

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y FORESTALES**  
**CARRERA DE INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE**



**ANÁLISIS Y COMPARACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS COMPOSTAJES  
(TRADICIONAL Y TAKAKURA), PRODUCIDOS A PARTIR DEL  
APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS  
GENERADOS EN EL MERCADO CENTRAL DEL MUNICIPIO DE ENTRE  
RÍOS.**

**POR:**

**JUAN DANIEL AGUIRRE MUÑOZ**

Tesis de grado presentada a consideración de la **UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO** como requisito para optar el grado académico en Licenciatura en Ingeniería en Medio Ambiente.

GESTIÓN 2020

**ENTRE RÍOS – TARIJA - BOLIVIA**

**VºBº**

.....  
MSc. Ing. Herlan Baldiviezo Baldiviezo  
**DOCENTE GUÍA**

.....  
MSc. Ing. Henry Esnor Valdez Huanca  
**DECANO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**AGRÍCOLAS Y FORESTALES**

.....  
MSc. Ing. Juan Oscar Hiza Zuñiga  
**VICEDECANO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**AGRÍCOLAS Y FORESTALES**

**APROBADA POR:**

.....  
MSc. Ing. Juan Jacobo Leño Sanabria  
**TRIBUNAL**

.....  
MSc. Ing. Pedro Bernardo Cruz Gareca  
**TRIBUNAL**

.....  
Ing. Gonzalo Condori Vásquez  
**TRIBUNAL**

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.

**DEDICATORIA**

El presente trabajo va dedicado especialmente para mi madre Nora Muñoz López, que me inculcó valores y me enseñó el valor del estudio, y a la memoria de mi padre Víctor Aguirre Cardozo que me ve desde el cielo.

## **AGRADECIMIENTOS**

Primeramente, quiero agradecer a Dios por darme la vida y permitirme lograr uno de mis más grandes objetivos.

Agradecer infinitamente a mi madre que me apoyó en todo momento para cumplir este objetivo, a mi familia que de alguna manera estuvo ahí apoyándome, a mi docente guía MSc. Ing. Herlan Baldiviezo Baldiviezo el cual estuvo guiándome y exigiéndome para poder culminar mi tesis de grado, a mis tribunales que me ayudaron a mejorar este trabajo de investigación y a todos y cada uno de mis docentes que me impartieron conocimientos.

A mis compañeros con los cuales compartimos las aulas de la universidad a todos mis amigos y en especial a Eddy Miranda, Henry Ortega y Cristian Morales con los cuales nos apoyamos, ayudamos y compartimos momentos muy gratos en todos los años de estudio.

## ÍNDICE

		<b>Página</b>
1	INTRODUCCIÓN .....	1
2	JUSTIFICACIÓN .....	3
3	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	4
3.1	Formulación del problema.....	6
4	HIPÓTESIS .....	6
5	OBJETIVOS .....	6
5.1	Objetivo general .....	6
5.2	Objetivos específicos.....	7
1	CAPÍTULO I.....	8
	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	8
1.1	MARCO TEÓRICO .....	8
1.1.1	Propiedades de los abonos orgánicos .....	9
1.1.2	Importancia de los abonos orgánicos .....	10
1.1.3	Ventajas de los abonos orgánicos .....	10
1.1.4	Desventajas de los abonos orgánicos .....	11
1.1.5	Composición de los abonos orgánicos .....	11
1.1.6	Proceso de elaboración del compost orgánico .....	12
1.2	MARCO LEGAL .....	15
1.2.1	Constitución política del estado (CPE) .....	15
1.2.2	Ley del medio ambiente (Ley N° 1333).....	15
1.2.3	Reglamento de Gestión de Residuos Sólidos (RGRS).....	16

1.2.4	Ley de gestión integral de residuos N°-755 .....	16
1.2.5	Ley de madre tierra N° 300.....	17
1.2.6	NB 751 Residuos Sólidos - Determinación de materia orgánica.....	17
1.2.8.	Reglamentos del Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria e inocuidad alimentaria	18
1.3	<b>MARCO CONCEPTUAL</b> .....	19
1.3.1	Calidad .....	19
1.3.2	Análisis.....	19
1.3.3	Aprovechamiento de residuos.....	19
1.3.4	Abono orgánico.....	19
1.3.5	Anaeróbico .....	20
1.3.6	Compost maduro. ....	20
1.3.7	Solución dulce.....	20
1.3.8	Solución salada.....	20
1.3.9	Materia orgánica.....	20
1.3.10	Estiércol.....	21
1.3.11	Carbón molido.....	21
1.3.12	Ceniza.....	21
1.3.13	Relación carbono nitrógeno Carbono/Nitrogeno (C/N).....	21
1.3.14	Potasio (K) .....	21
1.3.15	Fósforo (P) .....	21
1.3.16	Nitrógeno (N) .....	22
1.3.17	Diseño Experimental (bloques al azar). ....	22
2	<b>CAPÍTULO II</b> .....	23

MATERIALES Y MÉTODOS .....	23
2.1     ÁREA DE ESTUDIO.....	23
2.1.2       Descripción del área de estudio .....	26
2.2     MATERIALES.....	26
2.2.1       Materiales de campo .....	26
2.2.2       Material de gabinete.....	27
2.2.3       Material para elaborar el compost.....	27
2.3     METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	28
2.3.1       Enfoque de la investigación .....	28
2.3.2       Método o tipo de investigación.....	28
2.3.3       Técnicas de investigación .....	29
2.3.4       Fases de la investigación.....	30
3     CAPÍTULO III.....	42
3.1     DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS (RSO) EN EL MERCADO CENTRAL.....	42
3.1.1       Resultados e Interpretación de las encuestas .....	42
3.1.2       Diagnóstico de la situación actual de los residuos sólidos orgánicos ..	58
3.1.3       Clasificación y cuantificación de los Residuos Sólidos Orgánicos (RSO) del Mercado Central de Entre Ríos. ....	61
3.2     RESULTADO DE LA EJECUCIÓN DEL DISEÑO EXPERIMENTAL DE LOS COMPOSTAJES, TRADICIONAL Y TAKAKURA .....	65
3.2.1       Resultado del Control de los parámetros medidos en el proceso de descomposición.....	65



3.3	ANÁLISIS Y COMPARACIÓN DE LOS COMPOSTAJES EN BASE AL ANÁLISIS DE LABORATORIO .....	79
3.3.1	Análisis de laboratorio .....	79
3.3.2	Análisis de Varianza .....	80
3.3.3	Análisis y comparación de los tratamientos de compostaje en función a los parámetros de laboratorio .....	80
4	CAPÍTULO IV .....	92
4.1	CONCLUSIONES .....	92
4.2	RECOMENDACIONES .....	95
	BIBLIOGRAFÍA .....	96
	ANEXOS	

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Página</b>
Figura 1: Área de recolección de residuos sólidos orgánicos .....	24
Figura 2: Ubicación de elaboración del Compost .....	25
Figura 3: Conocimiento de las venteras en RSO. ....	43
Figura 4: Venta de insumos orgánicos .....	44
Figura 5: Insumos que se desperdician .....	45
Figura 6: Residuos Sólidos Orgánicos que más se generan en el mercado central... 46	46
Figura 7: Qué hacen con los residuos sólidos orgánicos que se generan en el mercado central .....	47
Figura 8: Contenedores en el mercado Central .....	48
Figura 9: Frecuencia con la que pasa el camión recolector .....	49
Figura 10: Conocimiento de los problemas al medio ambiente por los residuos sólidos orgánicos .....	50
Figura 11: Conocimiento de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos .....	51
Figura 12: Conocimiento sobre el compostaje.....	52
Figura 13: Conocimiento del beneficio del compostaje.....	53
Figura 14: Utilización del compostaje .....	54
Figura 15: Práctica de elaboración de compostaje .....	55
Figura 16: Personas que utilizarían el compostaje .....	56
Figura 17: Personas que realizarían el compost en su casa.....	57
Figura 18: Recipientes Utilizados Como Contenedores Temporales .....	60
Figura 19: Residuos generados en el mercado central .....	61
Figura 20: Temperaturas del Compost Tradicional .....	69
Figura 21: Temperaturas del Compost Takakura .....	71
Figura 22: Control de temperatura .....	72
Figura 23: Control de humedad .....	73
Figura 24: Reducción en volumen del Compost Tradicional .....	74
Figura 25: Reducción del Compost Tradicional en masa .....	75

Figura 26: Reducción del Compost Takakura en volumen.....	76
Figura 27: Reducción del Compost Takakura en masa.....	77
Figura 28: Volteos de los compostajes .....	78

## ÍNDICE DE CUADROS

	<b>Página</b>
Cuadro 1: Diseño experimental de los tratamientos de compostaje .....	31
Cuadro 2: Activadores biológicos tratamiento TR repetición 1.....	36
Cuadro 3: Activadores biológicos tratamiento TR repetición 2.....	37
Cuadro 4: Activadores biológicos tratamiento TR repetición 3.....	37
Cuadro 5: Cantidades en la preparación de la soluciones para el TK repetición 1 .....	39
Cuadro 6: Cantidades en la preparación de las soluciones para el TK repetición 2 ...	39
Cuadro 7: Cantidades en la preparación de soluciones para el TK repetición 3.....	40
Cuadro 8: Conocimiento de los residuos sólidos orgánicos (RSO) .....	42
Cuadro 9: Venta de insumos orgánicos.....	43
Cuadro 10: Insumos que más se desperdician .....	44
Cuadro 11: Residuos sólidos orgánicos (RSO) que más se generan en el mercado central.....	45
Cuadro 12: Qué hacen con los residuos sólidos orgánicos que se generan en el mercado Central .....	46
Cuadro 13: Contenedores en el mercado Central.....	47
Cuadro 14: Frecuencia con la que pasa el camión recolector .....	48
Cuadro 15: Conocimiento de los problemas al medio ambiente por los residuos sólidos orgánicos.....	49
Cuadro 16: Conocimiento de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos (RSO) .....	50
Cuadro 17: Conocimiento sobre el compostaje .....	51
Cuadro 18: Conocimiento del beneficio del compostaje .....	52
Cuadro 19: Utilización del compostaje.....	53
Cuadro 20: Práctica de elaboración de compostaje.....	54
Cuadro 21: Personas que utilizarían el compostaje.....	55
Cuadro 22: Personas que realizarían el compost en su casa .....	56
Cuadro 23: Estructura Organizativa.....	58
Cuadro 24: Actividades comerciales dentro del mercado Central de Entre Ríos. ....	58

Cuadro 25: Resultado de la cuantificación de los Residuos Sólidos Orgánicos (RSO) del mercado Central en kg.....	62
Cuadro 26: Cantidad de residuos sólidos orgánicos (RSO).....	63
Cuadro 27: Porcentaje por tipos de residuos sólidos orgánicos (RSO) dentro del mercado.....	63
Cuadro 28: Tiempo de descomposición del Compost Tradicional.....	65
Cuadro 29: Tiempo de descomposición del Compost Takakura.....	67
Cuadro 30 : Temperatura promedio por semanas del compost Tradicional.....	68
Cuadro 31: Temperatura promedio por semanas del compost Takakura.....	70
Cuadro 32: Resultado de la reducción del Compost Tradicional.....	74
Cuadro 33: Resultado de la reducción el Compost Takakura.....	76
Cuadro 34: Resultado de los Análisis de Laboratorio de los Tratamientos de Compostajes Tradicional.....	79
Cuadro 35: Resultado de los Análisis de Laboratorio de los Tratamientos de Compostaje Takakura.....	79
Cuadro 36: Resultados de los Análisis para el parámetro Nitrógeno (N),.....	80
Cuadro 37: Análisis de varianza para el Parámetro de Nitrógeno (N).....	81
Cuadro 38: Resultados de los análisis de laboratorio para el parámetro del fósforo (P).....	82
Cuadro 39: Análisis de varianza para el parámetro fósforo (P).....	83
Cuadro 40 : Resultados de los análisis de laboratorio para el parámetro Potasio (K).....	84
Cuadro 41: Análisis de varianza para el parámetro Potasio (K).....	85
Cuadro 42: Resultados de los análisis de laboratorio para el parámetro Materia Orgánica (%).....	86
Cuadro 43: Análisis de varianza para el parámetro Materia Orgánica.....	87
Cuadro 44: Resultados de los análisis de laboratorio para el parámetro relación C/N.....	88
Cuadro 45: Análisis de varianza para la relación C/N.....	89
Cuadro 46: Resultado de los análisis de laboratorio para el parámetro Ph.....	90
Cuadro 47: Análisis de varianza para el ph.....	91

## ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>Página</b>
ANEXOS 1: Reduccion de los Compost en Masa.....	99
ANEXOS 2: Cálculo de Análisis de Varianza para el Nitrógeno.....	100
ANEXOS 3: Cálculo del Análisis de Varianza para el Fósforo.....	103
ANEXOS 4: Cálculo de Análisis de Varianza para Potasio.....	105
ANEXOS 5: Cálculo de Análisis de Varianza para la Materia Orgánica.....	107
ANEXOS 6: Cálculo de Análisis de Varianza de la Relación C/N.....	109
ANEXOS 7: Cálculo de Análisis de Varianza para el ph.....	111
ANEXOS 8: Encuesta sobre el manejo de los residuos sólidos orgánicos en el mercado central de entre ríos.....	113
ANEXOS 9: Resultado de análisis de laboratorio del grupo de tratamientos de compostaje tradicional.....	116
ANEXOS 10: Resultados del análisis de laboratorio del grupo de tratamientos del compostaje takakura.....	119
ANEXOS 11: Registro fotográfico.....	122
ANEXOS 12: Cartilla para la elaboración del compost orgánico.....	127