

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA

OBTENCIÓN DE ABONO ORGÁNICO A PARTIR DE
ESTIÉRCOL DE CERDO UTILIZANDO LA LOMBRIZ ROJA
CALIFORNIANA

Por:

SANDRA ELIZABETH VALDEZ APARICIO

Proyecto de Grado, Modalidad “Investigación Aplicada” presentado a
consideración de la “UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL
SARACHO”, como requisito para optar el grado académico de
Licenciatura en Ingeniería Química.

Noviembre de 2012

TARIJA-BOLIVIA

El tribunal calificador del presente trabajo, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el mismo, siendo éstas responsabilidad del autor.

A mis padres Tomas Valdez y Elizabeth Aparicio por los años de cariño y comprensión que me han brindado y por tener fe en mí, lo que me ha impulsado a lograr mis metas.

A mis hermanos, que me dieron aliento y apoyo en los buenos y malos momentos.

A Alexander y a mis hijos, por brindarme cariño y apoyo durante la realización de mi trabajo de investigación.

Mi agradecimiento a DIOS por haberme dado la vida y mantenerme con salud durante el tiempo que duro esta investigación, a mis Padres por el apoyo incondicional que me han brindado a través de su sacrificio económico y moral.

Expreso mi gratitud a todos los docentes de la Carrera de INGENIERIA QUIMICA por sus sabias enseñanzas en el trayecto de mi formación profesional.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo el obtener abono orgánico haciendo uso de los desechos de una granja porcina, utilizando a la Lombriz Roja Californiana (*Eisenia foetida*) como coadyuvante en la degradación de la materia orgánica.

El trabajo de investigación se desarrolló en los ambientes de la carrera de Ingeniería Química de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho. Empleándose los siguientes sustratos: estiércol de cerdo, estiércol de gallina y residuos vegetales con las siguientes combinaciones.

- Estiércol de cerdo 40 % + Residuos vegetales 60 %
- Estiércol de gallina 20 % + Residuos vegetales 80 %
- Estiércol de cerdo 40 % + Residuos vegetales 40 % + Estiércol de gallina 20%

El diseño experimental fue por bloques al azar con tres repeticiones por tratamiento colocando una población de 100 g de lombrices por caja, durante tres meses se realiza las mediciones de pH, temperatura y humedad. Al finalizar el experimento se evaluaron las siguientes variables: población de lombrices, rendimiento y calidad del abono orgánico.

Al realizar el análisis de la varianza se determina que el efecto de los tratamientos influye en el rendimiento del abono orgánico obtenido.

El abono orgánico con mejores resultados es la mezcla de estiércol de cerdo, estiércol de gallina y residuos vegetales, con una producción de 13,350 kg de abono orgánico; alcanzando un rendimiento de 59,33%.

Un valor agregado que se obtuvo en el trabajo es la obtención de proteína de Lombriz, el análisis se realiza en el Centro de Análisis Investigación y Desarrollo (CEANID), cuyos ensayos dieron como resultado en contenido de 56,96 % de proteína de alta calidad y asimilable.

ÍNDICE

	Página
Advertencia	i
Dedicatoria	ii
Agradecimientos	iii
Resumen	iv

INTRODUCCIÓN

Antecedentes	1
Objetivos	2
Objetivo General	2
Objetivos Específicos.....	2
Justificación.....	3

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Consideraciones generales	4
1.2. Lombricultura o vermicompostaje	7
1.3. Abono orgánico o humus de lombriz	8
1.3.1. Parámetros de calidad del abono orgánico de lombriz.....	9
1.3.2. Propiedades del abono orgánico.....	9
1.3.2.1. Propiedades químicas.....	9
1.3.2.2. Propiedades físicas	10
1.3.2.3. Propiedades biológicas.....	10
1.4. La lombriz roja californiana.....	10
1.4.1. Características externas	11
1.4.2. Características internas.....	11

1.5. Habitat	13
1.6. Ciclo de vida	13
1.7. Condiciones ambientales para su desarrollo	14
1.7.1. Humedad	14
1.7.2. Temperatura	14
1.7.3. pH.....	14
1.7.4. Riego	15
1.7.5. Aireación	15
1.8. Tipos de alimentos	16
1.9. Cría de la lombriz roja californiana	17
1.9.1. Cría en cajones	17
1.9.2 Cría en tolvas.....	18
1.10. Selección del sitio	18
1.11. Proceso de producción de abono orgánico.....	19
1.11.1. Fraccionamiento de la materia prima.....	19
1.11.2. Descomposición de la materia prima	19
1.11.3. Introduccion de la materia en las cunas	19
1.11.4. Prueba de caja o adaptación	19
1.11.5. Siembra de lombrices	20
1.11.6. Extracción de lombrices	20
1.11.7. Cosecha del abono.....	21
1.11.8. Desterronado	21
1.11.9. Tamizado.....	21
1.12. Enemigos de las lombrices.....	21
1.13. Carne y harina de lombriz	22

CAPITULO II
PARTE EXPERIMENTAL

2.1. Localización del experimento	23
2.2. Materiales y Equipos.....	23
2. 2.1. Descripción de Equipos	24
2.3. Diseño experimental.....	31
2.3.1. Diseño de Bloques al Azar	31
2.3.2. Modelo lineal	32
2.3.3. Bloques aleatorizados.....	34
2.4. Procedimiento experimental.....	35
2.4.1. Recolección de los sustratos.....	35
2.4.1.1. Estiércol utilizado.....	35
2.4.2. Caracterización del estiércol de cerdo.....	37
2.4.3. Llenado de cajas	38
2.4.4. Descomposición de los sustratos o estabilización del material.....	38
2.4.4.1. Temperatura en el estiércol de cerdo y residuos vegetales	39
2.4.4.2. Temperatura en el estiércol de gallina y residuos vegetales	40
2.4.4.3. Temperatura en el estiércol de cerdo, estiércol de gallina y residuos vegetales	41
2.4.5. Control de adaptación	41
2.4.6. Siembra de Lombrices.....	42
2.4.7. Producción de abono orgánico por las lombrices rojas californianas	43

CAPITULO III
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Rendimiento del abono orgánico	45
3.2. Análisis estadístico.....	46
3.2.1. Análisis de varianza	47

3.2.2. Paquete estadístico	47
3.3. Análisis de las mediciones experimentales del abono orgánico	49
3.3.1. Estiércol de cerdo y residuos vegetales	49
3.3.1.1. Humedad	49
3.3.1.2. Caja T1 estiércol de cerdo 40% y residuos vegetales 60%	50
3.3.1.3. Caja T6 estiércol de cerdo 40% y residuos vegetales 60%	51
3.3.1.4. Caja T8 estiércol de cerdo 40% y residuos vegetales 60%	52
3.3.1.5. pH.....	53
3.3.1.6. Temperatura	53
3.3.1.7. Granulometría	54
3.3.1.8. Resultados del análisis de laboratorio del abono orgánico	55
3.3.2. Estiércol de gallina y residuos vegetales.....	56
3.3.2.1. Humedad	56
3.3.2.2. Caja T2 estiércol de gallina 20% y residuos vegetales 80%	57
3.3.2.3. Caja T4 estiércol de gallina 20% y residuos vegetales 80%	58
3.3.2.4. Caja T9 estiércol de gallina 20% y residuos vegetales 80%	59
3.3.2.5. pH.....	60
3.3.2.6. Temperatura	60
3.3.2.7. Granulometría	60
3.3.2.8. Resultados del análisis de laboratorio del abono orgánico	62
3.3.3. Estiércol de cerdo, estiércol de gallina y residuos vegetales	63
3.3.3.1. Humedad	63
3.3.3.2. Caja T3 estiércol de cerdo 40%, estiércol de gallina 20% y residuos vegetales 40%	64
3.3.3.3. Caja T5 estiércol de cerdo 40%, estiércol de gallina 20% y residuos vegetales 40%	65
3.3.3.4. Caja T7 estiércol de cerdo 40%, estiércol de gallina 20% y residuos vegetales 40%	66
3.3.3.5. pH.....	67
3.3.3.6. Temperatura	67

3.3.3.7. Granulometría	67
3.3.3.8. Resultados del análisis de laboratorio del abono orgánico	69
3.4. Comparación de resultados con la bibliografía.....	70
3.5. Análisis del desarrollo de las lombrices rojas californianas	72
3.5.1. Aumento de masa de las lombrices	72
3.5.2. Incremento de longitud de las lombrices	73
3.5.3. Relación masa/ longitud de las lombrices.....	76
3.5.4. Determinación de humedad de las lombrices	76
3.5.5. Determinación de proteínas de las lombrices	78
3.6. Balance de materia	79
3.6.1. Estiércol de cerdo y residuos vegetales Caja T6.....	79
3.6.2. Estiércol de gallina y residuos vegetales Caja T4	80
3.6.3. Estiércol de gallina, estiércol de cerdo y residuos vegetales Caja T3.....	81
3.6.4. Resultados del balance de materia	83

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones	84
4.2. Recomendaciones.....	86
 Bibliografía	 87

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla I-1 Producción diaria de estiércol según el tipo de cerdo	5
Tabla I-2 Composición nutritiva de excretas porcinas en % de Materia Seca.....	6
Tabla I-3 Excreción anual de nutrimentos por etapa de crecimiento	6
Tabla I-4 Composición de excreta de gallina en % de Materia Seca.....	7
Tabla I-5 Composición del abono orgánico de lombriz.....	8
Tabla I-6 Parámetros mínimos para un abono orgánico de buena calidad	9
Tabla I-7 Clasificación zoológica	10
Tabla II-1 Descripción de Materiales.....	23
Tabla II-2 Características técnicas pH-metro.....	24
Tabla II-3 Características técnicas Termómetro	25
Tabla II-4 Características técnicas Balanza analítica.....	26
Tabla II-5 Características técnicas Balanza	27
Tabla II-6 Características técnicas Balanza de humedad.....	28
Tabla II-7 Características técnicas Estufa.....	30
Tabla II-8 Características técnicas Tamiz vibratorio	31
Tabla II-9 Análisis de la varianza	32
Tabla II-10 Control de llenado de las cajas.....	34
Tabla II-11 Producción diaria de estiércol según el tipo de cerdo	36
Tabla II-12 Análisis fisicoquímico del estiércol de cerdo	37
Tabla II-13 Análisis microbiológico del estiércol de cerdo	37
Tabla II-14 Variación de temperatura en las cajas T1, T6 y T8	40
Tabla II-15 Variación de temperatura en las cajas T2, T4 y T9	40
Tabla II-16 Variación de temperatura en las cajas T3, T5 y T7	41
Tabla II-17 Peso y longitud inicial de las lombrices.....	43
Tabla III-1 Rendimiento del abono orgánico	45
Tabla III-2 Rendimiento por tratamiento	46
Tabla III-3 Análisis de varianza.....	47

Tabla III-4 Análisis de varianza (ANOVA).....	48
Tabla III-5 Prueba de Tukey y Duncan.....	49
Tabla III-6 Residuo seco, humedad y pérdida de masa	50
Tabla III-7 Residuo Seco, humedad y pérdida de masa.....	51
Tabla III-8 Residuo seco, humedad y pérdida de masa	52
Tabla III-9 Resultado del ensayo en tamiz vibratorio.....	54
Tabla III-10 Análisis fisicoquímico Caja T6	56
Tabla III-11 Análisis microbiológico Caja T6.....	56
Tabla III-12 Residuo seco, humedad y pérdida de masa	57
Tabla III-13 Residuo seco, humedad y pérdida de masa	58
Tabla III-14 Residuo seco, humedad y pérdida de masa	59
Tabla III-15 Resultado del ensayo en tamiz vibratorio.....	61
Tabla III-16 Análisis fisicoquímico Caja T4	62
Tabla III-17 Análisis microbiológico Caja T4.....	63
Tabla III-18 Residuo seco, humedad y pérdida de masa	64
Tabla III-19 Residuo seco, humedad y pérdida de masa	65
Tabla III-20 Residuo seco, humedad y pérdida de masa	66
Tabla III-21 Resultado del ensayo en tamiz vibratorio.....	68
Tabla III-22 Análisis fisicoquímico Caja T3	69
Tabla III-23 Análisis microbiológico Caja T3.....	70
Tabla III-24 Resultados del abono orgánico	70
Tabla III-25 Especificaciones fisicoquímicas y microbiológicas	71
Tabla III-26 Aumento de masa de las lombrices	72
Tabla III-27 Incremento de longitud de las lombrices	74
Tabla III-28 Población de lombrices	75
Tabla III-29 Residuo seco, humedad y pérdida de masa	77
Tabla III-30 Proteína de la lombriz roja californiana.....	78
Tabla III-31 Resumen de resultados del balance de materia.....	83

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1-1 Lombriz Roja Californiana.....	11
Figura 1-2 Ciclo de la Lombriz Roja Californiana	13
Figura 2-1 pH-metro	24
Figura 2-2 Termómetro	25
Figura 2-3 Balanza analítica	26
Figura 2-4 Balanza	27
Figura 2-5 Balanza de humedad.....	28
Figura 2-6 Tester de humedad.....	29
Figura 2-7 Estufa.....	29
Figura 2-8 Tamiz vibratorio	30
Figura 2-9 Estiércol de cerdo	36
Figura 2-10 Estiércol de gallina	36
Figura 2-11 Llenado de sustratos a las cajas.....	38
Figura 2-12 Descomposición de los sustratos	39
Figura 2-13 Siembra de lombrices	42
Figura 3-1 Rendimiento del abono orgánico.....	45
Figura 3-2 Residuo seco y humedad caja T1	50
Figura 3-3 Residuo seco y humedad caja T6	51
Figura 3-4 Residuo seco y humedad caja T8	52
Figura 3-5 Datos de pH.....	53
Figura 3-6 Granulometría.....	55
Figura 3-7 Muestra de abono orgánico Caja T6.....	55
Figura 3-8 Residuo seco y humedad caja T2	57
Figura 3-9 Residuo seco y humedad caja T4	58
Figura 3-10 Residuo seco y humedad caja T9	59
Figura 3-11 Datos de pH.....	60
Figura 3-12 Granulometría.....	61

Figura 3-13 Muestra de abono orgánico Caja T4.....	62
Figura 3-14 Residuo seco y humedad caja T3	64
Figura 3-15 Residuo seco y humedad caja T5	65
Figura 3-16 Residuo seco y humedad caja T7	66
Figura 3-17 Datos de pH.....	67
Figura 3-18 Granulometría.....	68
Figura 3-19 Muestra de abono orgánico Caja T3.....	69
Figura 3-20 Masa de las lombrices	73
Figura 3-21 Longitud de la lombriz	73
Figura 3-22 Incremento de longitud de las lombrices.....	75
Figura 3-23 Población promedio de lombrices rojas californianas.....	76
Figura 3-24 Residuo seco y humedad de las lombrices	78

NOMENCLATURA Y ABREVIATURAS

min	Minuto
mg	Miligramo
g	Gramo
kg	Kilogramo
l	Litro
mm	Milímetros
cm	Centímetro
m	Metro
m²	Metro cuadrado
m³	Metro cúbico
km	Kilómetro
pza	Pieza
oz	Onza
°C	Grado Celsius
Bs	Moneda Boliviana
msnm	Metros sobre el nivel del mar
pH	Potencial de hidrogeno
NMP	Número más probable
ppm	Partes por millón
meq	Mili equivalentes
CR	Estiércol de cerdo y residuos vegetales

GR	Estiércol de gallina y residuos vegetales
M	Mezcla (estiércol de cerdo, gallina y residuos vegetales)
M.O.	Materia Orgánica