta manera evitan cambios que podría sufrir el biol por las condiciones ambientales como la radiación solar o la lluvia.

En el aprovechamiento del biol el 74 % de los productores lo aplican directamente al suelo y el 13 % de ellos lo aplican de manera foliar, el mismo porcentaje realiza ambas formas de aplicación. El 73 % de los productores hacen uso del biol, y lo aplican principalmente a pastos (28 %), cultivos de granos básicos (18 %), árboles frutales (18 %) entre otros en menor medida. El 100 % afirma haber tenido resultados positivos por el uso de este biofertilizante. El 34% de los productores responden que las características más observadas están: mayor altura, vigor y rendimiento. Debido a que el biol es un producto orgánico natural no encontraron problemas por su uso, esto conduce que el 100 % de los productores no utilizan medidas de seguridad al momento de manipularlo.

Los factores de adopción principales por lo cual los productores decidieron instalar la tecnología de biodigestor son proteger el ambiente, usar el biol, el ahorro económico, salud de la familia, etc. Entre los factores de sostenibilidad de la tecnología destacan el fácil manejo de la tecnología, el uso del biol, la salud de la familia, el cuidado del medio ambiente, etc.

Los análisis de laboratorio expresan que el biol presentó gran cantidad de nutrientes tanto macronutrientes (nitrógeno (0.40 %), fósforo (0.05 %), potasio (0.12 %) y calcio (0.15 %)) como micronutrientes (hierro (214.15 ppm), cobre (3.92 ppm), manganeso (19.34 ppm), magnesio (0.16 %), zinc (5.97 ppm) que son necesarios para la nutrición de los cultivos. Por otra parte, presenta un pH clasificado como ligeramente alcalino (7.28) que permite una vez incorporado al suelo regular la acidez del suelo y facilitar por tanto la absorción de los nutrientes.

Se considera que la producción de nutrientes según el tamaño del biodigestor es considerable, la producción oscila entre 124.1 kg/año para tamaños de 4 m³, hasta 306.6 kg que produce un biodigestor de 12 m³. La producción de fósforo presenta un rango de 14.6 kg/año para un biodigestor de 4 m³ hasta 36.5 kg/año en un biodigestor de 12 m³. En el caso de potasio oscila entre 36.5 hasta 91.25 kg/año.

VI RECOMENDACIONES

- Hay gran variedad de cultivos donde se aplica el biol, por tanto, se recomienda realizar experimentos en los cultivos más importantes del país donde se puedan calcular cuáles serían las dosis óptimas de biol y momentos de aplicación, haciéndose previamente un análisis de suelo y evaluando el comportamiento de este biofertilizante en el rendimiento para incentivar el uso de esta tecnología.
- A los productores tapar la pila del biol para evitar disminuir su calidad nutricional por efectos del ambiente, principalmente pérdidas de nitrógeno por volatilización y el ingreso de agua a la pila.
- Se recomienda la instalación de biodigestores con menor consumo de agua, para facilitar el cumplimiento en la proporción de mezcla, ya que en la zona seca la limitante en la época seca es el agua.
- Realizar análisis microbiológico al biol para garantizar la inocuidad al ser aplicado a cultivos de alimentación humana.
- Los productores pueden aprovechar el potencial de ingreso económico por la venta del biol.

VII LITERATURA CITADA

- 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.
- Botero Raúl.; Preston Thomas. 1987. Biodigestores de bajo costo para la producción de combustible y fertilizante a partir de excretas. Bogotá, Colombia. 20 p.
- CENAGRO. 20013. IV Censo Nacional Agropecuario (en línea). Managua, Nicaragua. Consultado 10 dic. 2015. Disponible <http://www.inide.gob.ni/>
- Gómez Muñoz, Susana. 2012. Diseño, construcción y puesta a punto de un biodigestor tubular. Carazo, Nicaragua. P.
- Hivos International. 2015. Usos y beneficios del biol y biogás (en línea). La Paz, Bolivia. Consultado 10 dic. 2015. Disponible https://issuu.com/hivossudamer/docs/pdf_final_dise_o_usos_y_beneficio
- 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>
- Martínez Felipe, 2014. Manual técnico del facilitador: Uso y Beneficios del biol. Nicaragua
- 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.
- Sistema Biobolsa. 2015. La inversión que funciona para agricultores y ganaderos (en línea). Consultado 9 nov. 2015. Disponible <http://www.sistemabiobolsa.com>.
- 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>

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
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 la 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 rio/ 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) ¿Qué 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)