

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y FORESTALES**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



**OBTENCIÓN DE BIOFERTILIZANTES (BIOL, BIOSOL Y  
BIOGÁS) APARTIR DE LOS EXCREMENTOS DE LOS  
ANIMALES (BOVINO, PORCINO) Y DESECHOS  
ORGÁNICOS, MEDIANTE LA FERMENTACIÓN  
ANAERÓBICA EN EL BIOIGESTOR**

**Por:**

**YBER PARY CALIZAYA**

Tesis presentada a consideración de la UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO” como requisito para optar al Grado Académico de Licenciatura en Ingeniería Agronómica

**Abril-2019**

**TARIJA-BOLIVIA**

V°B°

.....  
Ing. Jose Maria Albarracin Ovando  
**PROFESOR DE GUÍA**

.....  
M.Sc. Ing. Luis Arandia Mendivil  
**DECANO (a.i.)**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**AGRÍCOLAS Y FORESTALES**

.....  
M.Sc. Ing. Sebastian Ramos Mejía  
**VICEDECANO (a.i.)**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**AGRÍCOLAS Y FORESTALES**

**APROBADA POR:**

**TRIBUNAL:**

.....  
M.Sc. Ing. Milton Javier Caba Olguin

.....  
M.Sc. Ing. Victor Enrique Zenteno Lopez

.....  
Ing. Wilfredo Benitez Ordoñez

El tribunal calificador del presente tesis, no se solidariza con la forma, terminos, modos y expresiones virtuales en el trabajo, siendo los mismos unicamente responsabilidad del autor.

### **DEDICATORIAS:**

Por el apoyo y confianza de mi familia, por haberme ayudado en la realizacion del presente trabajo, porel apoyo incondicional y el cariño especial de mi madre Iduvia Calizaya, mis hermanos Juana, Victor, Santos y Luisa y a mi padre Pascual Pary que esta en el cielo. Por lo que dedico este trabajo con mis más sinceros sentimientos.

### **AGRADECIMIENTOS:**

En primer lugar a mi docente guía que sin su valiosa orientación, este trabajo hubiese sido mas difícil de realizar.

Al instituto INIAF-Tarija por haberme brindado el apoyo incondicional, por ende al Dr. Ph.D. Luis Weimar Acosta A. por darme un apoyo valioso para la realizacion del presente trabajo.

A mis catedráticos, amigos que participaron de nuestra formación académica y a todos aquellas personas que directa o indirectamente me colaboraron.

Para todas estas personas apreciadas mis más sinceros y calidos agradecimientos.

**PENSAMIENTO:**

“La única limitación de la conducta de cualquier persona de la cual es responsable ante la sociedad es la que afecta a los demás, sobre sí mismo, sobre su cuerpo y su espíritu, escucha a tu padre, que causó tu espíritu y no desprecies a tu madre, simplemente por haber envejecido”

*John Stuart Mill*

## ÍNDICE

Advertencia

Dedicatoria

Agradecimiento

Pensamiento

Resumen

	<b>Página</b>
1.- INTRODUCCIÓN.....	1
1.1.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.2.- JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	2
1.3.- HIPÓTESIS.....	3
1.4.- OBJETIVOS.....	3

## CAPÍTULO I

### REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

<b>1.1.- El biodigestor.....</b>	<b>4</b>
1.1.1.- Origen.....	4
1.1.2.- Descripción del biodigestor.....	5
<b>1.2.- Clases de biodigestor.....</b>	<b>6</b>
1.2.1.- Biodigestores de flujo discontinuo.....	6
1.2.2.- Biodigestor semi-continuo.....	6
1.2.3.- Biodigestores de flujo continuo.....	6
<b>1.3.- Abono orgánico.....</b>	<b>7</b>
1.3.1.- Excremento de ganado porcino.....	8
1.3.2.- Excremento de ganado bovino.....	9
1.3.3.- Desechos orgánicos de cocina.....	9
1.3.3.1.- Material orgánico que inhibe la fermentación en un digestor.....	9
<b>1.4.- Biofertilizantes.....</b>	<b>10</b>
1.4.1.- El biol como fuente orgánica de fitorreguladores.....	10

1.4.2.- El biosol.....	11
1.4.3.- Biogás.....	12
<b>1.5.- formas de excavación para la base de un biodigestor.....</b>	<b>13</b>
1.5.1.- Condiciones adecuadas para un biodigestor.....	13
1.5.1.1.- Temperatura.....	13
1.5.1.2.- Acidez.....	13
<b>1.6.- Microorganismos anaeróbicos en un biodigestor.....</b>	<b>14</b>

## CAPÍTULO II

### MATERIALES Y MÉTODOS

<b>2.1.- Descripción de la zona del experimento.....</b>	<b>16</b>
2.1.1.- Ubicación geográfica.....	16
2.1.2.- Ganadería.....	16
<b>2.2.- Materiales.....</b>	<b>16</b>
2.2.1.- Material orgánico.....	16
2.2.2.- Materiales de campo.....	16
2.2.3.- Materiales utilizados y el costo para construir un biodigestor.....	17
2.2.4.- Descripción de solución preparada.....	18
2.2.5.- Registro de datos.....	18
2.2.6.- Días obtención del biol y biosol.....	18
<b>2.3.- Metodología.....</b>	<b>18</b>
2.3.1.- Estadística descriptiva.....	18
2.3.2.- Descripción del experimento.....	18
2.3.3.- Procedimiento experimental.....	19
2.3.4.- Biodigestores de flujo continuo.....	19
2.3.5.- Toma de datos.....	19
2.3.6.- Cálculo de volumen del biogás en el reservorio.....	20
2.3.7.- Diseño de un biodigestor.....	21

### **CAPÍTULO III**

#### **RESULTADOS Y DISCUSIONES**

	<b>Página</b>
<b>3.1.- Evaluación de los resultados.....</b>	<b>22</b>
3.1.1.- Estadística descriptiva.....	22
3.1.2.- Obtención de biogás, a partir de excremento de ganado porcino.....	22
3.1.3.- Obtención de biogás, a partir de excremento de ganado bovino.....	23
3.1.4.- Obtención de biogás, a partir de los desechos orgánicos de cocina.....	24
3.1.5.- Comparación de biogás obtenido, a partir de los excrementos de ganado porcino, ganado bovino y desechos orgánicos de cocina.....	25
3.1.6.- Obtención de Biofertilizantes a partir de los excremento de ganado porcino, ganado bovino y desechos orgánicos de cocina.....	26
3.1.7.- Obtención de biol, a partir de los excrementos de ganado porcino, ganado bovino y desechos orgánicos de cocina .....	27
3.1.8.- Obtención de biosol, a partir de los excrementos de ganado porcino, ganado bovino y desechos orgánicos de cocina .....	28

### **CAPÍTULO IV**

#### **CONCLUSIONES RECOMIENDACIONES**

4.1.- CONCLUSIONES.....	29
4.2.- RECOMENDACIONES.....	30
BIBLIOGRAFÍA	
ANEXOS	

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

	<b>Página</b>
GRÁFICA N° 1.- Días a obtención del biogás (BD N° 1).....	22
GRÁFICA N° 2.- Días a obtención del biogás (BD N° 2).....	23
GRÁFICA N° 3.- Días a obtención del biogás (BD N° 3).....	24
GRÁFICA N° 4.- Comparación de biogás obtenido, mediante la fermentación anaeróbica en el biodigestor a partir de los excrementos de ganado porcino, ganado bovino y desechos orgánicos.....	25
GRÁFICA N° 5.- Obtención de Biofertilizantes de los biodigestores que contenían los excrementos de ganado porcino, ganado bovino y desechos orgánicos.....	26
GRÁFICA N° 6.- Comparación de los volúmenes de biol obtenido mediante la fermentación anaeróbica en el biodigestor de los excrementos de ganado porcino, ganado bovino y desechos orgánicos.....	27
GRÁFICA N° 7.- Comparación del volumen de biosol obtenido mediante la Fermentación anaeróbica en el biodigestor de los excremento de ganado porcino, ganado bovino y desechos orgánicos.....	28

## ÍNDICE DE CUADROS

	<b>Página</b>
CUADRO N° 1.- Esquema de un biodigestor y conducción de biogás hacia la cocina.....	5
CUADRO N° 2.- Tiempo de retención de la mezcla estiércol y agua en función a la temperatura media del lugar.....	7
CUADRO N° 3.- Proceso de generación del biogás.....	7
CUADRO N° 4.- Producción de estiércol fresco diario.....	8
CUADRO N° 5.- Composición del estiércol fresco de cerdo.....	8
CUADRO N° 6.- Contenido de macro y micronutrientes del estiércol de ganado bovino.....	9
CUADRO N° 7.- Contenidos de nutrientes de los excrementos de ganado porcino y ganado bovino.....	11
CUADRO N° 8.- Contenidos de nutrientes de los excrementos de ganado bovino y ganado porcino.....	11
CUADRO N° 9.- Proceso bioquímico que sucede en el interior de un digestor....	12
CUADRO N° 10.- Composición química de biogás.....	12
CUADRO N° 11.- Clasificación de bacterias en los biodigestores, según la fase donde actúan.....	14
CUADRO N° 12.- Descripción de los materiales.....	17
CUADRO N° 13.- Herramientas y utensilios utilizados.....	18

## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXOS N° 1.-.....	CROQUIS DE TRABAJO DEL CAMPO
ANEXOS N° 2.-.....	FOTOGRAFÍAS DEL TRABAJO DE TESIS