

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y FORESTALES

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



**“EVALUACIÓN DE LA FERTILIZACIÓN ORGÁNICA DEL
CULTIVO DE RÁBANO, CON DEL USO DE LODOS RESIDUALES,
DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS (PTAR) DE SAN
BLAS”**

Por:

AUGUSTO JOSE MONTOYA LLANOS

Tesis presentada a consideración de la "UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO", como requisito para optar el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Agronómica

GESTIÓN 2024

TARIJA-BOLIVIA

VºBº

.....
Ing. Pablo Montaña Zambrano

DOCENTE GUÍA

.....
M.Sc.Ing. Milton Javier Caba Olguín

DECANO

FACULTAD DE CIENCIAS

AGRÍCOLAS Y FORESTALES

.....
M.Sc.Ing. Víctor Enrique Zenteno López

VICEDECANO

FACULTAD DE CIENCIAS

AGRÍCOLAS Y FORESTALES

APROBADA POR:

TRIBUNAL

.....
Ing. Wilfredo Benítez Ordoñez

TRIBUNAL

.....
M.Sc.Ing. Grover Marcelino Mealla Cortez

TRIBUNAL

.....
M.Sc.Ing. Yerko Sfarich Ruiz

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 (la) autor (a).

DEDICATORIA

A mis padres por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad; muchos de mis logros se los debo a ustedes entre los que incluye este.

A mi hermano desde el cielo me ilumina para seguir adelante con mis proyectos

AGRADECIMIENTOS

El principal agradecimiento a Dios quien me ha guiado y me ha dado la fortaleza para seguir adelante.

A mi familia por su comprensión y estímulo constante además su apoyo incondicional a lo largo de mis estudios.

Y todas las personas que de una u otra manera me apoyaron en la realización de este trabajo.

INDICE

Dedicatoria

Agradecimientos

Contenido

1.1	INTRODUCCIÓN	1
1.2	Antecedentes	1
1.3	Descripción Del Problema	2
1.4	Planteamiento Del Problema	3
1.5	Justificación.....	3
1.6	Objetivos	3
1.6.1	Objetivo General.....	3
1.6.2	Objetivos Específicos	4
1.7	Hipótesis	4
2	MARCO TEÓRICO	5
2.1	Origen Del Cultivo Del Rábano.....	5
2.2	Importancia Del Cultivo	5
2.3	Características Del Cultivo	6
2.4	Taxonomía	7
2.5	Descripción Botánica.....	7
2.5.1	Raíz.....	7
2.5.2	Tallo Floral	8
2.5.3	Hojas.....	8
2.5.4	Inflorescencia Y Flores.....	8
2.5.5	Fruto	8
2.5.6	Semilla.....	8
2.6	Fotoperiodo	8
2.7	Temperatura	8

2.8	Precipitación	9
2.9	Humedad Relativa.....	9
2.10	Requerimientos Edáficos	9
2.10.1	Suelo	9
2.10.2	Materia Orgánica	9
2.10.3	PH.....	10
2.10.4	Requerimientos Nutricionales	10
2.11	Composición Nutricional	10
2.12	Contaminación De Aguas Residuales	10
2.13	Aguas Residuales Domésticas	12
2.14	Coliformes	12
2.15	Estreptococos Fecales EF	13
2.16	Procedencia De Los Lodos	13
2.17	Lodos provenientes de tratamientos biológicos	13
2.18	Lodos provenientes de tratamiento físico – químicos.....	14
2.19	Biosólidos	15
2.20	Lodo Tratado.....	15
2.20.1	Lodo Deshidratado	15
2.20.2	Lodos Pastosos	16
2.20.3	Lodos Secados	16
2.20.4	Lodos Secados Térmicamente	16
2.21	Lodos Compostados.....	16
2.22	Aplicación Directa En Agricultura	16
2.23	Funcionamiento de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales	17
2.24	Lodos de plantas de tratamiento	17
2.25	Pasos en el Proceso de Tratamiento de Aguas Residuales.....	18
2.26	Composición Química	18

2.27	Sustancias Poliméricas Extracelulares (SPE)	19
2.28	Propiedades Físicas	19
2.29	Caracterización De Los Lodos	20
2.30	Impacto Al Cambio Climático	21
2.31	Minimización Del Impacto	22
2.32	Uso De Lodo En Cultivos	22
2.33	Digestión de lodos	23
2.33.1	Lodos primarios	24
2.33.2	Lodos Secundarios	24
2.34	Tecnologías aplicables y tamaños de plantas	24
2.35	Los subproductos en el tratamiento de aguas residuales	25
3	MATERIALES Y MÉTODOS	27
3.1	Localización	27
3.2	Ubicación	27
	Características Agroclimáticas	28
3.3	Materiales	29
3.3.1	Material de campo	29
3.3.2	Material y equipos de laboratorio	29
3.4	Metodología	30
3.4.1	Preparación de los sustratos:	30
3.4.2	Almacigado y trasplantado de los rábanos:	31
3.4.3	Cuidado de los rábanos:	31
3.4.4	Evaluación del rendimiento:	31
3.4.5	Análisis de datos:	31
3.5	Diseño Experimental	31
3.5.1	Sustrato arenoso:	31
3.5.2	Sustrato arcilloso	31
3.5.3	Tratamientos para los dos sustratos	32

3.6	Diseño De Campo:.....	32
3.7	Procedimiento Experimental.....	33
3.8	Variables De Respuesta	33
3.9	Cronograma de actividades.....	34
4	Resultados y discusión:	
4.1	Resultados de la Desinfección	35
4.2	Desinfección del Lodo	35
4.3	Numero De Hojas Del Rábano En Sustrato Arenoso:.....	36
4.4	Numero De Hojas Del Rábano En Sustrato Arcilloso:.....	38
4.5	Altura De La Planta De Rábano En Sustrato Arenoso En (Cm):.....	40
4.6	Altura De La Planta De Rábano En Sustrato Arcilloso (cm):.....	42
4.7	Largo del bulbo sustrato arenoso en (mm):	45
4.8	Largo Del Bulbo Sustrato Arcilloso:	48
4.9	Diámetro del bulbo con sustrato arenoso en (mm).....	51
4.10	Diámetro Del Bulbo Con Sustrato Arcilloso:	53
4.11	Peso Del Bulbo En Fresco Del Sustrato Arenoso (g):.....	56
4.12	Peso Del Bulbo En Fresco Del Sustrato Arcilloso (g):.....	58
5	Interpretación De Los De Los Análisis De Suelo Que Se Hizo En Cada Tratamiento Del Suelo Con Sustrato Arenoso	61
5.1	Tratamiento 1 Arenoso	61
5.2	Tratamiento 2 Arenoso	62
5.3	Tratamiento 3 Arenoso	64
5.4	Tratamiento 4 Arenoso	65
5.5	Tratamiento 5 Arenoso	67

6	Interpretación De Los De Los Análisis De Suelo Que Se Hizo En Cada Tratamiento Del Suelo Con Sustrato Arcilloso.....	68
6.1	Tratamiento 1 Arcilloso	68
6.2	Tratamiento 2 Arcilloso	69
6.3	Tratamiento 3 Arcilloso	71
6.4	Tratamiento 4 Arcilloso	72
6.5	Tratamiento 5 Arcilloso	74
7	Conclusión y Recomendación:.....	76
7.1	Conclusión:	76
7.2	Recomendación:.....	76
8	Bibliografía:	
9	Anexos:.....	
10	Fotografías.....	

Resumen

Páginas

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 número de hojas por planta del rábano de los tratamientos.....	36
Tabla 2 tabla de análisis de varianza	36
Tabla 3 prueba de diferencia significativa de tukey con un nivel de significancia del 0.05%	37
Tabla 4 prueba de diferencia significativa de tukey con un nivel de significancia del 0.01%	37
Tabla 5 número de hojas del rábano por planta de los tratamientos.....	38
Tabla 6 tabla de análisis de varianza	38
Tabla 7 prueba de diferencia significativa de tukey con un nivel de significancia del 0.05%	39
Tabla 8 prueba de diferencia significativa de tukey con un nivel de significancia del 0.01%	39
Tabla 9 altura de la planta de rábano de los tratamientos.....	40
Tabla 10 tabla de análisis de varianza	41
Tabla 11 prueba de diferencia significativa de tukey con un nivel de significancia del 0.05%	41
Tabla 12 prueba de diferencia significativa de tukey con un nivel de significancia del 0.01%	42
Tabla 13 altura de la planta de rábano de los tratamientos.....	43
Tabla 14 tabla de análisis de varianza	43
Tabla 15 prueba de diferencia significativa de tukey con un nivel de significancia del 0.05%	44
Tabla 16 prueba de diferencia significativa de tukey con un nivel de significancia del 0.01%	44

Tabla 17 largo del bulbo de los tratamientos.....	46
Tabla 18 tabla de análisis de varianza	46
Tabla 19 prueba de diferencia significativa de tukey con un nivel de significancia del 0.05%	47
Tabla 20 prueba de diferencia significativa de tukey con un nivel de significancia del 0.01%	47
Tabla 21 largo del bulbo de los tratamientos.....	48
Tabla 22 tabla de análisis de varianza	49
Tabla 23 prueba de diferencia significativa de tukey con un nivel de significancia del 0.05%	49
Tabla 24 prueba de diferencia significativa de tukey con un nivel de significancia del 0.01%	50
Tabla 25 diámetro del bulbo con sustrato arenoso:	51
Tabla 26 tabla de análisis de varianza	52
Tabla 27 prueba de diferencia significativa de tukey con un nivel de significancia del 0.05%	52
Tabla 28 prueba de diferencia significativa de tukey con un nivel de significancia del 0.01%	53
Tabla 29 diámetro del bulbo de los tratamientos.....	53
Tabla 30 tabla de análisis de varianza	54
Tabla 31 prueba de diferencia significativa de tukey con un nivel de significancia del 0.05%	54
Tabla 32 prueba de diferencia significativa de tukey con un nivel de significancia del 0.01%	55
Tabla 33 pesos del bulbo en fresco de los tratamientos.....	56
Tabla 34 tabla de análisis de varianza	56

Tabla 35 prueba de diferencia significativa de tukey con un nivel de significancia del 0.05%	57
Tabla 36 prueba de diferencia significativa de tukey con un nivel de significancia del 0.01%	58
Tabla 37 pesos en fresco del bulbo de los tratamientos	58
Tabla 38 tabla de análisis de varianza	59
Tabla 39 prueba de diferencia significativa de tukey con un nivel de significancia del 0.05%	59
Tabla 40 prueba de diferencia significativa de tukey con un nivel de significancia del 0.01%	60

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 4.1 comparación de numero de hojas de los tratamientos del sustrato arenoso con el arcilloso	40
Figura 4.2 comparaciones de altura de la planta de los tratamientos del sustrato arenoso con el arcilloso	45
Figura 4.3 comparaciones del largo del bulbo de los tratamientos de los sustratos arenoso y arcilloso	50
figura 4.4 comparaciones del diámetro del bulbo de los tratamientos de los dos sustratos arenoso y arcilloso	56
Figura 4.5 comparacion del peso del bulbo de los tratamientos en los dos sustratos arenoso y arcilloso	60

INDICE DE ANEXOS

Planilla 1 número de hojas en sustrato arenoso.....	
Planilla 2 altura de la planta en sustrato arenoso.....	
Planilla 3 largo del bulbo sustrato arenoso.....	
Planilla 4 diámetro del bulbo en sustrato arenoso.....	
Planilla 5 peso del bulbo sustrato arenoso.....	
Planilla 6 peso en seco del bulbo en sustrato arenoso.....	
Planilla 7 número de hojas sustrato arcilloso.....	
Planilla 8 altura de la planta sustrato arcilloso.....	
Planilla 9 largo del bulbo sustrato arcilloso.....	
Planilla 10 diámetro del bulbo sustrato arcilloso.....	
Planilla 11 peso del bulbo sustrato arcilloso.....	
Planilla 12 peso del bulbo seco sustrato arcilloso.....	
Planilla 13 análisis de suelo tratamiento 1 sustrato arenoso.....	
Planilla 14 análisis de suelo tratamiento 2 sustrato arenoso.....	
Planilla 15 análisis de suelo tratamiento 3 sustrato arenoso.....	
Planilla 16 análisis de suelo tratamiento 4 sustrato arenoso.....	
Planilla 17 análisis de suelo tratamiento 5 sustrato arenoso.....	
Planilla 18 análisis de suelo tratamiento 1 sustrato arcilloso.....	
Planilla 19 análisis de suelo tratamiento 2 sustrato arcilloso.....	
Planilla 20 análisis de suelo tratamiento 3 sustrato arcilloso.....	
Planilla 21 análisis de suelo tratamiento 4 sustrato arcilloso.....	
Planilla 22 análisis de suelo tratamiento 5 sustrato arcilloso.....	

INDICE DE FOTOGRAFIAS

Imagen 1 Obtención de lodos de la planta de tratamiento PTAR San Blas

Imagen 2 Preparación de los sustratos con sus respectivos % de cada tratamiento

Imagen 3 Bajando el pH del suelo al óptimo para el cultivo

Imagen 4 Almacigado de las semillas de rábano

Imagen 5 Trasplantado del rábano a las bolsas con sus respectivos tratamientos

Imagen 6 Plantas de rábano a los 9 días de trasplante

Imagen 7 Plantas de rábano a los 15 días

Imagen 8 Plantas de rábano al día 23

Imagen 9 Plantas de rábano al día 32

Imagen 10 Plantas de rábano al día 37

Imagen 11 Cosecha de los rábanos día 38

Imagen 12 Toma de datos de los tratamientos