



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS**  
**NATURALES**  
**CARRERA: INGENIERIA EN MEDIO AMBIENTE**  
**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

“Uso de lodos residuales compostados como componente porcentual de sustratos en dos métodos de propagación de aliso (*Alnus glutinosa*) en la provincia de Pichincha, Machachi, periodo 2019-2020”.

Proyecto de investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniera en Medio Ambiente

**Autor:**

Yanguicela Caiza Tatiana Marisol

**Tutor:**

Daza Guerra Oscar Rene. Mg.Ing

**LATACUNGA –ECUADOR**

**Septiembre 2020**

## DECLARATORIA DE AUTORÍA

Yo, Yanguicela Caiza Tatiana Marisol declaro ser autor del presente proyecto de investigación: “USO DE LODOS RESIDUALES COMPOSTADOS COMO COMPONENTE PORCENTUAL DE SUSTRATOS EN DOS MÉTODOS DE PROPAGACIÓN DE ALISO (*ALNUS GLUTINOSA*) EN LA PROVINCIA DE PICHINCHA, MACHACHI, PERIODO 2019-2020”, siendo el Ing. Mg Oscar Rene Daza Guerra tutor del presente trabajo, y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

18 de septiembre 2020



.....  
Yanguicela Caiza Tatiana Marisol  
C.I. 171895471-0

## **CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR**

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **Yanguicela Caiza Tatiana Marisol**, identificado con **C.C. 171895471-0**, de estado civil soltera y con domicilio en Machachi, parroquia Machachi, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, el Ing. MBA. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez Barrio El Ejido Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **EL CESIONARIO** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

**ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA.- LA CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Ingeniería en Medio Ambiente, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “USO DE LODOS RESIDUALES COMPOSTADOS COMO COMPONENTE PORCENTUAL DE SUSTRATOS EN DOS MÉTODOS DE PROPAGACIÓN DE ALISO (ALNUS GLUTINOSA) EN LA PROVINCIA DE PICHINCHA, MACHACHI, PERIODO 2019-2020”, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

### **Historial académico. –**

Fecha de inicio de carrera: Septiembre 2015 – Febrero 2016

Fecha de finalización: Mayo 2020 - Septiembre 2020

Aprobación en Consejo Directivo: 07 de julio del 2020

Tutor. – Ing. Mg Oscar Rene Daza Guerra

Tema: “USO DE LODOS RESIDUALES COMPOSTADOS COMO COMPONENTE PORCENTUAL DE SUSTRATOS EN DOS MÉTODOS DE PROPAGACIÓN DE ALISO (ALNUS GLUTINOSA) EN LA PROVINCIA DE PICHINCHA, MACHACHI, PERIODO 2019-2020”.

**CLÁUSULA SEGUNDA. - EL CESIONARIO** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

**CLÁUSULA TERCERA. -** Por el presente contrato, **LA CEDENTE** autoriza a **EL CESIONARIO** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

**CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato **LA/EL CEDENTE**, transfiere definitivamente a **EL CESIONARIO** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

**CLÁUSULA QUINTA. -** El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **EL CESIONARIO** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LA/EL CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor

**CLÁUSULA SEXTA. -** El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

**CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. -** Por medio del

presente contrato, se cede en favor de **EL CESIONARIO** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LA/EL CEDENTE** podrá utilizarla.

**CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - EL CESIONARIO.**

- Podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LA/EL CEDENTE** en forma escrita.

**CLÁUSULA NOVENA.** - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta.

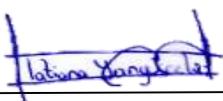
Notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

**CLÁUSULA DÉCIMA.** - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

**CLÁUSULA UNDÉCIMA.** - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad.

El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 18 días del mes de septiembre del 2020.



Yanguicela Caiza Tatiana Marisol

**EL CESIONARIO**

Ing. MBA. Cristian Tinajero Jiménez

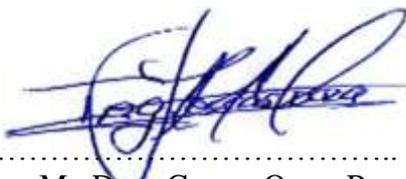
**EL CEDENTE**

## **AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

En calidad de Tutor del Proyecto de Investigación con el título:

**“USO DE LODOS RESIDUALES COMPOSTADOS COMO COMPONENTE PORCENTUAL DE SUSTRATOS EN DOS MÉTODOS DE PROPAGACIÓN DE ALISO (*ALNUS GLUTINOSA*) EN LA PROVINCIA DE PICHINCHA, MACHACHI, PERIODO 2019-2020”**, de Yanguicela Caiza Tatiana Marisol, de la carrera de Ingeniería en Medio Ambiente, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

Latacunga, 18 de septiembre del 2020



.....  
Ing. Mg Daza Guerra Oscar Rene  
TUTOR DEL PROYECTO  
C.I: 040068979-0

## AVAL DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE TESIS

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, la postulante: Yanguicela Caiza Tatiana Marisol, con el título del Proyecto de Investigación: **“USO DE LODOS RESIDUALES COMPOSTADOS COMO COMPONENTE PORCENTUAL DE SUSTRATOS EN DOS MÉTODOS DE PROPAGACIÓN DE ALISO (ALNUS GLUTINOSA) EN LA PROVINCIA DE PICHINCHA, MACHACHI, PERIODO 2019-2020”**, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 18 de septiembre del 2020



Ph.D. Ilbay Yupa Mercy

**Lector 1(Presidenta)**

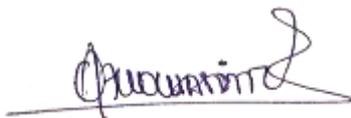
CC: 060414790-0



Ph. D. Córdova Yanchapanta Vicente

Lector 2

CC: 180163492-2



Mg. Chasi Vizuete Paolo

**Lector 3**

CC: 050240972-5

## **AGRADECIMIENTO**

A mis padres Fernando Yanguicela, Nancy Caiza por ser mi motivo de esfuerzo y dedicación en todo el proceso educativo,

A la Carrera de Ingeniería en Medio Ambiente y Recursos Naturales de la Universidad Técnica de Cotopaxi, y docentes quienes han sido el eje principal y generados de conocimientos durante estos años de estudios.

También agradezco a los Ingenieros Oscar Daza, Mercy Ilbay, Vicente Cordova, Paolo Chasi por haberme ayudado y orientado en el desarrollo del proyecto de investigación.

**Tatiana Marisol Yanguicela Caiza**

## **DEDICATORIA**

Este trabajo de titulación se lo dedico principalmente a mis padres Fernando Yanguicela, Nancy Caiza, mi hermano Mathias Yanguicela por brindarme su apoyo incondicional por siempre estar en los momentos difíciles e importantes para mi educación.

A Dios por iluminarme y darme sabiduría día a día para poder realizar este trabajo con éxito.

A mi querida abuelita María Transito Vargas por haberme forjado como la persona que soy y sus consejos.

**Tatiana Marisol Yanguicela Caiza**

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

**TITULO: “Uso de lodos residuales compostados como componente porcentual de sustratos en dos métodos de propagación de aliso (*Alnus glutinosa*) en la provincia de Pichincha, Machachi, periodo 2019-2020”**

**Autor: Yanguicela Caiza Tatiana Marisol**

### RESUMEN

El presente proyecto de investigación tiene como propósito la reutilización de lodos residuales y la evaluación de tres porcentajes de sustratos en la reproducción sexual (semilla) y asexual (estaca) en la especie de aliso (*Alnus glutinosa*).

Realizada en dos etapas: la primera etapa consiste en acondicionar los lodos residuales por medio de dos metodologías como la aireación forzada, la cual se basa en inyectar oxígeno a los lodos residuales tomando en cuenta los parámetros adecuados como son el pH (6 a 8), temperatura (40 a 60°C) y humedad (35% a 55%), se realizó en 9 semanas, la aireación manual la cual se basa en el volteo de los lodos residuales la diferencia en los 2 métodos es el tiempo en que se tardó en obtener el compost que fue de 15 semanas. Se utilizó el compost de la primera metodología ya que debido al tiempo y que el proyecto de investigación cuenta con dos fases no se alcanzaba al tiempo de espera para realizar la comparación requerida. La segunda fase consta con la mezcla de compost con tierra del lugar obteniendo sustrato con tres porcentajes diferentes el cual nos permitió observar que existía variaciones en el crecimiento de la especie por lo tanto se realizó un análisis de varianza y la prueba de Tukey al 5% de error donde nos da que en el tratamiento (a3b2 abono orgánico al 50% +tierra del lugar al 50%+semilla) germinaron 20 especies, mientras tanto en los porcentajes ( a1b2 tierra del lugar + semilla), germino un total de 11 especies, (a2b2 abono orgánico al 25%+ tierra del lugar al 75%+ semilla), dando un total de 17 especies germinadas, (a4b2 abono orgánico al 75%+ tierra del lugar al 25%+ semilla ), dándonos un total de 9 especies germinadas. Mientras tanto por la reproducción de estaca fue menos recomendada ya que se pudo obtener en los resultados del crecimiento total de 25 especies dado que en el tratamiento (a3b1 abono orgánico al 50%+ tierra del lugar al 50%+ estaca), dándonos como resultado que brotaron 16 especies, mientras tanto que en el tratamiento (a4b1 abono orgánico al 75%+ tierra del lugar

al 25%+ estaca), dándonos como resultado el crecimiento de 9 especies, mientras que en los otros tratamientos no brotaron ninguna estaca.

Palabras claves: Aireación forzada, Compost, Lodos residuales, Reproducción, Sustratos

# TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

## FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES

**THEME: "Use of composted residual sludge as a percentage component of substrates in two propagation methods of alder (*Alnus glutinosa*) in the province of Pichincha, Machachi, period 2019-2020"**

**Author: Yanguicela Caiza Tatiana Marisol**

### ABSTRACT

The purpose of this research project is the reuse of residual sludge and the evaluation of three percentages of substrates in sexual (seed) and asexual (stake) reproduction in the alder species (*Alnus glutinosa*).

Carried out in two stages: the first stage consists of conditioning the waste sludge by means of two methodologies such as forced aeration, which is based on injecting oxygen into the waste sludge taking into account the appropriate parameters such as pH (6 to 8) , temperature (40 to 60 ° C) and humidity (35% to 55%), was carried out in 9 weeks, manual aeration which is based on the turning of the residual sludge, the difference in the 2 methods is the time in which it took to obtain the compost which was 15 weeks.

The compost of the first methodology was used since due to time and the fact that the research project has two phases, the waiting time to perform the required comparison was not reached. The second phase consists of the mixture of compost with soil from the place obtaining substrate with three different percentages which allowed us to observe that there were variations in the growth of the species, therefore an analysis of variance and the Tukey test at 5% was performed error where it gives us that in the treatment (a3b2 50% compost + 50% local soil + seed) 20 species germinated, while in the percentages (a1b2 local soil + seed), a total of 11 species germinated , (a2b2 25% compost + 75% local soil + seed), giving a total of 17 germinated species, (a4b2 75% compost + 25% local soil + seed), giving us a total of 9 germinated species. Meanwhile, for the reproduction of the stake it was less recommended since it could be obtained in the results of the total growth of 25 species given that in the treatment (a3b1 50% compost + 50% land of the place + stake), giving us as a result 16 species sprouted, while in the treatment (a4b1 75% compost + 25% local soil + stake), resulting in the growth of 9 species, while in the other treatments no stake sprouted.

Keywords: Forced aeration, Compost, Sewage sludge, Reproduction, Substrates

## ÍNDICE

CAPITULO I.....	2
1. INTRODUCCIÓN.....	2
2. INFORMACIÓN GENERAL.....	2
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	4
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO.....	5
5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	5
6. OBJETIVOS.....	6
6.1. Objetivo General.....	6
6.2. Objetivos Específicos.....	6
7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.....	6
CAPITULO II.....	8
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	8
8.1. Antecedentes.....	8
8.2. Lodo residual.....	9
8.2.1. Tipos de lodos residuales.....	9
8.2.1.1. Lodo crudo.....	9
8.2.1.2. Lodo primario.....	10
8.2.1.3. Lodo secundario.....	10
8.2.1.4. Lodo terciario.....	11
8.3. Tratamientos de lodos residuales.....	11
8.3.1. Espesamiento.....	11
8.3.2. Estabilización.....	12
8.3.3. Desinfección.....	13
8.4. Uso de lodos provenientes de plantas de tratamiento de aguas residuales.....	13
8.5. Compostaje.....	14
8.5.2. Sistema de compostajes.....	16
7.5.3. Método de descomposición del compost.....	18
7.5.3.1. Aireación forzada.....	18
7.5.3.2. Aireación manual.....	18
8.6. Métodos de producción de plantas.....	18
8.6.1. Por Semilla.....	18
7.6.2. Por Estaca.....	18
7.6.3. Aliso.....	18
7.6.4. Descripción botánica del aliso.....	19
7.6.5. Distribución geográfica del aliso en Ecuador.....	19
7.7. Fundamentación Legal.....	20

7.7.1.	CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR.....	20
7.7.2.	CÓDIGO ORGÁNICO DEL AMBIENTE .....	20
7.7.3.	REGLAMENTO AL CODIGO ORGANICO DEL AMBIENTE .....	21
7.7.4.	PLAN DEL BUEN VIVIR.....	22
7.7.5.	ACUERDO N° 177 EL MINISTRO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA .....	23
CAPITULO III .....		25
8.	HIPÓTESIS.....	25
8.1.	Hipótesis nula.....	25
8.2.	Hipótesis Alternativa.....	25
8.3.	Operacionalización de variables.....	25
9.	METODOLOGÍAS/ DISEÑO EXPERIMENTAL.....	26
9.1.	Ubicación .....	26
9.2.	Metodología de investigación .....	28
9.2.1.	Técnica documental.....	28
9.2.2.	Técnica Observación directa .....	28
9.2.3.	Técnica De campo .....	28
9.3.	Tipos de investigación.....	28
9.3.1.	Analítico .....	28
9.3.2.	Sintético.....	28
9.3.3.	Descriptivo .....	29
9.3.4.	Experimental .....	29
9.4.	Manejo específico del experimento.....	29
9.4.1.	Identificación del área de estudio.....	29
9.4.2.	Diseño de Bloque al Azar.....	29
9.4.3.	Implementación del DBA.....	29
9.4.4.	Herramientas para analizar los resultados .....	29
9.4.5.	Muestras .....	30
9.4.6.	Factores a evaluar .....	30
9.4.7.	Diseño experimental.....	31
9.4.8.	Pruebas de Estadísticas.....	32
9.4.9.	ADEVA .....	32
9.5.	Variables a evaluados .....	32
9.5.1.	El tiempo de aparición del primer brote .....	32
9.5.2.	Longitud de la hoja.....	33
9.5.3.	Altura de la planta .....	33
9.5.4.	Porcentaje de germinación- prendimiento.....	33
9.6.	Manejo específico del ensayo en campo .....	33

9.6.1. Ubicación del experimento.....	33
9.6.2. Proceso de compostaje de lodos residuales .....	33
9.6.3. Construcción de la platabanda de la compostera.....	34
9.6.4. Tratamiento de lodo residual proveniente de empresas dedicadas a la industria alimentaria .....	34
9.7. Parámetros de compostaje en lodos.....	35
10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS .....	39
10.1. El tiempo de aparición del primer brote .....	39
10.1.1. El tiempo de aparición de la germinación .....	39
10.1.2. El tiempo de aparición del brote.....	40
10.2. Longitud de la hoja.....	41
10.2.1. Longitud de la hoja en semilla.....	41
10.2.2. Longitud de la hoja en estaca .....	42
10.3. Altura de la planta .....	43
10.3.1. Altura de la planta en semilla .....	43
10.3.2. Altura de la planta en estaca.....	44
10.4. Verificación de la Hipótesis .....	45
11. Impactos (técnicos, social, ambiental, económicos).....	45
12. PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO .....	46
13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	47
13.1. CONCLUSIONES.....	47
13.2. RECOMENDACIONES .....	48
14. BIBLIOGRAFÍA.....	49
ANEXO.....	555

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Beneficiarios del proyecto.....	5
<b>Tabla 2.</b> Objetivos y Actividades.....	6,7
<b>Tabla 3.</b> Taxonomía.....	18, 19
<b>Tabla 4.</b> Operacionalización de variables.....	25
<b>Tabla 5.</b> Ubicación política territorial. ....	26
<b>Tabla 6.</b> Ubicación Geográfica.....	28
<b>Tabla 7.</b> Características de la unidad experimental.....	30
<b>Tabla 8.</b> Tratamiento.....	31

<b>Tabla 9.</b> Cuadro de distribución.....	32
<b>Tabla 10.</b> Esquema de ADEVA.....	32
<b>Tabla 11.</b> Formulación de humedad relativa para suelo.....	37
<b>Tabla 12.</b> Análisis de varianza tiempo de germinación.....	39
<b>Tabla 13</b> Análisis de varianza tiempo de brote. ....	40
<b>Tabla 14.</b> Análisis de varianza de longitud de hoja semilla.....	41
<b>Tabla 15.</b> Análisis de varianza de longitud de hoja estaca.....	42
<b>Tabla 16.</b> Análisis de varianza altura de la planta semilla. ....	43
<b>Tabla 17.</b> Análisis de varianza altura de la planta estacas.....	44
<b>Tabla 18.</b> Presupuesto del proyecto.....	46,47

### ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Temperatura del compost. ....	33
<b>Figura 2.</b> pH del compost.....	34
<b>Figura 3.</b> Humedad del compost. ....	36
<b>Figura 4.</b> Prueba de Tukey tiempo de germinación .....	40
<b>Figura 5.</b> Prueba de Tukey de brote .....	41
<b>Figura 6.</b> Prueba de Tukey de longitud de hoja semilla.....	42
<b>Figura 7.</b> Prueba de Tukey de longitud de hoja estaca.....	43
<b>Figura 8.</b> Prueba de Tukey de altura de planta semilla. ....	44
<b>Figura 9.</b> Prueba de Tukey de altura de planta estaca .....	45

## **ACRÓNIMO**

AF: Aireación Forzada

ANOVA: ANalysis Of VAriance

COA: Código Orgánico del Ambiente

DBA: Diseño de Bloques al Azar

INEC: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos

RECOA: Reglamento al Código Orgánico del Ambiente

## CAPITULO I

### 1. INTRODUCCIÓN

Como efecto a la contaminación ambiental es el crecimiento poblacional existente una de los recursos más contaminados es el suelo provocado por diversos factores como: uso de aguas contaminadas, aumento de lodos residuales y otros desechos en los rellenos sanitarios, uso indiscriminado de pesticidas, plaguicidas y fertilizantes peligrosos en la agricultura.

El lodo residual es un subproducto semisólido resultante de los procesos de tratamiento de aguas, este lodo no es aprovechado adecuadamente; se lo dispone como un desecho aumentando la cantidad de residuos a disponer en los rellenos sanitarios, provocando problemas sociales asociados a enfermedades, malos olores, contaminación al suelo y en la aparición de plagas. Los lodos residuales pasan por diversos tratamientos que no aseguran que el desecho final esté libre de patógenos contaminantes al medio ambiente.

En el mundo existen países donde se está realizando investigaciones para la reutilización de lodos residuales para evitar la contaminación en a los acuíferos y al suelo.

Por lo tanto se realizó el trabajo investigativo para buscar alternativas de reutilización de lodos residuales para convertirlos en compost para luego utilizarlos como sustratos en la propagación de aliso.

### 2. INFORMACIÓN GENERAL

#### **Título del Proyecto:**

“Uso de lodos residuales compostados como componente porcentual de sustratos en dos métodos de propagación de aliso (*Alnus glutinosa*) en la provincia de Pichincha, Machachi, periodo 2019-2020”.

**Fecha de inicio/ finalización:** Septiembre 2019 – Agosto 2020

#### **Lugar de ejecución:**

Barrio Pinllocruz, ciudad Machachi, cantón Mejía, provincia de Pichincha, zona 2

#### **Facultad que auspicia**

Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

**Carrera que auspicia:**

Ingeniería en Medio Ambiente

**Proyecto de investigación vinculado:**

Proyecto del vivero CEASA

**Equipo de Trabajo:**

Coordinador del proyecto: Mgs. Agreda Oña José Luis

Tutor de Titulación: Ing. Daza Guerra Oscar Rene

Autor:

Yanguicela Caiza Tatiana Marisol

Lectores:

1. PhD Ilbay Yupa Mercy
2. PhD Córdova Yanchapanta Vicente
3. MSc. Chasi VizquetePaolo

**Área de Conocimiento:**

Servicios: protección del ambiente

**Línea de Investigación de vinculación:**

Energías alternativas y renovables, eficacia energética y protección ambiental.

**Sub líneas de investigación de la Carrera:**

Conservación de especies

**Sub líneas de investigación de vinculación:**

Manejo y conservación del suelo

### **3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

En el año 1940 los lodos residuales se aplicaban a suelos agrícolas, sin embargo, con el avance de nuevas tecnologías su uso se fue declinando, debido a la aparición de fertilizantes químicos los cuales eran de bajo costo, fácil aplicación y contenido.

En la actualidad, países desarrollados como: Europa, Australia, Estados Unidos, realizan investigaciones acerca del manejo y tratamiento de lodos como freno a la contaminación de acuíferos, además servirá para acelerar la descontaminación de suelos que ya estén afectados y se aplicará como fertilizantes en tierras agrícolas. (Henríquez, 2011).

Sin embargo, el manejo inadecuado de lodos residuales que se genera diariamente en procesos de tratamiento de aguas en algunas empresas, contribuyen a la contaminación ambiental del recurso suelo, por lo cual es importante reutilizar dichos lodos residuales aplicando un tratamiento para su descomposición y así obtener abono orgánico especialmente compost.

En la ciudad de Machachi, se buscan nuevas alternativas para la producción de plantas forestales mediante el tratamiento de lodos residuales para la obtención de compost orgánico, que será aplicado en el proceso de crecimiento de plantas las cuales serán destinadas para diferentes áreas como reforestar, obtener plantas para convertirlas en semilleros, entre otras propuestas más.

Además, se busca que este proyecto resulte beneficioso para el área de agricultura del barrio Pinllocruz, debido a la generación de beneficios como:

- 1) Eliminar la adquisición de fertilizantes.
- 3) Disminuirá en cierta parte la contaminación del suelo.
- 4) Se obtendrá abono orgánico para la aplicación de cultivos de hortaliza en el barrio.

Los motivos anteriormente mencionados justifican la elaboración del presente proyecto de investigación, que propone un sistema de lodos residuales tratados, el cual permitirá obtener minerales adecuados en el suelo para el crecimiento de plantas por medio de dos métodos de producción semilla y estaca.

#### 4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Tabla N° 1 *Beneficiarios del proyecto*

BENEFICIARIOS DIRECTOS		BENEFICIARIOS INDIRECTOS	
BARRIO PINLLOCRUZ		CANTON MEJIA	
HOMBRES	420	HOMBRES	34.668
MUJERES	580	MUJERES	46.667
<b>TOTAL</b>	1.000	<b>TOTAL</b>	81.335

**Fuentes:** (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2010)

**Elaborados por:** Tatiana Yanguicela

#### 5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

A nivel mundial el sector industrial presenta altos niveles de lodos residuales los cuales en ciertos casos son tratados para reutilizar en rellenos sanitarios o se puede emplear en realizar abonos orgánicos, pero en otros casos los lodos residuales no sirven para ser reutilizar porque tienen altos contenidos de sustancias tóxicas los cuales provocarían la contaminación del suelo.

En los países como Europa, Australia, Estados Unidos, realizan investigaciones acerca del manejo y tratamiento de lodos residuales evitando contaminación de acuíferos, y aportando a la descontaminación de suelos.

El Ecuador no cuenta con un debido tratamiento a los lodos residuales los cuales son descargados directamente a los ríos o son puestos en rellenos sanitarios, los cuales provocan contaminación ambiental, debido a que las industrias mantienen un manejo inadecuado de los lodos residuales.

Por lo tanto, se podría mencionar que se podría reutilizar los lodos residuales provenientes de industria alimenticia los cuales son muy buenos para la obtención del compost debido a que contiene materia orgánica.

Tomando en cuenta la problemática que se presenta en el proyecto se podría mencionar que se busca la reutilizar de lodos residuales para la obtención de compost para la propagación de especies forestales.

## 6. OBJETIVOS

### 6.1. Objetivo General

Evaluar lodos residuales compostados como componente porcentual de sustratos en dos métodos de propagación de aliso (*Alnus glutinosa*) en la provincia de Pichincha, cantón Mejía, barrio Pinllocruz periodo 2019-2020”.

### 6.2. Objetivos Específicos

1. Comparar diferentes porcentajes de lodos residuales compostados en sustratos para propagación de Aliso
2. Evaluar dos métodos de propagación para Aliso

## 7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla N° 2 *Objetivos y Actividades*

Objetivos	Actividades	Resultado Esperado	Descripción de la actividad (técnicas e instrumentos)
Comparar diferentes porcentajes de lodos residuales compostados en sustratos para propagación de Aliso	<ul style="list-style-type: none"><li>• Mezclar los porcentajes de compost con tierra del lugar</li><li>• Se procede a llenar las fundas con los porcentajes ya mencionados</li><li>• Se cola las fundas en la platabanda para proceder a sembrar las semillas y estacas</li></ul>	Porcentaje ideal de lodos residuales para la propagación	Después de obtener el compost se realizó la mezcla de 0%, 25%, 50%, 75%, para la obtención del sustrato. Obtenido la mezcla con los diferentes porcentajes procedemos a llenar las fundas de 4x6. Procedemos a sembrar la especie de níspero por los métodos de producción (semilla y estaca).
Evaluar métodos de propagación para Aliso	<ul style="list-style-type: none"><li>• La medición de las variables planteadas se hicieron cada 7 días.</li><li>• Se llevó un</li></ul>	Evaluar métodos de propagación para Aliso	Por medio de las variables estudiadas como el primer brote o germinación, la medida de la hoja, la altura del tallo, numero de hojas y el rendimiento del compost

	registro de datos.		se llegó a la conclusión de que el porcentaje del 25% y 50% es más efectivo debido a que observamos el mayor número de especies reproducidas.
--	--------------------	--	---

**Elaborado por:** Tatiana Yanguicela

## CAPITULO II

### 8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

#### 8.1. Antecedentes

Uno de los sistemas de utilización de lodos más exitoso que se ha venido haciendo desde 1960 en países como Nueva Zelanda y Australia es el uso de los lodos en las plantaciones forestales. Se tienen datos que en los Estados Unidos también se han utilizado con éxito en suelos forestales desde el año de 1930, en donde hasta los jardines reciben aplicación de estos lodos como fertilizante. Los países europeos desde principios de 1990 han reciclado gran parte de los lodos generados en las plantas de tratamiento de aguas en plantaciones forestales, pero, además, han encontrado otros usos adicionales como es el uso en silvicultura, aplicaciones en parques, campos de golf y tierras públicas, uso de coberturas en tierras de cultivo o material de relleno. La aplicación en los suelos que no son de uso agrícola es más utilizada en muchos países debido a que las legislaciones son más flexibles para este uso. (Medina, j.)

Ecuador actualmente posee una de las plantas de tratamiento con mayor capacidad de tratamiento de aguas residuales del país, esta planta de tratamiento está ubicada en la ciudad de Cuenca, “en Ucubamba con la capacidad de cubrir el 95% de aguas residuales que son generados en la ciudad y conlleva a la producción de los lodos, considerados como altamente peligrosos debido a que contienen demasiada concentración de metales pesados y microorganismos patógenos. Los lodos son deshidratados y posteriormente transportados al relleno sanitario de Pichachay que recibe 50 metros cúbicos, la disposición final de estos lodos reduce la vida útil del relleno sanitario y a su vez presenta altos costos de transporte y generación de lixiviados” (Arévalo & Lituma, 2010).

El aliso (*Alnus glutinosa*) es uno de los árboles más apreciados y comunes en toda el área andina. Fue cultivado en épocas prehispánicas. En el arte textil de las culturas Ancón, Chancay, Inca, Nazca, Tiahuanaco y Wari, se han observado fibras de color marrón, teñidas con las hojas y cortezas de aliso. (Melgar, 2018)

El aliso se usa como madera para hacer muebles rústicos, cajones, yugos, hormas para calzado etc. también como leña y carbón, además su corteza tiñe de amarillo y su contenido de tanino sirve para la curtiembre, en medicina popular, para el tratamiento de

enfermedades reumáticas, inflamaciones y heridas infectadas. También es nitrogenante de suelos y protege las orillas de los ríos y los canales de riego. (Hierbas y plantas medicinales. 2019)

## **8.2.Lodo residual**

Se llama también lodos residuales a los residuos semisólidos remanentes de los procesos de tratamiento de aguas residuales, cuya composición se basa en materia orgánica no descompuesta, microorganismos patógenos, compuestos no biodegradables y/o potencialmente tóxicos como metales pesados y sales inocuas que han sido removidas de los procesos de tratamiento de agua. (Ortiz-Hernández, Gutiérrez- Ruiz, & Sánchez- Salinas, 1995)

Por otro lado tenemos los lodos provenientes de la industria alimenticia que son reutilizados en el proceso de compostaje, la aplicación de estos lodos tiene efectos positivos en el suelo ya que, aumenta la retención de agua, aporta nutrientes y materia orgánica, mejora el rendimiento de diferentes cultivos.

### **8.2.1. Tipos de lodos residuales**

Una fracción importante de las sustancias contaminantes que se separan en los procesos de tratamiento de aguas residuales tanto tratamiento primario, secundario, por lo tanto, los lodos generados dependen fundamentalmente del nivel de tratamiento de las aguas residuales o residuos generados de las empresas. (Beltrán & Lora, 1990)

Es decir, son lodos generados por empresas e industrias depende del nivel de tratamiento de que posee cada empresa los podemos clasificar en:

#### **8.2.1.1.Lodo crudo**

Aquel lodo que no ha sido estabilizado, ni pasado por un tratamiento previo, puede producir acidificación en la digestión y olor. (LENNTECH, 2017).

**Imagen 1** *Ejemplo de lodo crudo.*



**Fuente:** (PRODEGEL S.A. 2012)

### **8.2.1.2.Lodo primario**

Son aquellos que se extraen de la sedimentación primaria, en la cual se remueven sólidos sedimentables, consisten principalmente en arena fina, sólidos inorgánicos y sólidos orgánicos. (Cardo & Ramírez, 2000)

Es un fluido denso que posee una consistencia de 93% a 97%, son extraídos de la sedimentación primaria, tienen un color marrón a gris, generalmente contienen gran cantidad de materia orgánica como: vegetales, papel, frutas, etc. Estos lodos se vuelven sépticos y emiten mal olor con facilidad. (Danielvif, 2011).

**Imagen 2** *Ejemplo de lodo primario*



**Fuente:** (PRODEGEL S.A. 2012)

### **8.2.1.3.Lodo secundario**

Aquellos lodos que pasan por un proceso de clarificación seguido de un tratamiento biológico, tienen en un porcentaje de 0.5 a 2 % de sólidos. Tienen un color marrón, existe dificultad en espesarse y deshidratarse que los lodos primarios, suelen emitir olor con facilidad sin embargo su olor puede ser tan fuerte como el lodo primario. (Danielvif, 2011).

Son lodos generados en el tratamiento secundario biológico de aguas residuales, que convierten residuos o sustratos solubles en biomasa, también incluye la materia particulada que permanece en el agua después de la sedimentación primaria y que se incorpora en la biomasa (Cardoso & Ramírez, 2000). Son de color marrón, no suelen generar olor con tanta rapidez, sin embargo, producen un olor tan fuerte como el lodo primario (Valderrama Pedraza,2013).

**Imagen 3** *Ejemplo de lodo secundario.*



**Fuente:** (SPENA, G. 2010)

#### 8.2.1.4. Lodo terciario

Lodo generado por tratamientos avanzados, ya que en el proceso de tratamiento de aguas estos pasan por filtraciones y una precipitación química. Son descargados en sistemas de alcantarillado, cuerpos de agua o vertidos al relleno sanitario, su descarga provoca contaminación al suelo y atracción de vectores como: ratas, insectos, carroñeros entre otros. (LENNTECH, 2017).

**Imagen 4** *Ejemplo de lodos producidos del tratamiento de aguas residuales*



**Fuente:** (SPENA, G. 2010)

### 8.3. Tratamientos de lodos residuales

#### 8.3.1. Espesamiento

El espesamiento es un proceso encaminado a incrementar el contenido de sólidos por unidad de volumen, para de esta manera remover una parte del líquido, se lleva a cabo mediante las siguientes técnicas. (Cardoso & Ramírez, 2000).

- Espesamiento por gravedad

Este método comúnmente es usado con excelentes resultados para tratamientos de lodo primario crudo. Se realiza en un tanque similar a un tanque de sedimentación, el lodo alimentado sedimenta y compacta en el fondo del tanque y es enviado a los digestores o equipo de deshidratación. (Jaume, 2013).

- Espesamiento por flotación

Este proceso es aplicable a los lodos gelatinosos como es el caso de los lodos activos. En la

flotación con aire disuelto, el aire es introducido en una solución presión elevada (2- 4atm), posteriormente el aire disuelto es liberado como burbujas empujando hacia arriba donde es movido. El empleo de coagulantes como aluminio, cloruro férrico y poli electrolitos aumentan la concentración del lodo. (Suárez, Jácome, & Ures, 2015).

- Espesamiento por centrifugación

Se aplica para el espesamiento y secado de lodos, involucran el almacenamiento de partículas de lodo bajo la influencia de fuerzas centrifugas, presenta varias ventajas con respecto al espesamiento por flotación, sin embargo, presenta mayores costos de inversión y mayor consumo de energía. (De Irun-Fuenterrabia, s.f.).

### **8.3.2. Estabilización**

Los lodos generados en el tratamiento primario y en el tratamiento biológico de aguas residuales deben ser espesados, estabilizados, y desinfectados antes de su disposición final o reutilización. Las líneas de tratamiento de lodos residuales se enfocan fundamentalmente a la reducción del volumen de lodos generado, reducción del poder de fermentación lo que conduce a reducir o eliminar su potencial de putrefacción y por ende los malos olores. La elección del tipo de tratamiento para la estabilización de lodos residuales está en función de la cantidad, calidad y de su disposición final. Entre los procesos de estabilización de lodos residuales están. (Trejos Vélez & Agudelo Cardona 2012).

- Digestión anaerobia

El propósito principal de la digestión es la transformación del lodo a un estado estable, es decir que no esté sujeta a procesos de descomposición posteriores y que puedan ser causantes de consecuencias al disponer en el medio. (Yáñez sf.)

- Digestión aerobia

La digestión aerobia es un proceso de aireación prolongada en el cual se produce una aeración por un periodo significativo de tiempo a una mezcla de lodos digeribles, para llevar a cabo el desarrollo de microorganismos aerobios. (Yáñez, sf)

- Adicionamiento químicos

El agregado de aditivos químicos se lleva a cabo para mejorar la capacidad de un lodo a perder agua, ya que estas sustancias cambian las características fisicoquímicas de lodo, favoreciendo la eliminación de coloides y del material más disperso. (Bermeo & Idrovo, 2014)

#### - Incineración

El proceso de incineración conduce a la combustión de materias orgánicas de los lodos mediante una primera fase de secado y posterior combustión, casi todos los incineradores son diseñados para la quema de lodos con un 75% de humedad. (Lothar, s. f.)

#### **8.3.3. Desinfección**

Debido a los procesos de estabilización de los lodos como la digestión aerobia y anaerobia permiten reducir considerablemente la concentración de patógenos, sin embargo, no se lleva a cabo una desinfección total (Pérez, 2016).

#### **8.4. Uso de lodos provenientes de plantas de tratamiento de aguas residuales**

Según Bermeo & Idrovo, menciona que los lodos contienen una gran cantidad de materia orgánica lo que conlleva a una alta concentración de microorganismos y metales pesados por lo que es necesario su estabilización. Estos lodos son líquidos con concentraciones de sólidos que van desde 0,5 a 10% que se generan en distintas etapas de tratamiento de aguas residuales.

Marmolejo menciona que se han realizado diversos estudios donde se demuestra el potencial que tienen los lodos al ser aplicados a cultivos, poseen alto contenido de macro y micronutrientes, lo cual contribuyen al aumento de producción en frutos. (Marmolejo, 2003).

El lodo después de pasar por cierto proceso o tratamiento contiene gran cantidad de materia orgánica que puede ser utilizado para la producción de compostaje, actúan como mejoradores en la estructura del suelo. A su vez incrementa la capacidad de retención del agua especialmente en épocas de verano. (Marmolejo, 2003).

Marmolejo también nos indica que aquellos lodos digeridos o estabilizados contienen grandes cantidades de agua, el método de deshidratación en lechos de secado es usado en diferentes países tropicales ya que su proceso es sencillo y de bajo costo. (Marmolejo, 2003).

Los lodos pueden ser utilizados de diversas maneras, por ejemplo:

1) En el caso de la conversión de lodos en abono, permite que estos lodos sean mezclados con otros desechos orgánicos y pueda ser empleados como fertilizantes para especies hortícolas, viveros, como aditivo para mejorar las condiciones físicas de suelos y como fertilizantes en áreas de recreación como los parques. (Marmolejo, 2003).

2) Los lodos líquidos pueden ser aplicados como fertilizantes de empastadas y aditivos para mejorar las condiciones físicas del suelo, gracias a que posee menos de un 25% de sólidos totales. (Marmolejo, 2003).

3) El lodo seco puede ser empleado como abono o fertilizante en horticultura, cultivos de especie comestible, plantaciones bananeras, viveros de especies frutales u ornamentales. (Marmolejo, 2003).

### **8.5.Compostaje**

Uno de los tratamientos que se ha utilizado para la estabilización de la materia orgánica es el compostaje en lodos, es un método sencillo considerado económico y ecológico. (Susana, 2005).

Después del tratamiento de lodo se obtendrá como producto final el compost, lo cual Susana en su texto define al compost como aquel proceso microbiológico aerobio que combina fases mesofilas y termofílicas para conseguir una transformación de un residuo o desecho orgánico a un producto final estable, libre de patógenos. (Susana, 2005).

Por otra parte, García indica que el compost es la descomposición de desechos orgánicos de manera natural, siendo este proceso de descomposición lento, pero puede ser aplicado al suelo para el desarrollo de las plantas. También menciona que es un proceso aerobio porque necesita de oxígeno y así conseguir condiciones adecuadas de temperatura. (García, 2008).

No todos los materiales que han sido transformados aeróbicamente son considerados compost. Se necesita de la realización de varias etapas que deben cumplirse en el proceso de un compost de calidad. La utilización de un material que no haya finalizado correctamente el proceso de compostaje puede acarrear riesgos como (Roman , Martinez, & Alberto , 2013):

- Fitotoxicidad
- Bloqueo biológico del nitrógeno, también conocido como “hambre de nitrógeno”
- Reducción de oxígeno radicular
- Exceso de amonio y nitratos en las plantas y contaminación de fuentes de agua

El compostaje tiene como objetivo principal aportar los nutrientes que posee para la fertilidad del suelo, es un abono orgánico natural útil para la agricultura, jardinería ya que mejora las propiedades químicas y biológicas de los suelos, ayuda a que el suelo retenga agua y hace que los terrenos compactos sean más sueltos y porosos.

### 8.5.1. Fases del compostaje

El compostaje es un proceso biológico, que consiste en la degradación de materia orgánica mediante su oxidación y la acción de varios microorganismos propios que contienen los residuos, su descomposición dura aproximadamente entre cinco y seis meses. Según el manual de compostaje del agricultor (Roman , Martinez, & Alberto , 2013), este proceso ocurre en condiciones aérobicas y pasa por cuatro fases según la temperatura mismos que se describen a continuación:

- Fase mesófila: El material de partida comienza el proceso de compostaje a temperatura ambiente y en pocos días (e incluso en horas), la temperatura aumenta hasta los 45°C. Este aumento de temperatura es debido a actividad microbiana, ya que en esta fase los microorganismos utilizan las fuentes sencillas de C y N generando calor. La descomposición de compuestos solubles, como azúcares, produce ácidos orgánicos y, por tanto, el pH puede bajar (hasta cerca de 4.0 o 4.5). Esta fase dura pocos días (entre dos y ocho días).
- Fase termófila: La temperatura sube por acción de la fermentación hasta alcanzar valores de 60 a 70° C. Se produce la pasteurización del medio, es decir, se destruyen los microorganismos patógenos y se inhibe la germinación de semillas de plantas adventicias. Se produce liberación de amoníaco y el pH asciende, pudiendo llegar a valores de 8. En esta fase hay una gran demanda de oxígeno.  
Esta fase también recibe el nombre de fase de higienización ya que el calor generado destruye bacterias y contaminantes de origen fecal como *Escherichia coli* y *Salmonella* spp. Igualmente, esta fase es importante pues las temperaturas por encima de los 55°C eliminan los quistes y huevos de helminto, esporas de hongos fitopatógenos y semillas de malezas que pueden encontrarse en el material de partida, dando lugar a un producto higienizado.
- Fase de enfriamiento: Agotadas las fuentes de carbono y, en especial el nitrógeno en el material en compostaje, la temperatura desciende nuevamente hasta los 40-45°C. Durante esta fase, continúa la degradación de polímeros como la celulosa, y aparecen algunos hongos visibles a simple vista. Al bajar de 40 °C, los organismos mesófilos reinician su actividad y el pH del medio desciende levemente, aunque en general el pH se mantiene ligeramente alcalino. Esta fase de enfriamiento requiere de varias semanas y puede confundirse con la fase de maduración.

- Fase de maduración: Las tres primeras fases duran unas semanas, pero este periodo requiere de meses a temperatura ambiente, durante los cuales se producen reacciones secundarias de condensación y polimerización de compuestos carbonados para la formación de ácidos húmicos y fúlvicos. Dependiendo del sistema de compostaje, de la climatología y de los materiales estará maduro entre 3 y 6 meses.

En el proceso de compostaje existen varios factores complejos que intervienen en el proceso de compostaje y el mal desarrollo de aquellos agentes o responsables de la transformación de seres vivos pueden también limitar su vida y desarrollo, entre los más importantes son la temperatura, la humedad y la aireación.

### **8.5.2. Sistema de compostajes**

Existen dos tipos de sistemas de compostajes abiertos y cerrados. Dentro de los sistemas abiertos están las pilas estáticas y pilas con volteo. En los sistemas cerrados se encuentran los reactores verticales y reactores horizontales. (García, 2008).

#### a) Sistemas abiertos:

- Pilas estáticas

Es una tecnología simple, siendo importante su forma y medida porque los materiales se amontonarán en la estructura. Existen las pilas estáticas con aireación pasiva y con aireación prolongada. (García, 2008).

Las pilas con aireación pasiva consisten en la ventilación natural de la pila, mientras que la pila con aireación forzada consiste en el control de concentración de oxígeno con el objetivo de mantener su intervalo apropiado de volumen. El aporte de oxígeno se lo puede realizar por diferentes vías, succión, o inyección. (García, 2008).

- Pilas con volteo

En este proceso la pila se voltea periódicamente para homogenizar la mezcla y su temperatura con el propósito de eliminar el exceso de calor. El proceso de volteo depende del tipo de material que se haya empleado en la pila, la humedad y la rapidez con que deseamos realizar dicho proceso, generalmente los volteos se hacen cada 6 o 10 días. (García, 2008).

#### b) Sistemas cerrados

Estos sistemas poseen la ventaja de mantener un control de parámetros, el proceso se caracteriza por llevar a cabo el compostaje en reactores cerrados y tiene un costo de instalación elevado. (Burgos, 2017)

- Reactores de flujo vertical: su altura es superior a los cuatro metros, pueden ser continuos o discontinuos. (Burgos, 2017)
- Reactores de flujo horizontal: poseen depósito rotatorio con un dispositivo de agitación o pueden ser con dispositivo de agitación y permanecen estáticos. (Burgos, 2017)

#### Parámetros para la producción de compost

Las condiciones consideradas importantes para que el presente proyecto se desarrolle de la mejor manera son:

- a) Temperatura: las temperaturas óptimas para la eliminación de la mayoría de microorganismos patógenos son entre 50 - 55 °C, este parámetro es de gran importancia ya que afecta directamente al control de patógenos, lo cual es vital para la producción de un excelente compost. (CEPIS/REPAMAR, 2015)
- b) Ph: Se debe mantener en un rango de 6 - 8 para el crecimiento de bacterias y otros organismos del compost, si el rango es superior el nitrógeno puede perder volatilización molecular del amonio. (García, 2008).
- c) Humedad: Según María Tingo menciona en su artículo que la humedad idónea es de 15 a 35% y del 40% al 60% si se mantiene una buena aireación, si el porcentaje de humedad es superior puede haber un desplazamiento del aire entre las partículas y se volvería anaerobio. (María, 2015).
- d) Suministro de oxígeno: la composición de la mezcla necesita del suministro de oxígeno ya que ciertos materiales se compactan con gran facilidad que otros, el suministro de oxígeno depende del factor: estado del proceso porque en ciertas fases sobre todo en la inicial, sino se realiza un volteo frecuente el proceso se puede estancar. (García, 2008).

### **7.5.3. Método de descomposición del compost**

#### **7.5.3.1. Aireación forzada**

El método de aireación forzada permite disminuir el tiempo del proceso de degradación, controlando mejor la temperatura del sistema, además de reducir la mano de obra y los costos que ésta implica. Determinados estudios han utilizado la AF para degradar diferentes componentes orgánicos como los residuos de alimentos (Tiquia 2002; Chikae et al. 2006) y de jardinería (Brewer & Sullivan 2003; Benito et al. 2004; Cayuela et al. 2006).

#### **7.5.3.2. Aireación manual**

El método de aireación manual permite la degradación de lodos residuales, los cuales estarán ubicados en pilas, y los cuales se debe realizar volteos cada día periódicamente en fin era acelerar el proceso mejorando la aireación del material. (GC Isaza–Arias, 2009)

### **8.6. Métodos de producción de plantas**

#### **8.6.1. Por Semilla**

La multiplicación de las plantas por semillas se denomina reproducción sexual, es la recuperación de la actividad biológica de la semilla, y requiere de condicionantes ambientales favorables: un sustrato húmedo, disponibilidad de oxígeno, temperatura adecuada. (P&J, 2014)

#### **7.6.2. Por Estaca**

La multiplicación de las plantas por estacas se denomina reproducción asexual, es el método más importante para propagar arbustos ornamentales, pero también se usan ampliamente en la propagación comercial tanto de flores como de frutales. (Guía de técnicas, métodos y procedimientos de reproducción asexual o vegetativa de las plantas, 2016)

#### **7.6.3. Aliso**

**Tabla N° 3 Taxonomía**

<b>Reino</b>	Plantae
<b>Filo</b>	Tracheophyta
<b>Clase</b>	Magnolipsida
<b>Orden</b>	Fagales

<b>Familia</b>	Betulaceae
<b>Género</b>	Alnus
<b>Especie</b>	Alnus glutinosa (L.) Gaertn.

**Elaborado por:** Tatiana Yanguicela

**Fuente:** (Blanco 2020)

El aliso (*Alnus glutinosa*), es una especie forestal que, gracias a su rápido crecimiento, asociación con fijadores de nitrógeno, y ventajas ecológicas, tiene un enorme potencial entre las especies leñosas, es decir, es un árbol de uso múltiple, de rápido crecimiento en la zona de alta montaña de los Andes, los bosques de aliso juegan un importante papel en la protección de las cuencas hidrográficas, en el control de la erosión debido a su gran capacidad de producir cuantioso material orgánico rico en nitrógeno que fija en el suelo, al tiempo que son empleados en sistemas agroforestales. (MARTA LEONOR MARULANDA, 2006).

El aliso es empleado en medicina natural como ayuda a disminuir los niveles de colesterol en la sangre, sus hojas son antiinflamatorios para los golpes.

#### **7.6.4. Descripción botánica del aliso**

Árbol de aliso mide 6-15 m. de altura, 20-50 cm. de diámetro, corteza lisa y gris claro en los individuos jóvenes, tornándose gris oscura y rugosa en los adultos. Follaje caduco constituido por hojas simples, alternas, ovadas o elípticas, de 5-18 cm. de largo por 4-9 cm. de ancho, su fruto es en forma de cono o piña mide de 1,5 a 3cm de largo.

#### **7.6.5. Distribución geográfica del aliso en Ecuador**

El Aliso se lo encuentra desde los 1200 hasta 3400 m.s.n.m, en condiciones diferentes de precipitación y temperatura, por lo que existe bastante variación entre las procedencias.

Se han establecido la especie del aliso con pastizales en Loja, Cañar, Tungurahua y en Cotopaxi. Esta especie se ha notado un mejor crecimiento y desarrollo en sitios con presencia de heladas y vientos. Sin embargo, se ha establecido que el aliso puede resistir cierto grado de sequias, en lugares secos. (Carillo, 1998)

Para su reproducción por medio de semilla es muy alto, pero pierde su capacidad de germinar muy rápido lo máximo que la semilla puede utilizarse es 30 días después de su cosecha, en el Ecuador la especie se propaga sexual (semillas) o asexualmente (partes vegetativas), el aliso

blanco tiene mayor facilidad para propagarse vegetativamente, en el sistema por semillas no se ha observado diferencias significativas en ambas variedades. (Añazco, 1996)

## **7.7. Fundamentación Legal**

### **7.7.1. CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR**

En la Constitución de la República del Ecuador (2008), capítulo séptimo, Derechos de la Naturaleza en su artículo 71 menciona:

Art. 71.- La naturaleza o Pacha Mama, donde se reproducen y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructuras funciones y procesos evolutivos.

Art. 276, número 4, de la Constitución de la República del Ecuador (2008), establece que uno de los objetivos del régimen de desarrollo será recuperar y conservar la naturaleza y mantener un ambiente sano y sustentable que garantice a las personas y colectividades el acceso equitativo, permanente y de calidad al agua, aire y suelo, y a los beneficios de los recursos del subsuelo y del patrimonio natural.

Art. 409 de la Constitución de la República del Ecuador (2008) declara que es de interés público y prioridad nacional la conservación del suelo, en especial su capa fértil. Se establecerá un marco normativo para su protección y uso sustentable que prevenga su degradación, en particular la provocada por la contaminación, la desertificación y la erosión. En áreas afectadas por procesos de degradación y desertificación, el Estado desarrollará y estimulará proyectos de forestación, reforestación y revegetación que eviten el monocultivo y utilicen, de manera preferente, especies nativas y adaptadas a la zona

### **7.7.2. CÓDIGO ORGÁNICO DEL AMBIENTE**

En el Código Orgánico del Ambiente (2018), protección al medio ambiente, en su artículo 5 menciona:

Art. 5, numeral 5 comprende que el derecho a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado comprende. La conservación y uso sostenible del suelo que prevenga la erosión, la degradación, la desertificación y permita su restauración.

Art. 94.- del Código Orgánico del Ambiente (2018), menciona que la conservación de la cobertura forestal. Se prohíbe convertir el uso del suelo a usos agropecuarios en las áreas del

Patrimonio Forestal Nacional y las que se encuentren asignadas en los planes de ordenamiento territorial, tales como bosques naturales y ecosistemas frágiles.

Art. 109, del Código Orgánico del Ambiente (2018), numeral 7. Prevenir, evitar y detener la erosión o degradación del suelo

Art. 196.- del Código Orgánico del Ambiente (2018), se refiere a el tratamiento de aguas residuales urbanas y rurales. Los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales deberán contar con la infraestructura técnica para la instalación de sistemas de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales urbanas y rurales, de conformidad con la ley y la normativa técnica expedida para el efecto. Asimismo, deberán fomentar el tratamiento de aguas residuales con fines de reutilización, siempre y cuando estas recuperen los niveles cualitativos y cuantitativos que exija la autoridad competente y no se afecte la salubridad pública. Cuando las aguas residuales no puedan llevarse al sistema de alcantarillado, su tratamiento deberá hacerse de modo que no perjudique las fuentes receptoras, los suelos o la vida silvestre. Las obras deberán ser previamente aprobadas a través de las autorizaciones respectivas emitidas por las autoridades competentes en la materia.

Art. 197.- del Código Orgánico del Ambiente (2018), menciona las actividades que afecten la calidad del suelo. Las actividades que afecten la calidad o estabilidad del suelo, o que puedan provocar su erosión, serán reguladas, y en caso de ser necesario, restringidas. Se priorizará la conservación de los ecosistemas ubicados en zonas con altas pendientes y bordes de cuerpos hídricos, entre otros que determine la Autoridad Ambiental Nacional.

### **7.7.3. REGLAMENTO AL CODIGO ORGANICO DEL AMBIENTE**

En el Reglamento al Código Orgánico del Ambiente (2019), protección al medio ambiente, en su artículo 4 menciona:

Art. 4.- del Reglamento al Código Orgánico del Ambiente (2019), menciona que los criterios ambientales territoriales. - Para la planificación del desarrollo y el ordenamiento territorial, todos los niveles de gobierno deberán tomar en cuenta los siguientes criterios ambientales generales, g) Orientar las intervenciones en el territorio y el aprovechamiento sostenible de los recursos a través de normas de uso, ocupación y gestión del suelo que definan espacios con diferentes funciones de conservación, restauración y uso sostenible.

Art. 332.- del Reglamento al Código Orgánico del Ambiente (2019), se refiere a los lineamientos para la restauración ecológica. - La Autoridad Ambiental Nacional elaborará

lineamientos para la restauración ecológica de suelos o ecosistemas, y la atención prioritaria a los suelos degradados o en proceso de desertificación.

Art. 787.- del Reglamento al Código Orgánico del Ambiente (2019), menciona la prohibición de incentivos a actividades no sostenibles. - La Autoridad Ambiental Nacional no podrá establecer ni otorgar incentivos para actividades que propicien la extracción no sostenible de productos forestales, maderables o no maderables, cambio de uso del suelo, degradación, deforestación y demás prácticas que atenten contra los derechos de la naturaleza o de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado.

#### **7.7.4. PLAN DEL BUEN VIVIR**

En el Plan del Buen Vivir (2017), en el objetivo 3 menciona:

**OBJETIVO 3.** Garantizar los derechos de la naturaleza para las actuales y futuras generaciones: Es decir existe la responsabilidad ética con las actuales y futuras generaciones para: mantener, precautelar y dar soporte a la vida en todas sus formas; reconocer el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, garantizando la sostenibilidad y el Buen Vivir.

Ecuador se proyecta con una gestión ambiental proactiva hacia el campo de las relaciones internacionales. Seremos un referente regional de las cumbres sobre mitigación y adaptación al cambio climático, sus consecuencias en la movilidad humana, y la deuda ecológica. De forma práctica y directa, llevaremos propuestas de instrumentos económicos y regulatorios para frenar las emisiones de gases de efecto invernadero. A través de una diplomacia verde fomentaremos la iniciativa ecuatoriana de una Amazonía libre de deforestación a 2030 adoptando compromisos con los ocho países que comparten la cuenca amazónica, e iniciativas en torno a la creación de la Corte Internacional de Justicia Ambiental, la Declaración Universal de los Derechos de la Naturaleza y la ratificación del protocolo de Nagoya y otros instrumentos para abordar la problemática de los recursos genéticos y la propiedad intelectual. Las relaciones internacionales y los proyectos con países vecinos deberán tomar en cuenta aspectos fundamentales como la gestión de acuíferos transfronterizos, el manejo sostenible de recursos pesqueros y demás biodiversidad compartida, así como construir políticas bilaterales para la protección de aguas y océanos

Además, se debe promover buenas prácticas ambientales que aporten a la reducción de la contaminación, a la conservación, a la mitigación y a la adaptación a los efectos del cambio climático, e impulsar las mismas en el ámbito global.

Por lo tanto, el objetivo 3 menciona que debemos incrementar del 73,6% al 80% los residuos sólidos no peligrosos con disposición final adecuada.

La meta que se desea llegar a cumplir en el objetivo 3 es la incrementar el porcentaje de residuos sólidos reciclados, en relación al total de residuos generados

#### **7.7.5. ACUERDO N° 177 EL MINISTRO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA**

Art. 5.- Para la correcta interpretación de este reglamento y los efectos del mismo, se entenderán así las siguientes definiciones, numeral 1. Abonos verdes: Todo cultivo de especies vegetales perennes o anuales utilizados en rotación y asociación y su posterior incorporación al terreno para enriquecerlo, con la finalidad de proteger, recuperar, aportar y mejorar las condiciones biológicas, físicas y nutricionales del suelo.

Art. 7.- Agricultura orgánica: Sistema holístico de gestión y producción que fomenta y mejora la salud del agro ecosistema y en particular la biodiversidad, los ciclos biológicos y la actividad biológica del suelo. Los sistemas de producción orgánica se basan en normas de producción específicas y precisas cuya finalidad es lograr agro ecosistemas óptimos que sean sostenibles desde el punto de vista social, ecológico y económico.

Art. 15.- Fertilidad del suelo y nutrición de las plantas.- Tanto la actividad biológica como la fertilidad natural del suelo, deberán ser mantenidas e incrementadas por medio de, numeral f. Aplicaciones de otros productos nutritivos incluidos en las listas oficiales de sustancias permitidas en la agricultura orgánica, cuando el nivel de nutrientes o las características físicas del suelo no sean del todo satisfactorias para un adecuado crecimiento de los cultivos y también para mantener e incrementar la productividad de los suelos

Art. 19.- Plan de manejo orgánico. - En toda unidad productiva agropecuaria se deberá elaborar un plan de manejo orgánico, en el cual se tome en cuenta la conservación, el mejoramiento y el uso adecuado del suelo, el agua, la biodiversidad y el ambiente, así como, medidas adecuadas de mitigación ante fuentes potenciales de contaminación. Este plan debe ser entregado con anterioridad a la aplicación a la agencia certificadora.

Art. 32.- Plan de manejo de suelos en la producción de alimentos y pastos. - Es necesario llevar un registro de las rotaciones, siembra de abonos verdes y otros métodos de enmienda para enriquecer el suelo en la producción de forrajes; siendo necesario determinar la calidad proteínica del mismo.

Los productores deben demostrar que las densidades y prácticas de pastoreo no están contribuyendo a la compactación y erosión del suelo; además, que no contribuye a la contaminación del agua.

Las prácticas de manejo del estiércol deben estar documentadas y deben incluir métodos de composteo, lombricomposteo u otros procedimientos para su procesamiento. Se evitará la contaminación de aguas y la acumulación excesiva de nitrógeno en el suelo

## CAPITULO III

### 8. HIPÓTESIS

#### 8.1.Hipótesis nula

El uso de lodos residuales compostados con dos materiales vegetativos no influye a la propagación de aliso (*Alnus glutinosa*)

#### 8.2.Hipótesis Alternativa

El uso de lodos residuales compostados con dos materiales vegetativos no influye a la propagación de aliso (*Alnus glutinosa*)

#### 8.3.Operacionalización de variables

**Tabla N°4 Operacionalización de variables**

Hipótesis	Variables	Indicadores
<p><b>H0:</b> El uso de lodos residuales compostados con dos materiales vegetativos no influye a la propagación de aliso (<i>Alnus glutinosa</i>).</p> <p><b>H1:</b> El uso de lodos residuales compostados con dos materiales vegetativos no influye a la propagación de aliso (<i>Alnus glutinosa</i>)</p>	<p><b>Variables independientes:</b></p> <p>Porcentaje de lodo compostados en el sustrato</p> <p>Tipo de propagación</p>	<p>Días de descomposición de lodos residuales a compost</p> <p>Porcentaje de tierra</p>
	<p><b>Variable dependiente:</b></p> <p>Desarrollo planta</p>	<p>El tiempo de aparición del primer brote</p> <p>Longitud de la hoja</p> <p>Altura de la plantar</p>

**Elaborado por:** Tatiana Yanguicela

## 9. METODOLOGÍAS/ DISEÑO EXPERIMENTAL

### 9.1.Ubicación

La ciudad de Machachi conocida como la capital del chagra se encuentra al sur de la provincia de Pichincha. La ciudad está asentada sobre un extenso valle a 2945 metros sobre el nivel del mar, en medio de los volcanes: Pasochoa, Rumiñahui y Corazón, también se encuentra muy próximo a las cumbres nevadas Cotopaxi e Iliniza.

La temperatura oscila entre los 13 y los 22 °C, mientras que la flora podemos mencionar lo siguiente: arrayán, nogal, cedrillos, musgos, helechos, crecen en los páramos, mientras tanto en la fauna podemos mencionar al colibrí gigante, pájaros brujos, conejos de paramo, toros bravos, entre otros.

Pinllocruz es conocido por ser un sector agrícola se basan en la siembra hortalizas para la comercialización en el cantón y parroquias aledañas, en la ganadería, ya que está rodeada de haciendas los cuales son productoras de leche y en la crianza de animales para luego comercializarlos y generar el sustento de los hogares.

**Tabla N°5** *Ubicación política territorial*

<b>País</b>	<b>Provincia</b>	<b>Cantón</b>	<b>Ciudad</b>	<b>Barrio</b>
Ecuador	Pichincha	Mejía	Machachi	Pinllocruz

**Elaborado por:** Tatiana Yanguicela

**Imagen 5** *Área de estudio nacional*



**Elaborado por:** Tatiana Yanguicela

**Fuente:** Google Earth

**Imagen 6** *Área de estudio provincial*



**Elaborado por:** Tatiana Yanguicela

**Fuente:** Google Earth

**Imagen 7** *Área de estudio cantonal*



**Elaborado por:** Tatiana Yanguicela

**Fuente:** Google Earth

**Imagen 8** *Área de estudio*



**Elaborado por:** Tatiana Yanguicela

**Fuente:** Google Earth

**Tabla N° 6 Ubicación Geográfica**

<b>Lugar</b>	<b>Altura</b>	<b>Coordenadas</b>	
Barrio Pinlocruz	2.878 m	X	Y
		0°29'46"S	78°33'04"W

**Fuente:** Sitio web Google Earth

## **9.2. Metodología de investigación**

### **9.2.1. Técnica documental**

En el presente trabajo de titulación se utilizó la investigación bibliográfica con la finalidad de recopilar toda la información existente en libros, revistas, artículos, web, entre otros, acerca del tema propuesto.

### **9.2.2. Técnica Observación directa**

Es un método de recolección de datos que consiste básicamente en observar el objeto de estudio dentro de una situación particular.

### **9.2.3. Técnica De campo**

Se realizó la descripción de las características botánicas como las siguientes: el tiempo de crecimiento del primer brote, medición de la hoja, altura de la planta.

## **9.3. Tipos de investigación**

### **9.3.1. Analítico**

El método analítico es un proceso cognoscitivo, que consiste en descomponer los objetos de estudio, en este caso la efectividad de los sustratos en la propagación de aliso.

### **9.3.2. Sintético**

En este proceso se integró los tres porcentajes de compostaje y los dos métodos de producción, de un objeto de estudio para estudiarlos en su totalidad.

### **9.3.3. Descriptivo**

Se usa con la finalidad de especificar el tratamiento de lodos residuales que se realizara y las características más relevantes de la montaje, mezcla y curado de los lodos para la obtención de compost.

### **9.3.4. Experimental**

En el estudio se realizó un diseño de bloques al azar para la evaluación de tres cantidades de compost con dos métodos de producción (semilla y estaca) en el Aliso.

## **9.4. Manejo específico del experimento**

### **9.4.1. Identificación del área de estudio**

Para el área de estudio se ocupó una dimensión de 4m<sup>2</sup> ubicado en la Parroquia Machachi (Barrio Pinllocruz) perteneciente al Cantón Mejía, se utilizó para delimitar el área de estudio un GPS.

### **9.4.2. Diseño de Bloque al Azar**

Utilizamos el Diseño de Bloques al Azar para obtener comparaciones acertadas entre los tratamientos realizados en el estudio. Al utilizar los bloques podemos disminuir y controlar el error de varianza experimental y obtener precisión.

### **9.4.3. Implementación del DBA**

El arreglo factorial utilizado fue a x b implementado con un diseño de Bloques al Azar (DBA), en el que se evaluaron 2 métodos de producción (semilla y estaca), con 3 diferentes porcentajes de compost, 1 testigo y 2 repeticiones. Obtuvimos 16 tratamientos con 10 plantas por tratamiento.

### **9.4.4. Herramientas para analizar los resultados**

El software que se utilizó InfoStat es un programa estadístico que ofrece un interfaz avanzado para el manejo de datos basadas en el difundido concepto de planilla electrónica. Permite importar y exportar base de datos en formato de texto, Excel, etc. Posee rápido acceso a

herramientas para el manejo de datos como por ejemplo formulas, categorizar variables, concatenar tablas, entre otras herramientas más.

Se hizo a digitar los datos obtenidos en la investigación realizando el análisis de varianza y la prueba de Tukey a un 5% de error.

**Tabla N° 7** *Características de la unidad experimental*

<b>CARACTERÍSTICAS DE UNIDAD EXPERIMENTAL</b>	
Área total del estudio	4m <sup>2</sup>
Numero de platabandas	2
Área de la platabanda	2,80 m de largo X 80cm de ancho
Camino entre platabanda:	50cm
Camino entre repeticiones:	10cm
Porcentaje de compost:	a1: 100% tierra a2: 25% de compost a3: 50% de compost a4: 75% de compost

**Elaborado por:** Tatiana Yanguicela

#### **9.4.5. Muestreos**

El muestreo en las actividades y toma de datos durante el proceso de compostaje del lodo residual se los realizo a diario hasta obtener el compost, mientras que en la germinación de las plantas se lo realizo después de la primera semana los datos fueron tomados en cm.

#### **9.4.6. Factores a evaluar**

##### **9.4.6.1. Factor a: Sustratos**

a1: 100% tierra

a2: 25% de compost

a3: 50% de compost

a4: 75% de compost

#### 9.4.6.2. Factor b: Propagación

b1: estaca

b2: semilla

Tratamiento en estudio

**Tabla N° 8** *Tratamientos*

<b>Tratamiento</b>	<b>Código</b>	<b>Descripción</b>
T1	a1b1	Tierra del lugar + estaca
T2	a1b2	Tierra del lugar + semilla
T3	a2b1	Compost al 25%+tierra del lugar al 75%+estaca
T4	a2b2	Compost al 25%+tierra del lugar al 75%+semilla
T5	a3b1	Compost al 50%+tierra del lugar al 50%+estaca
T6	a3b2	Compost al 50%+tierra del lugar al 50%+semilla
T7	a4b1	Compost al 75%+tierra del lugar al 25%+estaca
T8	a4b2	Compost al 75%+tierra del lugar al 25%+semilla

**Elaborado por:** Tatiana Yanguicela

#### 9.4.7. Diseño experimental

Para realizar el análisis de las variables en el estudio se utilizó un diseño de Bloques al Azar (DBA), con dos repeticiones.

**Tabla N° 9 Cuadro de distribución**

<b>Repetición I</b>	<b>Repetición II</b>
a1b1	a3b1
a1b2	a4b2
a2b1	a1b2
a2b2	a3b2
a3b1	a2b2
a3b2	a4b1
a4b1	a1b1
a4b2	a2b1

**Elaborado por:** Tatiana Yanguicela

#### **9.4.8. Pruebas de Estadísticas**

Para realizar la interpretación de resultados se aplicó el análisis de varianza (ADEVA) y la prueba de Tukey al 5%.

#### **9.4.9. ADEVA**

**Tabla N° 10 Esquema de ADEVA**

<b>Fuente de Variación</b>	<b>Grados de Libertad</b>
<b>Repeticiones (r-1)</b>	1
<b>Tratamientos (4-1)</b>	3
<b>ERROR EXP. (t-1) (r-1)</b>	3
<b>TOTAL</b>	7

**Elaborado por:** Tatiana Yanguicela

#### **9.5. Variables a evaluados**

##### **9.5.1. El tiempo de aparición del primer brote**

Se determinó el tiempo de germinación de las semillas y el primer brote de las estacas, verificando las diferencias de cual reproducción fue más efectivo.

### **9.5.2. Longitud de la hoja**

Se midió la longitud de la hoja después de la primera semana en cm.

### **9.5.3. Altura de la planta**

Se midió la altura del tallo después de la primera semana en cm.

### **9.5.4. Porcentaje de germinación- prendimiento**

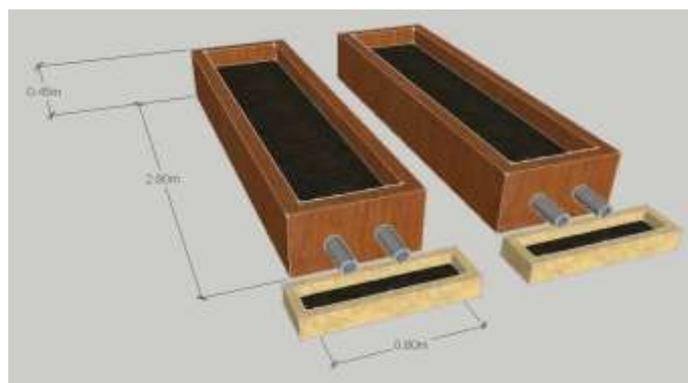
Después de 21 días sembrado se determinó que porcentaje de plántulas obtenidas.

## **9.6. Manejo específico del ensayo en campo**

### **9.6.1. Ubicación del experimento**

La investigación se ubicó en dos platabandas tomando en cuenta las mediciones de acuerdo a la normativa INEN 02098 Fertilizantes y Abonos, mediante el cual nos ayudara a la descomposición de lodos residuales en condiciones aerobias donde se va a producir dos bacterias mesofilas y termofilicas que son importantes en la descomposición.

**Imagen 9** Plano de platabandas



**Elaborado por:** Tatiana Yanguicela

### **9.6.2. Proceso de compostaje de lodos residuales**

Los lodos residuales fueron obtenidos de procesos alimenticios en su composición se incluyeron (cascara de papa, plátano y yuca). se determinó que es un lodo primario y puede

ser utilizado para diferentes actividades siempre y cuando se dé el tratamiento adecuado y no sea peligroso para el medio ambiente.

### **9.6.3. Construcción de la platabanda de la compostera**

Se procede a medir y verificar las condiciones topográficas del lugar, luego se realizó la limpieza y excavación en el terreno para el acoplamiento de la estructura con la caña guadua. Una vez concluida la estructura de la compostera se procede a colocar el plástico negro como techo y serán para las paredes de la compostera, seguidamente se procede a desnivelar una parte del terreno para realizar una inclinación para la caída de lixiviados para finalizar con la realización de la estructura de las camas y con la colocación de ladrillos.

### **9.6.4. Tratamiento de lodo residual proveniente de empresas dedicadas a la industria alimentaria**

El lodo residual se obtuvo por medio de una Gestora Ambiental, la cantidad que facilitaron es de 100 Kg de lodo. Para la descomposición de lodos residuales se procedió a colocarlo en la platabanda uno ya que tenía la instalación adecuada para la descomposición, y en la platabanda dos se realizó a colocar las fundas con el determinado porcentaje y sus respectivas reproducciones (semilla, estaca).

El tratamiento de lodos residuales se le conoce como un proceso biológico y de estabilización de materia orgánica, por lo tanto, requiere de condiciones apropiadas como una compostera, requieren de mantener una temperatura y humedad adecuada, para obtención de compost. El tratamiento de lodos consta de cuatro etapas.

#### **9.6.4.1. Montaje**

En la primera etapa se debe adecuar las platabandas, ya que serán tratados los lodos residuales siempre se debe tomar en cuenta que se debe colocar con cuidado para evitar daños con en la estructura de los tubos PVC.

#### **9.6.4.2.Mezcla**

En la segunda etapa se procede a mezclar en la platabanda los 100 kg de lodo y se procedió a colocar cascara de arroz, este material acondiciona y evita el enfriamiento de los lodos, la propagación de vectores y aporta a mantener las condiciones apropiadas de humedad.

#### **9.6.4.3.Curado**

Después de la obtención de compost se procedió a dejar una semana en reposo debido a que así se realizó la eliminación de patógenos en su totalidad.

#### **9.6.4.4.Aireación**

##### **9.6.4.4.1. Aireación Manual**

Se realizó el método de aireación manual donde se realiza el apilar el lodo de forma de cono, debemos realizar el volteo diario con una pala para evitar que el lodo se pudra. La circulación de oxígeno en el lodo residual ayuda a una dispersión homogénea entre materia orgánica y lodo residual.

##### **9.6.4.4.2. Aireación Forzada**

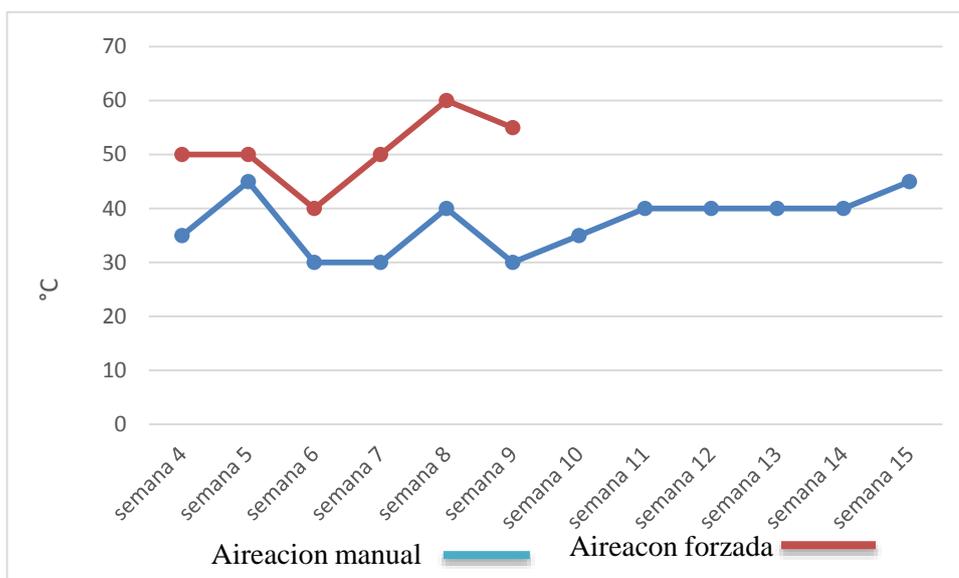
El método de aireación forzada se utilizó en el proceso de compostaje debido al poco tiempo que teníamos para realizar la investigación de campo, este proceso se basa en inyectar oxígeno con la ayuda de un compresor para acelerar la transformación de los lodos a compost, por lo tanto, se realizó la actividad todos los días hasta la obtención de compost.

#### **9.7. Parámetros de compostaje en lodos**

##### **9.7.1. Temperatura**

El control de la temperatura se realizó una vez por semana, con un termómetro de alcohol, que se llevó un registro de datos, que pueden observarse en la figura 1.

**Figura 1** *Temperatura del compost*



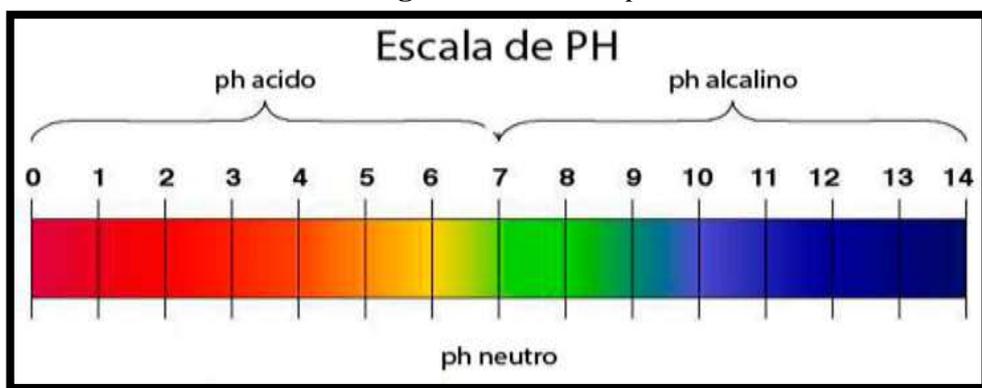
**Elaborado por:** Tatiana Yanguicela

Se llegó a la conclusión de que existe diferencias en temperaturas en aireación manual se registra temperaturas de 30 a 45 °C, mientras que en aeración forzada la temperatura se registra de 40 a 60 °C se da esta diferencia debido a la circulación de oxígeno constante en una de las platabandas la cual es apto para el proceso de descomposición, el promedio es de 44,39.

### 9.7.2. pH

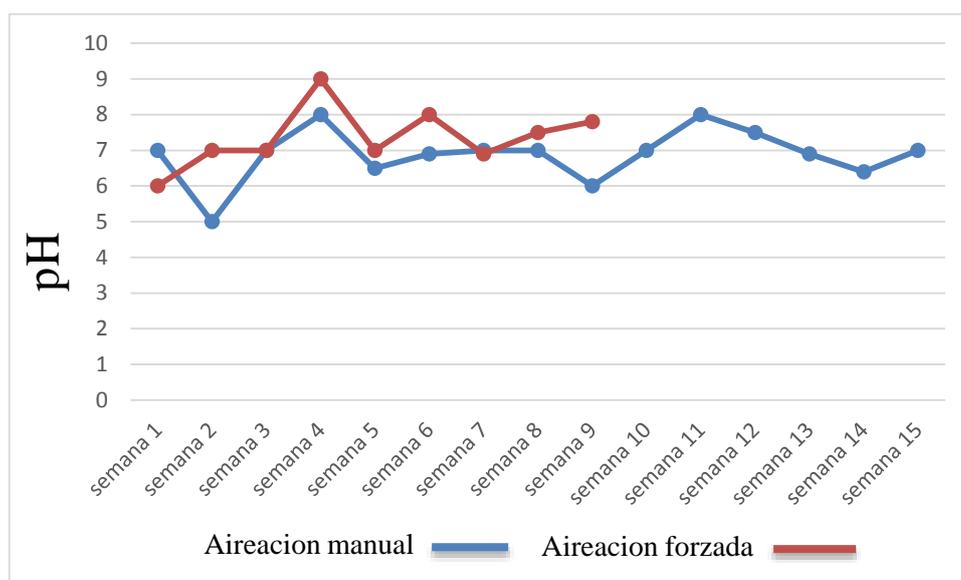
se tomó el pH una vez por semana con unas tiras de pH el cual son unas tiras compuestas por celulosas que permiten medir los niveles de ácido, que pueden observarse en la figura 2.

**Imagen 10** *Escala de pH*



**Fuente:** Sitio web Experimentos científicos

**Figura 2 pH compost**



**Elaborado por:** Tatiana Yanguicela

Se llegó a la conclusión de que existe diferencias en el pH en aireación manual los valores son de 5 a 8, mientras tanto en aireación forzada el pH es de 6 a 9, se da esta diferencia debido a la circulación de oxígeno constante en una de las platabandas la cual es apto para el proceso de descomposición, el valor de promedio es 7,11 dando un valor neutro.

**9.7.3. Humedad**

El riesgo del proceso fue mínimo ya que se tomó los cuidados necesarios como tapar los lodos con plástico negro para preservar la humedad. A continuación, se realizó operaciones matemáticas para obtener el valor de la humedad, que pueden observarse en la figura 3.

**Tabla N°11** *Formula de humedad relativa para suelo.*

<b>Formula relativa de humedad del suelo.</b>
$W = \frac{mh - ms}{ms} * 100$

**Elaborado por:** Tatiana Yanguicela

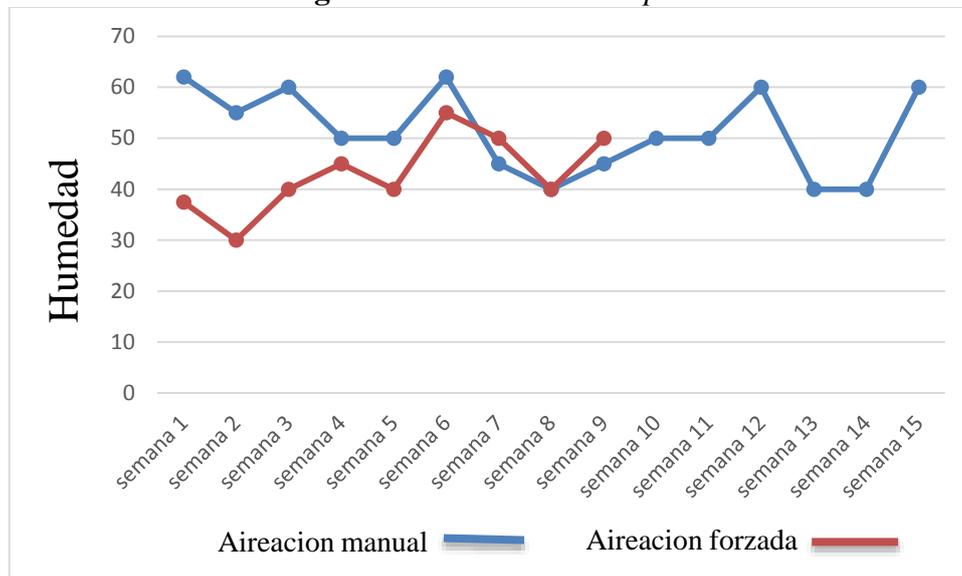
Donde:

W= humedad del suelo.

mh= peso del recipiente más la muestra húmeda.

ms= peso del recipiente más la muestra seca.

**Figura 3** *Humedad del compost*



**Elaborado por:** Tatiana Yanguicela

Se llegó a la conclusión de que existe diferencias en la humedad en aireación manual se registra valores de 40 a 62%, mientras que en aeración forzada la humedad se registra valores de 30 a 55%, se da esta diferencia debido a la circulación de oxígeno constante en una de las platabandas la cual es apto para el proceso de descomposición dando como promedio un valor de 47,16%.

## CAPITULO IV

### 10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

#### 10.1. El tiempo de aparición del primer brote

##### 10.1.1. El tiempo de aparición de la germinación

Mediante el análisis de varianza para la germinación de las semillas se pudo evidenciar (tabla 11) diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) entre los tratamientos. El coeficiente de variación es 64,73 mayor al 20%, don existes un error de 25,45 entre tratamientos.

Según Gómez, la germinación inicia 12 días después de la siembra de la semilla, alcanzando entre un 30% al 70%, dependiendo de su vigor y su viabilidad. También puede iniciarse un mes después de la siembra y hasta 40 días más, cuando la semilla ha estado almacenada, por lo cual existe variación en datos de germinación.

Como se expresa en comparación con la autora estamos de acuerdos ya que el tiempo de germinación fue después de 21 días, y algunas semillas germinaron después de 30 días.

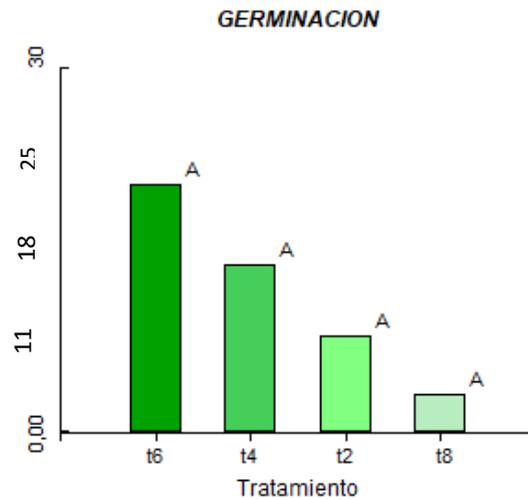
**Tabla N° 12** *Análisis de varianza de tiempo de germinación*

F.V.	SC	Gl	CM	F	p- valor	Coef
Tratamientos	10,0	3	3,33	0,39	0,7684	
Germinación	6,55	1	6,55	0,77	0,4444	1,09
Error	25,45	3	8,48			
Total	42,00	7				
CV	64,73					

**Elaborado por:** Tatiana Yanguicela

El análisis de medias de Tukey al 5% evidencio cuatro grupos de crecimiento como se muestra en la figura 4 los tratamientos t6, t4, permanecen al grupo 1 con mejor germinación y los tratamientos t2, t8 los de menor germinación.

**Figura 4 Prueba de Tukey**



**Elaborado por:** Tatiana Yanguicela

### 10.1.2. El tiempo de aparición del brote

Mediante el análisis de varianza del brote de las estacas se pudo evidenciar (tabla 12) diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) entre los tratamientos. El coeficiente de variación 67,60 es mayor al 20%, don existes un error de 27,76 entre tratamientos.

Según Añazco, menciona que al recolectar las estacas es importante elegir el diámetro de 0,5 cm y 2,0 cm, que tengan por lo menos 3 yemas y cortes diagonales, se requiere entre 5 meses para que tenga una altura de 76 cm y se deben recolectar en los meses de septiembre – diciembre.

Por lo tanto, las estacas fueron recolectadas en mese de julio- agosto donde no eran tiempo de cosecha y no tendríamos con éxito toda la brotación de estacas.

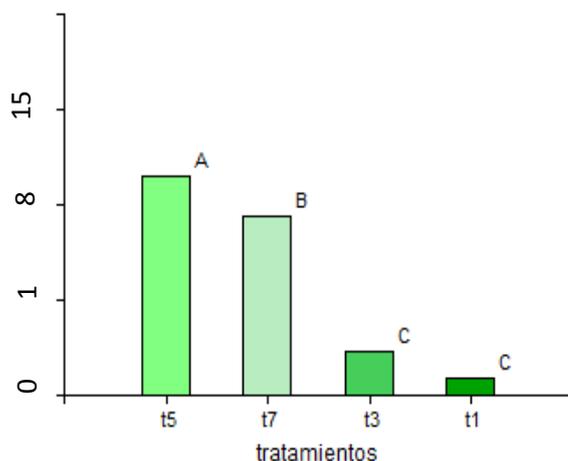
**Tabla N° 13 Análisis de varianza de brote**

F.V.	SC	Gl	CM	F	p- valor	Coef
Tratamiento	11,81	3	3,94	0,43	0,7496	
Brote	4,24	1	4,24	0,46	0,5472	0,71
Error	27,76	3	9,25			
Total	42,00	7				
CV	67,60					

**Elaborado por:** Tatiana Yanguicela

El análisis de medias de Tukey al 5% evidencio cuatro grupos de brote de estacas como se muestra en la figura 5, los tratamientos t5, t7, permanecen al grupo 1 con mayor brotación y los tratamientos t3, t1 donde no existió brotación de estacas

**Figura 5 Prueba de Tukey**  
**Brote de estacas**



**Elaborado por:** Tatiana Yanguicela

## 10.2. Longitud de la hoja

### 10.2.1. Longitud de la hoja en semilla

Mediante el análisis de varianza de longitud de la hoja se pudo evidenciar (tabla 13), diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) entre los tratamientos. El coeficiente de variación es 53,64 mayor al 20%, don existes un error de 17,48 entre tratamientos.

Según Añasco, menciona que el tamaño hojas varían en el tiempo pueden ser de 4 hoja, esto sucede cuando las plantas tienen 4 meses de germinación, desde el crecimiento se lleva a cabo una la medición que dio 0,5 cm.

Mientras tanto que en la investigación la longitud de la hoja fue de 0,4 cm desde su germinación dado los datos obtenidos, pero se tomó en cuenta los datos después de dos semanas desde la aparición.

**Tabla N°14 Análisis de varianza de longitud de hoja**

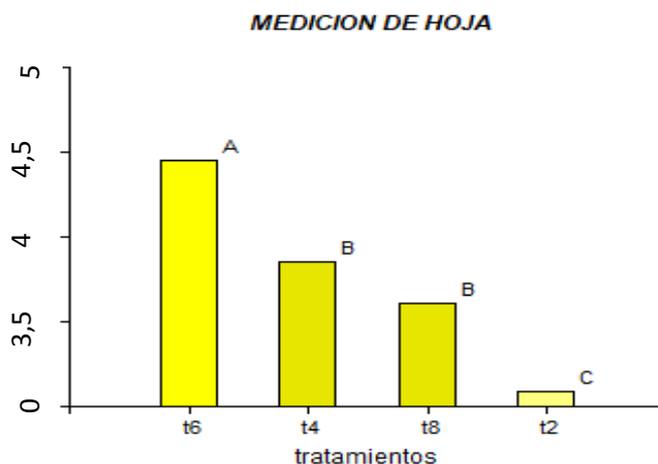
F.V.	SC	Gl	CM	F	p- valor	Coef
Tratamientos	23,36	3	7,79	1,34	0,4087	
Medición de hoja	14,52	1	14,52	2,49	0,2126	2,07
Error	17,48	3	5,83			

Total	42,00	7	
CV	53,64		

**Elaborado por:** Tatiana Yanguicela

El análisis de medias de Tukey al 5% evidencio cuatro grupos de crecimiento como se muestra en la figura 6 los tratamientos t6, t4, permanecen al grupo 1 con mayor cm en las hojas y los tratamientos t2, t8 los de menor cm en las hojas.

**Figura 6** Prueba de Tukey longitud de hoja



**Elaborado por:** Tatiana Yanguicela

### 10.2.2. Longitud de la hoja en estaca

Mediante el análisis de varianza la longitud de la hoja se pudo evidenciar (tabla 14) diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) entre los tratamientos. El coeficiente de variación 51,34 es mayor al 20%, don existes un error de 16,01 entre tratamientos.

**Tabla 15** Análisis de varianza de longitud de hoja

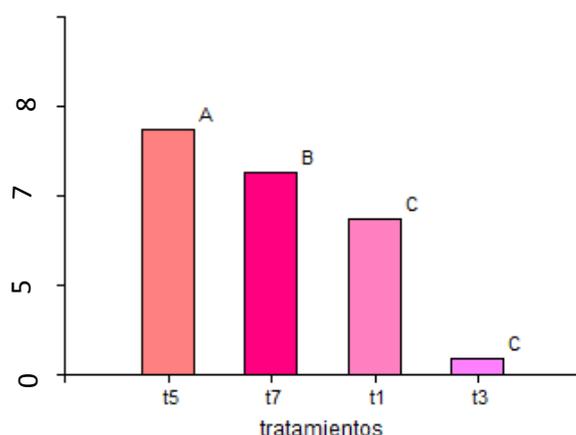
F.V.	SC	Gl	CM	F	p- valor	Coef
Tratamiento	10	3	3,33	0,62	0,6458	
Medición de la hoja	15,99	1	15,99	3	0,1819	1,05
Error	16,01	3	5,34			
Total	42,00	7				
CV	51,34					

**Elaborado por:** Tatiana Yanguicela

El análisis de medias de Tukey al 5% evidencio cuatro mediciones de hoja como se muestra en la figura 7 los tratamientos t5, t7, permanecen al grupo 1 con mayor cm en la hoja y los tratamientos t1, t3 no existieron hojas.

**Figura 7 Prueba de Tukey**

*Medicion de hoja*



**Elaborado por:** Tatiana Yanguicela

### 10.3. Altura de la planta

#### 10.3.1. Altura de la planta en semilla

Mediante el análisis de varianza de altura de la planta se pudo evidenciar (tabla 15), diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) entre los tratamientos. El coeficiente de variación es 21.00 mayor al 20%, don existes un error de 2,68 entre tratamientos.

Según Nieto el crecimiento del aliso en el almácigo es muy lento, recomendándose esperar 3 a 6 meses después de la germinación para hacer el repique, el tamaño adecuado para repicar las plántulas es de 3 a 5 cm.

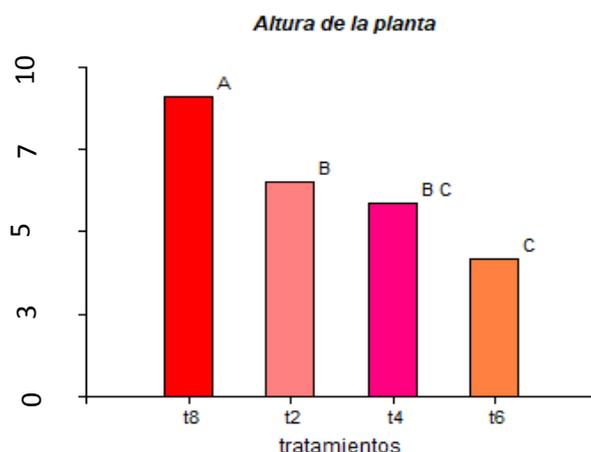
**Tabla 16** *Análisis de varianza de la altura de la planta*

F.V.	SC	Gl	CM	F	p- valor	Coef
Tratamientos	10,85	3	3,62	4,5	0,1403	
Altura	29,32	1	29,32	32,83	0,0106	1,07
Error	2,68	3	0,89			
Total	42,00	7				
CV	21,00					

**Elaborado por:** Tatiana Yanguicela

El análisis de medias de Tukey al 5% evidencio cuatro grupos de crecimiento como se muestra en la figura 8 los tratamientos t8, t2, permanecen al grupo 1 con mejor altura y los tratamientos t4, t6 los de menor altura.

**Figura 8 Prueba de Tukey**



**Elaborado por:** Tatiana Yanguicela

### 10.3.2. Altura de la planta en estaca

Mediante el análisis de varianza sobre la altura de la planta se pudo evidenciar (tabla 16) diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) entre los tratamientos. El coeficiente de variación 70,96 es mayor al 20%, don existes un error de 30,59 entre tratamientos.

Según CONIF, El diámetro de la estaca debe ser aproximadamente entre 0,5 cm. y 2 cm, lo importante es asegurar que esté lignificada, cada estaca debe tener por lo menos tres yemas, al preparar la estaca se deben hacer cortes diagonales.

Por lo tanto en la investigación se pudo observar similitud con lo expuesto por CONIF, ya que se realizó el corte en diagonal y tenían presencia de 3 a 4 yemas.

**Tabla 17 Análisis de varianza de altura**

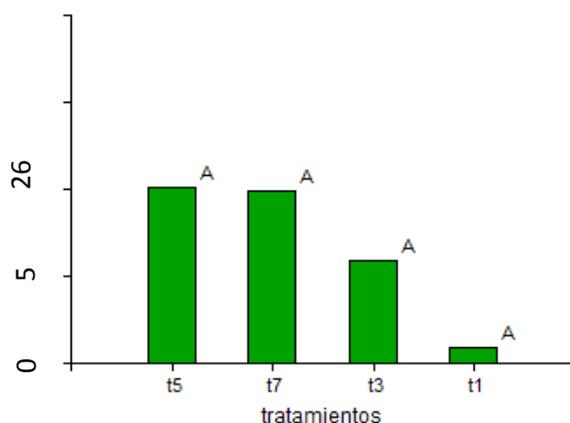
F.V.	SC	Gl	CM	F	p- valor	Coef
Tratamiento	10	3	3,33	0,33	0,8085	
Altura de la planta	1,41	1	1,41	0,14	0,7345	2,35
Error	30,59	3	10,20			
Total	42,00	7				
CV	70,96					

**Elaborado por:** Tatiana Yanguicela

El análisis de medias de Tukey al 5% evidencio cuatro grupos de altura de la planta como se muestra en la figura 9 los tratamientos t5, t7, permanecen al grupo 1 con mayor altura y los tratamientos t3, t1 no cambio la altura del corte ya que no brotaron.

**Figura 9 Prueba de Tukey**

*Altura de la planta*



**Elaborado por:** Tatiana Yanguicela

#### **10.4. Verificación de la Hipótesis**

Una vez terminado el procesamiento, análisis e interpretación de datos se aceptó la hipótesis alternativa, es decir, El uso de lodos residuales compostados influye en la propagación de aliso (*Alnus glutinosa*).

### **11. Impactos (técnicos, social, ambiental, económicos)**

- **Impactos técnicos**

Por medio de la presente investigación realizada en la ciudad de Machachi se puede constatar que la reutilización de lodos residuales con su apropiado tratamiento genera áono orgánico que nos permitirá tener otra alternativa para que los cultivos crezcan de forma orgánica y no se emplee fertilizantes a los suelos ya que al pasar el tiempo pueden causar daños irreparables.

Machachi es considerado por tener un amplio cultivo de hortalizas y podemos dar mejores alternativas para el crecimiento del cultivo.

- **Impacto social**

Tomando en cuenta que la investigación se realizó en una zona donde el medio de supervivencia es agrícola podemos emplear el abono orgánico en ciertos cultivos para verificar la efectividad del mismo y así poder informar y expender el abono entre los agricultores.

- **Impacto ambiental**

El impacto ambiental que quisimos dar es la reutilización de lodos residuales en la transformación a compost ya que estaríamos evitando que el recurso hídrico sea contaminado con los lodos ya que existen algunas empresas que no les dan tratamiento adecuado y prefieren votarlo a los ríos, por otro lado, estamos realizando una nueva opción para los agricultores de preservar el suelo ya que no utilizarían fertilizantes.

- **Impactos Económicos**

El impacto económico que se quiso dar es que los agricultores traten el lodo obteniendo de las empresas por un convenio y así evitaríamos el gasto excesivo en los fertilizantes.

## 12. PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO

**Tabla 18** *Presupuesto del proyecto*

<b>RECURSO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>VALOR TOTAL</b>
Humano	Tutor	1	\$10	\$10
	Estudiante	1	\$ 10	\$ 10
Tecnología	1 Computadora	400 h	\$400	\$400
	1 Cámara	5h	\$ 5	\$25
	1 GPS	2h	\$ 5	\$10
Oficina/ escritorio	Impresiones	500	\$0.10	\$50
	Libreta de campo	2	\$ 2	\$4
	Esferos	5	\$0.30	\$1.50
	Lápiz	2	\$0.75	\$1.50
	Borrador	2	\$0.50	\$1.00
	Transporte de	1camioneta	\$50.00	\$50.00

Otros	lodos			
	Transporte	8 viajes	\$ 0,25	\$ 2.00
	Alimentación		\$25.00	\$25.00
	Piedra	50	\$0.25	\$12.50
	Cemento	1	\$8.25	\$8.25
	Estacas	4	\$ 1.00	\$ 4.00
	Sarán negro	2	\$ 1.90	\$ 3,80
	Plástico negro	24m 2	\$1.50	\$36.00
			Sub total	654.55
			10% imprevistos	65.455
			TOTAL	720.005

**Elaborado por:** Tatiana Yanguicela

### 13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 13.1. CONCLUSIONES

- Se concluye que el mejor método para tratar el lodo residual es el de aireación forzada ya que inyectamos oxígeno y así se obtuvo que el proceso se realice de forma rápida, siempre se tuvo en cuenta los parámetros de temperatura apropiada de 40 a 60 grados centígrados, el pH de 6 a 8 y la humedad de 15 a 35% para que se produzca la bacteria termófila ya que nos ayuda a la descomposición microbiana y la obtención de compost.
- En la investigación podemos mencionar que la reproducción por semilla y estaca encontramos una gran diferencia en la especie de aliso ya que las semillas germinaron después de 21 días y las estacas brotaron después de 40 días ya que hubo que reemplazar las plantas ya que no crecían.

- El mejor porcentaje de compost es el de 25, 50 % ya que se constató que las especies crecían al tiempo adecuado después de sembrarlas, pero en comparación con los porcentajes del 0 y 75 % hubo más dificultad para el crecimiento por lo cual se realizaba cambiar la estaca y sembrar otra semilla.

### **13.2. RECOMENDACIONES**

- Se debe realizar un análisis físico químico de los lodos residuales para verificar de que están compuestos los lodos.
- Se recomienda tomar en cuenta que los lodos residuales de las industrias alimenticias nos darán mejor resultado ya que contienen materia orgánica.
- Realizar un análisis micro y macronutrientes para poner la cantidad adecuado a los cultivos y así evitamos que muera la planta.

## 14. BIBLIOGRAFÍA

Adaptación, i. (s.f.). aliso *Alnus acuminata*. Obtenido de aliso *Alnus acuminata*:

<http://elsemillero.net/nuevo/semillas/aliso.html#:~:text=Sustrato%3A%20El%20sustrato%20es%20cr%C3%ADtico,por%20m2.&text=de%20preferencia%20cubra%20el%20sustrato%20con%20aserr%C3%ADn%20grueso%20u%20hojas.>

Añezco, M. (1996). Proyecto Desarrollo Forestal Campesino en los Andes del Ecuador. Quito: Iberia.

Añezco, M., El Aliso, Editorial Fernando Heredia, Quito- Ecuador, 1996, vol1, p. 1-48

Arévalo, M. P., & Lituma, V. P. (15 de 07 de 2010). Scientific paper. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/8784/1/Digestion%20de%20lodos%20residuales%20de%20las%20lagunas%20de%20oxidacion%20de%20Ucumbamba.pdf>

Asamblea Constituyente. (2008). Constitución de la República del Ecuador. Ciudad de Alfaro: Registro Oficial.

Beltrán, D.J., & Lora, F. de. (1990), *Tratamiento de aguas residuales reverte*.

Bermeo & Idrovo (2014) Aprovechamiento de lodos deshidratados generados en plantas de tratamiento de agua potable y residuales como agregado para materiales de construcción, Universidad de Cuenca. Recuperado a partir de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/20868/1/Tesis.pdf>

Burgos, B. L. (22 de 11 de 2017). Medición de PH. Obtenido de <http://www.slideshare.net>.

Blanco, L. (2020). Lifeder, Aliso: características, hábitat, cultivo, usos. Obtenido de Lifeder, Aliso: características, hábitat, cultivo, usos: <https://www.lifeder.com/aliso/>

Brewer LJ, Sullivan DM (2003) Maturity and stability evaluation of composted yard trimmings. *Compost Science & Utilization* 11(2): 96–112.

Cardoso & Ramírez, Identificación de sistemas de tratamiento de lodos residuales, Comisión Nacional del Agua, Subdirección General de

Administración del Agua Recuperado a partir de <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Noticias/lodosresiduales.pdf>

Carillo, F. P. (1998). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Obtenido de Propiedades físicas y mecánicas en cinco especies nativas: Aliso, Arrayán, Capulí, Molle y Quinuar: <http://bibliotecas.esPOCH.edu.ec/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=39218>

CEDEX. (2013). Lodos de depuradoras. Obtenido de [www.cedexmateriales.es](http://www.cedexmateriales.es)

CEPIS/REPAMAR. (20 de 05 de 2015). Manejo ambientalmente adecuado de lodos provenientes de planta de tratamiento. Obtenido de <http://www.cepies.org.pe78>

COA abril de 2017, Código Orgánico del Ambiental vigente en abril de 2018.

CONIF, (2002). Aplicación de métodos de estacas e injertos para la Propagación Vegetativa de Cordia alliodora (Ruíz y Pavón) Oken y Tabebuia rosea (Bertol) DC. Serie de Documentación N47. 61p

Competitividad. (2016). doi:<http://www.competitividad.org.do/wp-content/uploads/2016/05/Gu%C3%ADa-de-t%C3%A9cnicas-m%C3%A9todos-y-procedimientos-de-reproducci%C3%B3n-asexual-o-vegetativa-de-las-plantas.pdf>

Constituyente, A. (2008). Constitución de la República del Ecuador. Ciudad de Alfaro: Registro Oficial.

Danielvif. (18 de 09 de 2011). Alternativas para el manejo y control de lodos residuales. Obtenido de Tratamiento de lodos: [www.blogdpost.com](http://www.blogdpost.com)

DE Irun-Fuenterrabia, E.(s.f.). La Unión Europea, en respuesta a la amenaza de contaminación de los fangos extraídos del agua depurada, ha emitido la Directiva N° 86/278/CEE, que establece tres salidas posibles para el destino final de estos residuos: la valorización agrícola, la valorización energética y el vertedero. Recuperado a partir de <http://www.degremont.pt/pt/imagenes/pdf/folletofangos.pdf>

DICYT. (2011). Agencia IberoAmericana. Obtenido de [www.dicyt.com](http://www.dicyt.com)

Ecuador.ec, F. (12 de 10 de 2017). Ubicación Geográfica de Quito Obtenido de [www.forosecuador.ec](http://www.forosecuador.ec)

- Elena, P. Z. (26 de 04 de 2016). Tratamiento de lodos residuales mediante procesos electroquímicos. Obtenido de UPS. PDF: <http://dspace.ups.edu.ec>
- Esteve, J. (14 de 05 de 2012). Reciclaje Verde. Obtenido de Compost: Fabricación de fertilizantes naturales: <http://reciclajeverdewordpress.com>
- Fluence. (1 de 09 de 2017). Reducción de Huella Hídrica Agrícola. Obtenido de <http://www.fluencecorp.com>
- García, E. D. (31 de 10 de 2008). Reciclaje: utilización de desechos orgánicos para obtener abono orgánico. Obtenido de repositorio.ufq.edu.ec.pdf
- GC Isaza–Arias, M. P.–M.–C.–N. (26 de noviembre de 2009). scielo. Obtenido de scielo: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0186-29792009000300005](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-29792009000300005)
- Henríquez, O. (2011). Análisis y criterios mínimos para la aplicación de lodos. Obtenido de <http://mgpa.forestalchile.cl/tesis/henriquez.pdf>.
- Hierbas y plantas medicinales. (2019). Propiedades medicinales del Aliso. Obtenido de [hierbasyplantasmedicinales.com](http://hierbasyplantasmedicinales.com)
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, ... (2010). INEC. Obtenido de <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-de-poblacion-y-vivienda/>
- Jaume, A. T. (2013). Depuración y regeneración de aguas residuales urbanas. Universidad de Alicante.
- LENNTECH. (15 de 11 de 2017). Obtenido de <http://www.lenntech.es/tipo-de-lodos.htm>
- Lombricultura, M. d. (03 de 7 de 2017). Manual de lombricultura. Obtenido de [www.manualdelombricultura.com](http://www.manualdelombricultura.com)
- Lorena, H. P. (24 de 09 de 2016). Viaje al mundo de los lodos. Obtenido de [viajealmundodeloslodos.blogspot.com](http://viajealmundodeloslodos.blogspot.com)
- Lothar Hess Max (s.f). Reducción y disposición final de lodos, incineración, relleno, disposición en el terreno recuperado a partir de <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/scan2/05862/05862-19.pdf>
- María, T. (12 de 04 de 2015). Universidad Nacional Agraria de la Selva. Obtenido de <http://www.unas.edu.pe/pdf>
- MARTA LEONOR MARULANDA, J. L. (diciembre de 2006). CARACTERIZACIÓN MOLECULAR DE PROGENIES DE ALISO *Alnus acuminata* H.B.K. Obtenido de CARACTERIZACIÓN

MOLECULAR DE PROGENIES DE ALISO *Alnus acuminata* H.B.K:  
file:///C:/Users/XPC/Downloads/6353-4145-1-PB.pdf

Marmolejo, L. y. (2003). Mejoramiento del potencial agrícola. Obtenido de Instituto Colombiano de Normas Técnicas: [www.scielo.org.com.pdf](http://www.scielo.org.com.pdf)

Melgar, M. S. (24 de agosto de 2018). Aliso protección ambiental en climas templados y frios. Obtenido de Aliso protección ambiental en climas templados y frios: <https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/arbol-aliso-alnus-jorullensis-t41098.htm>

Nieto, J. (2015). Instituto medio ambiente. Obtenido de instituto medio ambiente: <http://idmaperu.org/idma/wp-content/uploads/2014/07/EL-ALISO.pdf>

Oropeza, N. (2006). Lodos residuales: estabilización y manejo. Obtenido de Departamento de Ingeniería, Universidad de Quintana Roo. México: <http://dci.orqroo.mx.pdf>

Ortiz-Hernández, L., Gutiérrez-Ruiz, M., & Sánchez-Salinas, E. (1995). Propuesta de manejo de los lodos residuales de la planta de tratamiento de la ciudad industrial del valle de Cuernavaca, Estado de Morelos, México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 11(2), 105-115

Pérez, Z. M. (2016). Tratamiento de Lodos Residuales procedentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales mediante procesos Electroquímicos para la disminución de Metales Pesados. Cuenca. Obtenido de file:///C:/Users/Katty/AppData/Local/Temp/UPS-CT005868.pdf

P&J. (2014). Plantas y Jardín. Recuperado el 02 de 02 de 2020, de <http://plantasyjardin.com/2014/03/la-reproduccion-por-semilla/>

RECOA. (12 de junio de 2019). Expídese el Reglamento al Código Orgánico del Ambiente. Obtenido de Expídese el Reglamento al Código Orgánico del Ambiente.: <https://www.asobanca.org.ec/sites/default/files/REGLAMENTO%20AL%20OC%C3%93DIGO%20ORG%C3%81NICO%20DEL%20AMBIENTE.pdf>

Rojo, M. M. (15 de 10 de 2005). Capitulo IV Lodos. Obtenido de [catrina.udlap.mx.pdf](http://catrina.udlap.mx.pdf)

Román, P., Martínez, M., & Alberto, P. (2013). Manual de compostaje del agricultor. Santiago de Chile: FAO.

Rosario, J. S. (097 de 2013). Lombricultura. Obtenido de [sandradelrosariojimenez.blogpost.com](http://sandradelrosariojimenez.blogpost.com)

Salazar-Ramirez, LF; Pineda-Gomez, DM; Estevez Varon, JV; Castaño-Villa, GJ. 2014. Riqueza y abundancia de aves frugívoras y nectarívoras en una plantación de Aliso (*Alnus acuminata*) y un bosque secundario en los Andes Centrales de Colombia. *Boletín Científico Del Centro De Museos* 18(1): 67-77.

S.A., P. (18 de enero de 2012). Cuidado del medio ambiente. Obtenido de cuidado del medio ambiente: [http://www.prodegel.com.ec/index.php?option=com\\_content&view=category&layout=blog&id=15&Itemid=16&lang=es](http://www.prodegel.com.ec/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=15&Itemid=16&lang=es)

Segob. (15 de 09 de 2003). Diario Oficial de la Federación. Obtenido de [www.dof.gob.mx](http://www.dof.gob.mx)

SPENA. G. (2010). tratamientos de aguas. Obtenido de tratamientos de aguas: <https://spenagroup.com/tipos-tratamiento-agua-aguas-residuales/>

Suárez, L. J., Jácome, B. A., & Ures, R. P. (2015). Tecnologías de espesamiento. Serie: tratamiento de fangos. Universidad de Coruña, Water and Environmental Engineering Group, España. Obtenido de <https://www.wateractionplan.com/documents/177327/558161/Tecnolog%C3%ADa+s+de+espesamiento.pdf/5937d248-06a9-c654-cd44-4583aca5acdb>

Susana. (2005 de 03 de 2005). Compostaje de lodos. Obtenido de <http://www.compostaje-de-lodos.com/pdf>

Tiquia SM (2002) Evolution of extracellular enzyme activities during manure composting. *Journal of Applied Microbiology* 92: 764–775

Trejo Vélez, M., & Agudelo Cardona, N. (2012). Propuesto para el aprovechamiento de lodos de la planta de tratamiento de aguas residuales de la empresa comestible La Rosa como alternativa para la generación de biosólidos. Recuperado a partir de <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/handle/11059/2775>.

Villar, C. M., Marcelo, B. F., & Baselly, V. J. (2018). Respuesta de la *Cinchona officinalis* L. al método de propagación asexual mediante estacas y esquejes. Obtenido de [http://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/inia/909/1/VillarMetodo\\_propagacion\\_asexual.pdf](http://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/inia/909/1/VillarMetodo_propagacion_asexual.pdf)

VIVIR, P. D. (2017). Plan Nacional para el Buen Vivir 2017-2021. Obtenido de Plan Nacional para el Buen Vivir 2017-2021: <https://www.gobiernoelectronico.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/09/Plan-Nacional-para-el-Buen-Vivir-2017-2021.pdf>

Werner, L. (2017). Eco Siglos. Obtenido de Como hacer compost: [www.ecosiglos.com](http://www.ecosiglos.com).

Fabián Yáñez (sf) Digestión anaerobia de lodos residuales

## ANEXO

 <p>zona de estudio</p>	 <p>limpieza del terreno</p>
 <p>construcción de platabanda</p>	 <p>construcción del vivero</p>
 <p>lodos residuales</p>	 <p>estabilización de lodos residuales</p>



colocación de lodos a la platabanda



Instalación de aireación forzada



Recolección de semilla



Obtención de semillas



Fundas con estacas



Fundas con semilla



Crecimiento en estaca



Crecimiento semilla

## AVAL TRADUCCIÓN

---



### CENTRO DE IDIOMAS

#### AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de docente en Idiomas Ingles de la Unidad Educativa Academia Aeronáutica Mayor Pedro Traversari N°2; en formato legal **CERTIFICO** que: La traducción del resumen de tesis al Idioma Ingles presentado por la Señorita Egresada de la carrera de **INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE** de la **FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**: **YANGUICELA CAIZA TATIANA MARISOL**, cuyo título versa **USO DE LODOS RESIDUALES COMPOSTADOS COMO COMPONENTE PORCENTUAL DE SUSTRATOS EN DOS MÉTODOS DE PROPAGACIÓN DE ALISO (*ALNUS GLUTINOSA*) EN LA PROVINCIA DE PICHINCHA, MACHACHI, PERIODO 2019-2020**, lo realizo bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo lo que puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estime conveniente.

22 de septiembre del 2020

Atentamente,

Leda Lorena Díaz Caicedo

**DÓCENTE CENTRO DE IDIOMAS**