



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES

CARRERA INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

“USO DE LODOS RESIDUALES COMPOSTADOS COMO COMPONENTE PORCENTUAL DE SUSTRATOS EN DOS MÉTODOS DE PROPAGACIÓN DE NÍSPERO (*Eriobotrya japónica*), EN LA PROVINCIA DE PICHINCHA, QUITO, PERIODO 2019-2020”.

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

Autor:

Wilmer Gerardo Paucar Paucar

Tutor:

. Daza Guerra Oscar Rene Mg. Ing

LATACUNGA-ECUADOR

Septiembre 2020

DECLARATORIA DE AUTORÍA

Yo, **Paucar Paucar Wilmer Gerardo** declaro ser autor del presente proyecto de investigación: **“USO DE LODOS RESIDUALES COMPOSTADOS COMO COMPONENTE PORCENTUAL DE SUSTRATOS EN DOS MÉTODOS DE PROPAGACIÓN DE NÍSPERO (Eriobotrya japónica), EN LA PROVINCIA DE PICHINCHA, QUITO, 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.

Latacunga, 18 de septiembre del 2020



Paucar Paucar Wilmer Gerardo

C.I. 172421493-5

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 Paucar Paucar Wilmer Gerardo, identificado con C.C. N° 172421493-5, de estado civil soltero y con domicilio en Quito, parroquia Alangasí, a quien en lo sucesivo se denominará **EL 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 LA CESIONARIA en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA.- EL 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 NÍSPERO (Eriobotrya japónica), EN LA PROVINCIA DE PICHINCHA, QUITO, 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 Níspero (Eriobotrya Japónica), en la Provincia de Pichincha, Quito, periodo 2019-2020”.

CLÁUSULA SEGUNDA. - LA CESIONARIA 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, **EL CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** 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 **LA CESIONARIA** 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.
- f) 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 **LA CESIONARIA** 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 **LA CESIONARIA** 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. - LA CESIONARIA

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.



Paucar Paucar Wilmer Gerardo

EL CEDENTE

Ing. MBA. Cristian Tinajero Jiménez

EL CESIONARIO

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 NÍSPERO (*Eriobotrya japónica*), EN LA PROVINCIA DE PICHINCHA, QUITO, PERIODO 2019-2020”, de Paucar Paucar Wilmer Gerardo, 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. Oscar Rene Daza Guerra
TUTOR DEL PROYECTO
C.I:040068979-0

AVAL DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE TESIS

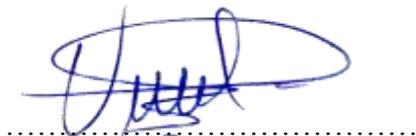
En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, el postulante: Paucar Paucar Wilmer Gerardo con el título del Proyecto de Investigación: :“**USO DE LODOS RESIDUALES COMPOSTADOS COMO COMPONENTE PORCENTUAL DE SUSTRATOS EN DOS MÉTODOS DE PROPAGACIÓN DE NÍSPERO (Eriobotrya japónica), EN LA PROVINCIA DE PICHINCHA, QUITO, 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.

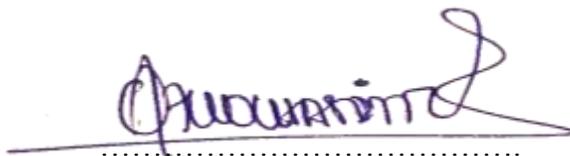
Latacunga, 18 de septiembre del 2020



Ph.D. Ilbay Yupa Mercy
Lector 1(Presidente)
CC: 060414790-0



Ph. D. Córdova Yanchapaxi Vicente
Lector 2
CC: 180163492-2



Lector 3
M.Sr. Chasi Vizquete Paolo
CC: 050240972-5

AGRADECIMIENTO

A mi Madre, María Elsa Paucar quien fue el motor y motivo de seguir siempre adelante con esfuerzo, dedicación y perseverancia,

Agradecerle de manera especial a la Universidad Técnica de Cotopaxi, a la Facultad de CAREN y principalmente a la Carrera de Ingeniería en Medio Ambiente que supo acogerme en su manto de sabiduría y conocimiento dándome la oportunidad de formarme académicamente.

Al Ing. Juan José Bertero, Lizabetta Lanfranco de Bertero y Diego Iza por toda la ayuda, confianza y cariño sin ustedes esto no sería posible.

Infinitas gracias al Ing. Mg. Oscar Daza, director del presente proyecto por su invaluable dirección en el desarrollo en este trabajo de investigación. Al tribunal de lectores Ph.D. Mercy Ilbay, Ph.D. Vicente Cordova, M.Sc Paolo Chasi por tomarse su tiempo para revisar este trabajo y brindarme su ayuda para culminarlo.

Wilmer Gerardo Paucar Paucar

DEDICATORIA

Este trabajo de titulación se lo dedico principalmente a mi madre María Elsa Paucar, por su sacrificio, rectitud y amor que permitieron que lograra esta meta y demostrarme que todo es posible.

A mis queridos abuelitos Manuel Francisco y María Francisca Paucar, a mi tía María Yolanda Paucar por haberme forjado como la persona que soy y sus consejos, siempre los llevo presente viven en mis recuerdos los amo mucho.

Wilmer Gerardo Paucar Paucar

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 Níspero (*Eriobotrya japónica*), en la Provincia de Pichincha, Quito, Periodo 2019-2020”.

Autor: Paucar Paucar Wilmer Gerardo

RESUMEN

En el proyecto de investigación tiene como finalidad, evaluar el uso de lodos residuales compostados como componente porcentual de sustratos en dos métodos de producción sexual (semillas) y asexual (estacas), en la especie de Níspero (*Eriobotrya japónica*), el estudio se desarrolló en dos etapas: primero, acondicionamiento del lodo residual proveniente de industria alimenticia, se obtuvo el compost con dos procesos, método de aireación forzada es eficaz, rápida, debido a que los parámetros de compostaje (pH 7, temperatura 56°C, humedad 35%) se encontraban en rangos óptimos y se obtuvo en 9 semanas, mientras que el método de aireación manual tenía una diferencia en los parámetros de compostaje por tal motivo tardó 15 semanas con el mismo resultado, sin embargo, el compost de este método no se logró utilizar debido al tiempo ya que comenzaba la segunda etapa del estudio. La metodología que se implementó es un Diseño de Bloques al Azar (DBA), se comparó el efecto de tres porcentajes de sustrato 25%, 50%, 75% y tierra del lugar como (testigo) utilizado en dos métodos de propagación semillas y estacas con 2 repeticiones y 16 tratamientos en total en el diseño. Para comprobar las diferencias entre variables se realizó un análisis de varianza y la prueba de significación de Tukey al 5% en los tratamientos. En los tres porcentaje de compost, por propagación de semillas, al 50% (a2b2) germinaron las 20 semillas dando un total del 100% de germinación en cuatro semanas en el porcentaje de 75% (a3b2) germinaron 16 semillas dando un 76% de germinación en tres semanas con un promedio en tamaño de hojas de 2.25 y en el tallo de 4.10 de altura en el porcentaje de 25% germinaron 18 semillas dando un porcentaje de 95% germinación a las 6 semanas el testigo (a4b2) germinaron 15 semillas dando como resultado un 75% de germinación a las 8 semanas, en el método de propagación por estacas en las tres cantidades de porcentajes de sustrato 25%, 50%, 75% hubo brotes del 10% de las estacas sembradas y en el testigo no

brotó ninguna planta, es decir, el porcentaje de sustrato al 75% es donde hubo mejor resultado en la siembra de níspero (*Eriobotrya japonica*) por el método de producción en semillas.

Palabras claves: Aireación, Brotes, Compost, Estacas, Semillas.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES

THEME: Use Of Composted Waste Mud As A Percentage Component Of Substances In Two Methods Of Propagation Of Nisper (*Eriobotrya JAPONICA*), In The Province Of Pichincha, Quito, Period 2019-2020

Author: Wilmer Gerardo Paucar Paucar

ABSTRACT

This research aims to evaluate three quantities of compost in two production methods: sexual (seeds) and asexual (stakes), in the Loquat species (*Eriobotrya japonica*); the study was developed in two stages: first, conditioning of the residual sludge from the food industry where the compost was obtained with two processes: the forced aeration method which is effective and fast because the composting parameters (pH 7, temperature 56 ° C, humidity 35%) were in optimal ranges and it was obtained in 9 weeks; while the manual aeration method had a difference in the composting parameters, for this reason, it took 15 weeks with the same result; however, the compost of this method was not able to be used due to time since the second stage of the study began. The Random Block Design was implemented as methodology, the effect of three percentages of substrate were compared: 25%, 50%, 75%, and the soil of the place used (control) in two methods of propagation seeds, and stakes with 2 repetitions and 16 treatments in total. To check the differences between variables, an analysis of variance, and the 5% Tukey significance test were performed in the treatments. In the three percent of compost, by seed propagation, at 50% (a2b2) the 20 seeds germinated, giving a total of 100% germination in four weeks; at 75% (a3b2), 16 seeds germinated, giving 76% of germination in three weeks with an average leaf size of 2.25 and in the stem of 4.10 in height; at 25%, 18 seeds germinated giving a percentage of 95% germination in 6 weeks; the control (a4b2), 15 seeds germinated giving, as a result, 75% germination in 8 weeks. In the method of propagation by stakes, in the three amounts of percentages of substrate 25%, 50%, 75%, there were shoots of 10% of the planted stakes, while in the control soil did not sprout any plants, so the substrate percentage at 75% is where the best results were obtained in the sowing of Loquat (*Eriobotrya japonica*) by the seed production method.

Keywords: Aeration, Sprouts, Compost, Stakes, Seeds.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPITULO I.....	21
1.INFORMACIÓN GENERAL.....	21
2.INTRODUCCION.....	22
3.JUSTIFICACIÓN.....	22
4.BENEFICIARIOS DEL PROYECTO.....	23
5.EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	24
6.OBJETIVOS.....	24
6.1.Objetivo General.....	24
6.2.Objetivos Específicos.....	25
7.ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN CON LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.....	25
CAPITULO II.....	27
8.FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	27
8.1.ANTECEDENTES.....	27
8.2.LODO RESIDUAL.....	28
8.2.1.Tipos de lodos residuales.....	29
8.2.1.1.Lodo crudo.....	29
8.2.1.2.Lodo primario.....	29
8.2.1.3.Lodo secundario.....	30
8.2.1.4.Lodo terciario.....	30
8.3.USO DE LODOS PROVENIENTES DE PLANTAS DE TRATAMIENTO.....	31
8.4.TRATAMIENTOS PARA LODOS RESIDUALES.....	31
8.4.1.Espesamiento.....	31
8.4.1.1.Espesamiento por gravedad.....	31
8.4.1.2.Espesamiento por flotación.....	32
8.4.1.3.Espesamiento por centrifugación.....	32
8.4.2.Estabilización.....	32
8.4.2.1.Digestión aerobia.....	32
8.4.2.2.Adicionamiento químico.....	33
8.4.3.Incineración.....	33
8.4.4.Desinfección.....	33
8.5.LOS LODOS PUEDEN SER UTILIZADOS DE DIVERSAS MANERAS.....	33
8.5.1.Compostaje.....	34

8.5.1.1.Sistema de compostaje	34
8.5.1.2.Parámetros para la producción de compost	35
8.6.MÉTODOS DE PRODUCCIÓN	36
8.6.1.Reproducción sexual	36
8.6.1.1.Propagación por semilla	36
8.6.2.Reproducción Asexual	37
8.6.2.1.Propagación por estacas	37
8.7.PRODUCCIÓN DE LA ESPECIE	38
8.7.1.Níspero (Eriobotrya japónica)	38
8.7.2.Clasificación científica	38
8.7.3.Descripción botánica	38
8.7.3.1.Árbol	38
8.7.3.2.Flores	39
8.7.3.3.Raíz.	39
8.7.3.4.Hojas	39
8.7.3.5.Fruto	39
8.7.4.Propagación	39
8.7.4.1.Propagación sexual o por semilla	39
8.7.4.2.Propagación asexual o por estacas	40
8.7.5.Valores nutritivos	40
CAPITULO III	41
9.HIPÓTESIS	41
9.1.Hipótesis Nula	41
9.2.Hipótesis Alternativa	41
9.3.Operacionalización de variables	41
10.METODOLOGÍAS/DISEÑO EXPERIMENTAL	41
10.1.Ubicación	42
10.2.Metodología de investigación	43
10.2.1.Modalidad básica de investigación	43
10.2.1.1.De Campo	43
10.2.1.2.Bibliografía Documental	43
10.2.2.Tipo de Investigación	43
10.2.2.1.Descriptiva	43
10.2.2.2.Experimental	43
10.3.Manejo específico del experimento	44

10.3.1. Identificación del área de estudio	44
10.3.2. Diseño de Bloque al Azar	44
10.3.3. Implementación del DBA	44
10.3.4. Muestreos	45
10.4. Factores evaluados	45
10.4.1. Factor a: Porcentajes	45
10.4.2. Factor b: Producción	45
10.5. Diseño experimental	45
10.5.1. Pruebas de Estadísticas	46
10.5.2. ADEVA	46
10.5.3. Indicadores a evaluarse	46
10.5.3.1. Germinación	46
10.5.3.2. Altura de planta	46
10.5.3.3. Tamaño de hojas	46
10.5.3.4. Rendimiento por porcentaje de compost	47
10.5.4. Manejo específico del ensayo en campo	47
10.5.4.1. Materiales y equipo de campo	47
10.5.4.2. Materiales de oficina	47
10.5.4.3. Disposición del experimento	48
10.6. Explicación del proceso para la obtención del compost	48
10.6.1. Infraestructura	49
10.6.1.1. Construcción de la compostera platabanda procedimiento	49
10.6.2. Tratamiento de lodo residual proveniente de empresas con actividad económica alimentaria	49
10.6.3. Tratamiento compostaje de lodos	50
10.6.4. Parámetros de compostaje en lodos	51
10.6.4.1. Aireación Manual:	51
10.6.4.2. Aireación Forzada:	56
CAPITULO IV	62
11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	62
11.1. Tratamiento adecuado para la obtención del compost	62
11.2. Mejor porcentaje de compost	62
11.2.1. Germinación	63
11.2.2. Tamaño de hojas	64
11.2.3. Altura de planta	66

11.2.4.Brote.....	68
11.3.Verificación de la Hipótesis	69
12.IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS)	69
13.PRESUPUESTO	70
14.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	71
14.1.CONCLUSIONES	71
14.2.RECOMENDACIONES	72
15.BIBLIOGRAFÍA.....	73
16.ANEXOS.....	79

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Beneficiarios del proyecto.....	23
Tabla 2. Objetivos y Actividades.....	25
Tabla 3. Clasificación científica.....	38
Tabla 4. Operacionalización de variables.....	41
Tabla 5. Ubicación política territorial.....	42
Tabla 6. Ubicación Geográfica.....	43
Tabla 7. Características de la unidad experimental.....	44
Tabla 8. Interacción de tratamientos en estudio.....	45
Tabla 9. Esquema de ADEVA.....	46
Tabla 10. Materiales y equipo de campo.....	47
Tabla 11. Materiales de oficina.....	47
Tabla 12. Datos de temperatura (Platabanda 1).....	52
Tabla 13. Ejemplo de toma de pH en la platabanda 1.....	53
Tabla 14. Datos de pH (Platabanda 1).....	53
Tabla 15. Formula de humedad relativa para suelo.....	55
Tabla 16. Datos obtenidos de la humedad (Platabanda 1).....	55
Tabla 17. Resultado del ejercicio de humedad.....	55
Tabla 18. Datos de humedad (Platabanda 1).....	56
Tabla 19. Datos de temperatura (Platabanda 2).....	57

Tabla 20. Ejemplo de toma de pH en la platabanda 2.	58
Tabla 21. Datos de pH (Platabanda 2).	58
Tabla 22. Formula de humedad relativa para suelo.	60
Tabla 23. Datos obtenidos de la humedad.	60
Tabla 24. Resultado del ejercicio de humedad.	60
Tabla 25. Datos de humedad (platabanda 2).	61
Tabla 26. Análisis de varianza, variable cantidad de germinación.	63
Tabla 27. Prueba Tukey para las cantidades de porcentaje de compost en la germinación.	63
Tabla 28. Análisis de varianza, variable tamaño de hojas.	64
Tabla 29. Prueba Tukey para tamaño de hojas en semillas germinadas.	65
Tabla 30. Análisis de varianza, variable altura de planta.	66
Tabla 31. Prueba Tukey para altura de planta en semillas germinadas.	67
Tabla 32. Presupuesto.	70

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ejemplo de lodo crudo.	29
Figura 2. Ejemplo de lodo primario.	29
Figura 3. Ejemplo de lodo secundario.	30
Figura 4. Ejemplo de lodos producidos del tratamiento de aguas residuales.	30
Figura 5. Ubicacion territorial del área de estudio.	42
Figura 6. Área de estudio.	42
Figura 7. Diseño de Bloques al Azar del experimento.	45
Figura 8. Plano de platabandas (Compostera).	48
Figura 9. Temperatura de la platabanda 1.	52
Figura 10. Escalas de pH.	53
Figura 11. pH de la platabanda 1.	54
Figura 12. Humedad de la platabanda 1.	56
Figura 13. Temperatura de la platabanda 2.	57
Figura 14. pH de la platabanda 2.	59
Figura 15. Humedad de la platabanda 2.	61

Figura 16. Porcentaje de cantidad de semillas germinadas.	64
Figura 17. Tamaño de hojas de plantas germinadas.	66
Figura 18. Altura de planta (cm) en semillas germinadas.	67
Figura 19. Porcentaje del brote de estaca.	68

CAPITULO I

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del proyecto:

“Preparación y Evaluación de tres cantidades de compostaje de lodos residuales en dos métodos de producción de níspero en el Cantón Quito, Provincia de Pichincha 2020”

Fecha de inicio/finalización: septiembre 2019 – marzo 2020

Lugar de ejecución:

Provincia de Pichincha, Cantón Quito, Barrio San Antonio.

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:

Paucar Paucar Wilmer Gerardo

Lectores:

1. Ph. D. Ilbay Yupa Mercy
2. Ph. D. Córdova Yanchapanta Vicente
3. Ing. Chasi William Paolo

Área de conocimiento:

Servicios: Protección del ambiente

Línea de Investigación de la carrera:

Análisis, conservación y aprovechamiento de la biodiversidad local.

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

2. INTRODUCCION

Como efecto del crecimiento poblacional existe el incremento de contaminación en 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.

Un efecto de contaminación al suelo importante es el inadecuado manejo y disposición final de lodos residuales provenientes de empresas dedicadas a la elaboración de alimentos.

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 y contaminación al suelo. A su vez la disposición final de los lodos residuales se la realiza mediante el proceso de incineración, esta técnica tiene un elevado costo de operación y no garantiza la disposición final de los desechos.

3. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad se busca nuevas alternativas para la producción de plantas forestales mediante un tratamiento más ecológico con el medio ambiente por este motivo utilizamos los lodos residuales provenientes de la industria alimenticia para la obtención del compost.

Estudios realizados por (Varnero, Rojas, & Orellana, 2014) determina al compostaje como un proceso donde los residuos orgánicos biodegradables se descomponen mediante una oxidación bioquímica, bajo condiciones controladas, generando CO₂ y H₂O, energía calórica y materia orgánica estabilizada o compost.

Según (Román, Martínez, & Pantoja, 2013) menciona que el compostaje es una tecnología sencilla y económica para aprovechar toda clase de residuos biodegradable, desde desechos de jardín o cocina, papeles hasta estiércol de animales, pudiendo aplicarse tanto a gran escala (a nivel municipal o empresarial) como individualmente.

Reutilizar lodos residuales, su relevancia es la aplicación de un tratamiento para la descomposición de lodos residuales para la obtención de abono orgánico especialmente humus.

Como parte de la mejora continua en el área de agricultura el Barrio San Antonio, se proyecta aplicar sus principios ambientales utilizando procesos de producción más limpia, por medio de aprovechamiento de lodos residuales.

El presente proyecto de investigación es una propuesta de un sistema de tratamiento de descomposición del lodo residual tratados en tres cantidades 25%, 50% y 75%, el permitirá obtener minerales adecuados en el suelo para el crecimiento de las plantas, por dos métodos de producción semilla y estaca.

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Tabla 1. *Beneficiarios del proyecto.*

BENEFICIARIOS DIRECTOS		BENEFICIARIOS INDIRECTOS	
Barrio San Antonio		Parroquia Alangasi	
HOMBRES	60	HOMBRES	11.851
MUJERES	70	MUJERES	12.400
TOTAL	130	TOTAL	24.251

Elaborado por: Paucar Wilmer

Fuente: (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2010)

5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

A nivel mundial el sector industrial de alimentos 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 reutilizados porque tiene altos contenidos de sustancias tóxicas y químicas los cuales provocarían la contaminación del suelo, sin embargo, países en vías de desarrollo no consideran los lodos residuales como un desecho a tratar, debido a esto existe una nula inversión en infraestructura para su tratamiento previo y disposición final, mientras que los países subdesarrollados invierten económicamente en infraestructura para la reducción y estabilización de los lodos.

La unión europea realiza un control riguroso sobre la cantidad, calidad, disposición final y aprovechamiento de los lodos que son destinados a la agricultura, generación de energía, relleno en tierra y elaboración de compostaje.

En Ecuador los vertidos de lodos residuales a los rellenos sanitarios o las descargas directas a los ríos es un problema que genera las empresas dentro de sus procesos de producción ya que no es económicamente viable, pero provoca la contaminación ambiental, ya que el inadecuado manejo y disposición final de lodos residuales provenientes de la industria alimenticia, estos lodos mediante un tratamiento son aptos para su reutilización generando un abono orgánico para la agricultura. Sin embargo, se lo considera como un desecho.

Basado en la problemática el proyecto presenta una alternativa sostenible para así contribuir en la disminución del deterioro ambiental (recurso suelo) reutilizando los lodos residuales se aprovecha el potencial que tiene, obtenido como resultado el compost el cual es eficiente y eficaz para la producción de plantas forestales, ornamentales, etc.

6. OBJETIVOS

6.1. Objetivo General

Evaluar tratamientos para compostaje de lodos residuales como componente porcentual de sustratos en dos métodos de propagación de níspero (*Eriobothrya japonica*) en la provincia de Pichincha, Quito, periodo 2019-2020”.

6.2. Objetivos Específicos

- ✓ Acondicionar lodos residuales para compostaje
- ✓ Comparar diferentes porcentajes de lodos residuales compostados en sustratos para propagación de Níspero
- ✓ Evaluar métodos de propagación para Níspero

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

Tabla 2. *Objetivos y Actividades.*

Objetivos	Actividades	Resultado de la actividad	Descripción de la actividad (técnicas e instrumentos)
<ul style="list-style-type: none"> • Acondicionar lodos residuales para compostaje. 	<ul style="list-style-type: none"> • Recolección de la materia orgánica. • Adecuación del sitio. • Proceso de compostaje. 	<ul style="list-style-type: none"> • Lodo residual compostado. 	<p>Técnica</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.-Construcción del compostador. 2.-Colocación de lodos en las composteras. 3.-Aireación forzada y aireación manual en los lodos <p>Instrumentos:</p> <p>Cámara fotográfica.</p> <p>Materiales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Materiales • Plástico • Caña guadua • Tubos PVC • Ladrillos • Cemento • Sarán
<ul style="list-style-type: none"> • Comparar diferentes porcentajes de lodos residuales compostados en sustratos para 	<ul style="list-style-type: none"> • Mezcla de los diferentes porcentajes de lodos compostados con tierra del lugar. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mejor porcentajes de los residuales para propagación. 	<p>Técnica</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.-Teniendo como referencia que el 100% son 20 libras la mezcla del 25% consta de 5 lb de compost y 15 lb de tierra completando el

<p>propagación de níspero</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Sembrado con los diferentes porcentajes. 		<p>100% y el mismo procedimiento se aplica a los porcentajes restantes del 50% y 75%.</p> <p>2.-Obtenido la mezcla con los diferentes porcentajes procedemos a llenar las fundas de 4x6.</p> <p>3.-Procedemos a sembrar la especie de níspero por los métodos de producción (semilla y estaca).</p> <p>Instrumentos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Balanza <p>Materiales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fundas • Semilla y Estaca
<ul style="list-style-type: none"> • Evaluar métodos de propagación para níspero. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se verifica el desarrollo del níspero entre los dos métodos de producción. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mejor método de propagación. 	<p>Técnica</p> <p>1.-Seguimiento detallado de la especie durante un mes de sembrado.</p> <p>2.-Comparacion del desarrollo entre los dos tipos de propagación para la elección del mejor método.</p> <p>Materiales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cuaderno de campo.

Elaborado por: Paucar Wilmer

CAPITULO II

8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

8.1. ANTECEDENTES

En el proceso de tratamiento de aguas residuales de las empresas se realiza descargas de basura, arena agua y lodo. “El lodo eliminado de la planta de tratamiento suele ser líquido y sólido, está contenido entre un 0.25% y 12% de sólidos en peso. El lodo resultante de este proceso debe ser pasado por cierto análisis para determinar sus características de corrosividad, explosividad, reactividad, toxicidad, e infecciosas lo que determina si el lodo es peligroso o no peligroso” (Holguín, Morales, Vicencio de la Rosa, & Morales de Casas, 2014).

En el año 1940 los lodos residuales se aplicaban a suelos agrícolas, sin embargo, “con el avance de la tecnología su uso se fue declinando, debido a la aparición de los fertilizantes químicos los cuales eran de muy bajo costo y de muy fácil aplicación. En países desarrollados como Europa, Australia y Estados Unidos se realizan varias investigaciones acerca del manejo y tratamientos de lodos residuales para disminuir la contaminación de acuíferos, acelerar la descontaminación de suelos que están afectados y se utiliza como fertilizante agrícola” (Murcia & Navarro, 2013).

En España “los residuos de aguas y lodos de plantas de tratamiento son utilizados en la agricultura, debido a que se considera el destino adecuado desde un punto de vista ambiental y económico. También se estudia la aplicación de los lodos residuales en el control de filtraciones de productos fitosanitarios al acuífero” (Olcina & Moltó, 2010).

En México fue aprobada la Norma Mexicana NOM – 004 – SEMARNAT – 2002 para “la utilización de lodos y biosólido, en la que se establece los límites máximos permisibles de contaminantes contenidos para su aprovechamiento y disposición final. Estas últimas décadas está siendo muy considerado el uso de lodos residuales en los suelos agrícolas como uno de los métodos de disposición más atractivos ya que su rendimiento en los cultivos es muy positivo” (Ramírez & Rodríguez, 2011).

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 níspero “*achras sapota* L” (Nombre científico) pertenece a la familia de las Sapotáceos, especies tropicales, la mayoría arbórea, utilizadas por los frutos o las resinas extraídas del tronco, incluye entre unos 37 a 75 géneros y cerca de 800 especies. Es un árbol que se presenta un alto grado de polimorfismo, presenta alturas variables, es una planta de crecimiento lento” (Chóez, Hinojoza, & Valdivieso, 2010).

El níspero es originario del sudeste de China, “llegó a Europa desde Japón en el siglo XVIII como un árbol ornamental de casa. Pero en el siglo XIX se dio comienzo con el consumo de los frutos en toda el área de mediterráneo, zona de los cítricos en la que tuvo una adaptación muy buena la especie. El desarrollo a gran escala del cultivo comenzó a finales de los años 60 y principios de los años 70, cuando se empezó a implantar las variedades y técnicas de cultivo utilizadas actualmente” (Jiménez, 2015).

8.2. LODO RESIDUAL

El lodo residual proveniente de empresas dedicadas a la actividad económica alimentaria, tienen un aspecto semisólido:

La aplicación de estos lodos tiene efectos positivos en el suelo ya que disminuye la densidad aparente, aumenta la retención de agua, aporta gran cantidad de nutrientes y de materia orgánica, mejora notablemente el rendimiento de diferentes cultivos. La aportación de nutrientes que tienen los lodos a la agricultura, fácilmente se los puede sustituir a los fertilizantes minerales como la urea y superfosfato triple, en un 50% a partir de la segunda temporada de aplicación y en un 100% durante la tercera temporada para cultivos de maíz. (Limón, 2013)

8.2.1. Tipos de lodos residuales

El lodo generado por las empresas e industrias alimenticias depende del nivel de tratamiento de aguas residuales que posee cada empresa.

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” (Vasquez & Vargas, 2018).

Figura 1. *Ejemplo de lodo crudo.*



Fuente: Empresa Gelco

8.2.1.2. Lodo primario

“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 facilidad” (González, 2015).

Figura 2. *Ejemplo de lodo primario.*



Fuente: Sitio web Gelco

8.2.1.3.Lodo secundario

Aquellos “lodos que pasan por un proceso de clarificación seguido de un tratamiento biológico, tienen 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” (Comisión Nacional del Agua, 2015).

Figura 3. *Ejemplo de lodo secundario.*



Fuente: Sitio web Spena group

8.2.1.4.Lodo terciario

“Lodo generado por tratamientos más avanzados, ya que en el proceso de tratamientos 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).

Figura 4. *Ejemplo de lodos producidos del tratamiento de aguas residuales.*



Fuente: Sitio web Spena group

8.3. USO DE LODOS PROVENIENTES DE PLANTAS DE TRATAMIENTO

Estudios realizados demuestran el gran potencial que tienen los lodos al ser aplicados a los cultivos, poseen un alto contenido de macro y micronutrientes:

Esto contribuye al aumento de producción en los distintos sembríos. El lodo pasa por ciertos procesos o tratamientos para obtener materia orgánica que se pueda utilizar para la producción del compostaje, mismos que actúan como mejoradores en la estructura del suelo y capacidad de retención de agua en épocas de verano. Los lodos son dirigidos o estabilizados y contienen grandes cantidades de agua, el método de deshidratación en lechos de secado es usa en diferentes países tropicales ya que su proceso es sencillo y de bajo costo. (López, Veliz, Fernández, & Espinosa, 2010)

Las tecnologías de tratamiento para los lodos comúnmente más utilizados son “los tratamientos biológicos como la digestión anaerobia, la estabilización y el compostaje, además de procesos físicos como el espesamiento, deshidratación y secado térmico. La ozonificación es una opción de tratamiento viable para los lodos, que reduce la materia orgánica y la contaminación microbiológica, por lo que se logra una adecuada estabilización y desinfección. Además, se elimina alrededor de un 90% de los volúmenes, en reducidos tiempos de tratamiento” (Amador, Veliz, & Bataller, 2015).

8.4. TRATAMIENTOS PARA LODOS RESIDUALES

8.4.1. 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” (Torres, 2017).

8.4.1.1. 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)

8.4.1.2. 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).

8.4.1.3. Espesamiento por centrifugación

“Es el proceso para el espesamiento y secado de los lodos, involucra el almacenamiento de lodo bajo la influencia de fuerzas centrifugadas, tiene ventajas al contrario del espesamiento por flotación, sin embargo, sus costos de investigación y consumo de energía son muy elevados” (Morera, 2018).

8.4.2. Estabilización

“Los lodos generados en el tratamiento primario y biológico de aguas residuales deben ser espesados, estabilizados y desinfectados antes de su disposición final o la reutilización. La línea de tratamientos se enfoca en la reducción del volumen del lodo generado, reducción de la fermentación que conduce a reducir o eliminar su putrefacción que provoca malos olores” (Peñaherrera, 2015).

La elección del tipo de tratamiento para la estabilización de los lodos residuales está en función de la cantidad, calidad y su disposición final, entre ellos están:

8.4.2.1. Digestión aerobia

Es un método de aireación prolongada provocando una mezcla de lodo digerible para el desarrollo de microorganismos aeróbicos. Cuando “la disponibilidad de sustrato o alimento haya agotado, estos microorganismos comenzaran a consumir su propio protoplasma a fin de obtener energía para las reacciones de mantenimiento de las células. Mediante este proceso el 75% a 80% del tejido celular puede ser oxidado y el 20% o 25% restante constituye compuestos orgánicos y componentes inertes que no son biodegradables” (Julio, Peláez, & Molina, 2016)

8.4.2. Adicionamiento químico

“El agregado de aditivos químicos es 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 material disperso. Productos como las sales de hierro y aluminio que actúan como agentes precipitantes en combinación con cal para disminuir el contenido de microorganismos patógenos, y los poli electrolitos que presentan mayores ventajas de eficiencia y facilidad de dosificación” (Trejos & Agudelo, 2012).

8.4.3. Incineración

Conduce a “la combustión de materias orgánicas de los lodos mediante una primera fase de secado y posteriormente combustión, casi todos los incineradores son diseñados para la quema de los lodos con un 75% de humedad”, sigue las siguientes etapas (Peña, 2010):

- ✓ Elevación de la temperatura del lodo a 100°C.
- ✓ Evaporación de agua contenida en el lodo.
- ✓ Elevación de la temperatura del vapor y del gas.
- ✓ Elevación de la temperatura de los sólidos secos hasta el punto de ignición.

8.4.4. Desinfección

“Es un proceso adicional de mucha importancia debido a las normas que registren la aplicación de lodos en el suelo, ya que la protección de la salud pública obliga a controlar el posible contacto con microorganismos patógenos. 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” (Perez, 2016).

8.5. LOS LODOS PUEDEN SER UTILIZADOS DE DIVERSAS MANERAS

- 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” (Rojas & Mendoza, 2012).

- 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” (Rojas & Mendoza, 2012).
- 3) “El lodo seco puede ser empleado como abono o fertilizante en horticultura, cultivos de especies comestibles, plantaciones bananeras, viveros de especies frutales u ornamentales” (Rojas & Mendoza, 2012).

8.5.1. Compostaje

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

Después del tratamiento de lodo se obtendrá como producto final el compost, es un proceso microbiológico aerobio que combina fases mesófilas y termofílicas para conseguir una transformación de un residuo desecho orgánico a un producto final estable, libre de patógenos. 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. (Mendoza & Sanchez, 2012)

“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 retenga agua y hace que los terrenos compactados sean más sueltos y porosos” (Docampo, 2013).

8.5.1.1. Sistema de compostaje

“Existen dos tipos de sistemas de compostaje 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” (Apaza, Mamani, & Sainz, 2015).

a) Sistemas abiertos:

- **Pilas estáticas**

Es una tecnología simple, siendo importante su forma y medida porque los materiales se amontonan en la estructura:

Existen las pilas estáticas con aireación pasiva y con aireación prolongada. 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 (Alvarado & Sepúlveda, 2013)

- **Pilas con volteo**

“En este proceso la pila se debe voltear 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” (Acosta, Zárraga, Rodríguez, & El Zauahre, 2012).

- b) Sistemas cerrados**

“Estos sistemas poseen la ventaja de mantener un control de parámetros, el proceso se caracteriza por llevar a cabo el compostaje cerrados y tienen un costo de instalación muy elevado” (Agrowaste, 2013):

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

8.5.1.2. 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” (Ambiente y Desarrollo Sostenible (AMBIDES), 2012).

- b) **PH:** “Se debe mantener 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” (AEFA, 2017).
- 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” (Lluvichuzca, 2016).
- 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” (Donado, 2013).

8.6. MÉTODOS DE PRODUCCIÓN

8.6.1. Reproducción sexual

La multiplicación de las plantas por semilla se denominan reproducción sexual, “la propagación de plantas es la obtención de nuevas plantas que conserven las características correspondientes a la planta madre. Es la reproducción sexual que implica la formación de gametos que implican la unión de células sexuales masculinas y femeninas para formar el cigoto luego la fecundación en las plantas con flor realiza la polinización para generar otra planta, sin embargo, puede autopolinizarse o autofecundarse” (Soler, 2015).

“La reproducción sexual y la propagación asexual son procesos biológicos importantes para el establecimiento, crecimiento y sobrevivencia de las plantas vasculares. La reproducción sexual empieza con la polinización, la fecundación de las flores, la formación de frutos, la formación hasta el establecimiento de plántulas” (Sánchez, García, & De León, 2011).

8.6.1.1. Propagación por semilla

La “recuperación de la actividad biológica de la semilla, y requiere de condicionantes ambientales favorables: un sustrato húmedo, disponibilidad de oxígeno, temperatura adecuada. La germinación se da por absorción de agua, no siempre es posible, hay especies que no son capaces de germinar, pues sus semillas permanecen en estado de latencia durante

cierto tiempo, hasta que finalmente pierden la capacidad de germinar, la producción de semillas puede estar limitada por la disponibilidad del polen y de los agentes polinizadores, con la consecuente producción de frutos” (Arana & Varela, 2010).

“Las semillas son la unidad de reproducción sexual de las plantas ayuda a perpetuar y multiplicar la especie a la que pertenecen siendo eficaz para que se disperse en el tiempo, espacio y es la unidad móvil de la planta. La semilla de buena calidad representa un insumo estratégico que permite sustentar las actividades agrícolas para mejorar la producción de calidad y rentabilidad con productividad cultivos de forma sostenibles, Una escasez de semillas aptas para la germinación provoca una producción de plántulas.” (Doria, 2010).

8.6.2. Reproducción Asexual

“La propagación vegetativa o clonación, se define como la reproducción de una planta de una célula, un tejido, un órgano (raíces, ramas, hojas), es decir, cualquier parte de una planta da origen a otra con iguales características, debido a las condiciones de crecimiento (luz, temperatura, nutrientes, sanidad)” (Gerrón & Espinosa, 2014).

La multiplicación o propagación vegetativa se produce a través de partes vegetativas de la planta como las yemas, hojas, raíces o tallos que conservan la potencialidad de multiplicarse para genera nuevos tallos y raíces a partir de un grupo de células, esto comprende desde procedimientos sencillos, como la propagación por gajos o segmentos de plantas, hasta procedimientos más complejos como es el cultivo de tejidos *in vitro* (Challco, 2010).

8.6.2.1. Propagación por estacas

“Es una técnica de multiplicación vegetativa que es por la propagación de estacas o esquejes es el método más usado en ciertos frutales, consiste en cortar trozos de brotes, ramas o raíces donde es un suelo propicio enraizaran mientras que en la parte aérea tiene brotes, formando una nueva planta completa” (Villar, Marcelo, & Baselly, 2018).

“Es un método más importante para propagar arbustos ornamentales, pero también se usan ampliamente en la propagación comercial tanto de flores como de frutales. La reproducción por estacas consiste en cortar un fragmento de tallo con yemas y enterrarlo. Después se espera hasta que broten raíces. Así se obtiene una nueva planta” (Otahola & Vidal, 2010).

8.7. PRODUCCIÓN DE LA ESPECIE

8.7.1. Níspero (*Eriobotrya japónica*)

El níspero es el fruto del mismo árbol cuyo nombre científico es (*Eriobotrya japónica*) que posee pulpa comestible, su color va entre blanco y anaranjado muy aromático, carnosa, y un intenso sabor dulce, aunque algo ácido. Fruto originario de China que se adapta en todo el mundo como el níspero japonés que es un árbol rosáceo de tronco delgado, ramas espinosas, flores blancas y fruto comestible. El níspero tiene un significado de perseverancia” (Sierra, 2010).

8.7.2. Clasificación científica

Tabla 3. *Clasificación científica.*

Superreino	Eukaryota
Reino	Plantae
Subreino	Tracheobionta
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Rosidae
Orden	Rosales
Familia	Rosaceae
Subfamilia	Maloideae
Genero	Eriobotrya
Especie	E. Japónica
Nombre científico	Eriobotrya japonica
Nombre común	Níspero

Elaborado por: Paucar Wilmer

8.7.3. Descripción botánica

8.7.3.1. Árbol

“Es un árbol muy alto (6 – 9m), copa redondeada, tronco muy corto que ramifica a muy baja altura, con ramillas gruesas y lanosas” (Morán, 2018).

8.7.3.2. Flores

“Las flores son blancas y con intenso olor a heliotropo. Están agrupadas en panículas en número muy elevado y se produce un aclareo natural. Estas panículas son pilosas y se encuentran rodeadas por una hoja que forman una especie de penacho (corona) al final del ramo fructífero. La floración se produce a finales de otoño o invierno” (Morán, 2018)

8.7.3.3. Raíz

Sistema radicular: raíz bastante superficial (muerte de la raíz principal pivotante).

8.7.3.4. Hojas

“Las hojas del Níspero son largas y Oblongas (15 x 5 cm), elípticas y puntiagudas con márgenes dentales o lisos. Suelen ser pubescentes verdes brillante y lustrosas, pero en climas fríos se tornan amarillas o doradas en el otoño” (Morán, 2018).

8.7.3.5. Fruto

Forma: “es un pomo de forma ovoide o globosa. En su interior alberga 2 o 4 semillas alargadas de color marrón brillante que pueden llegar a ocupar casi la mitad del volumen del fruto y conserva el cáliz rodeado una depresión apical a modo de ombligo” (Morán, 2018).

Tamaño y peso: “tiene unos 30 a 50 mm de longitud y un peso de 50 a 100 gr, por lo que la ración consumida debe ser de tres a cuatro unidades según su tamaño” (Morán, 2018).

Color y sabor: “es amarillo o anaranjada su pulpa es de color amarillento o blanquecino y el sabor es agradable, jugosa, acidulado o dulce” (Morán, 2018).

8.7.4. Propagación

“El níspero (*Eriobotrya japonica*) presenta una gran variabilidad en cuanto a la forma y tamaño de los frutos, esto depende del tipo de propagación ya sea a través de semilla y estacas o injertos” (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2013).

8.7.4.1. Propagación sexual o por semilla

“Los árboles propagados por semilla varían en su calidad. Las semillas frescas germinan rápido y se pueden conservar hasta cinco meses, sin embargo, la propagación por semillas no es la más recomendada solo se usa para la producción de patrones” (López R. P., 2017).

Este tipo de propagación no debe ser usada para plantaciones comerciales ya que este método de producción disminuye la calidad de la planta y del fruto.

8.7.4.2. Propagación asexual o por estacas

La propagación por estaca, injertos o acodos es el método más usado en frutales y es más recomendado:

La reproducción vegetativa a través de estacas donde consiste en cortar trozos de brotes, ramas o raíces para sembrar, las mismas que vas a enraizar en un suelo apropiado y en la parte aérea brotan. La propagación vegetativa es considerada el mejor método de producción para establecer plantaciones comerciales, sin embargo, presenta dificultad de votación por el látex gomoso que expele la planta. Existe varias formas de propagación asexual del níspero, ente los cuales (Menesses, 2016):

- Acodo aéreo: Sin éxito en las condiciones (húmedas y calurosas).
- Acodo de tierra.
- Brotes o retoños: Los esquejes de las ramas maduras florecen y fructifican en pocos años.
- Cortes de raíz: Sin éxito en las condiciones (húmedas y calurosas).
- Cortes de tallo.
- Injerto de yema.
- Rizoma.

Las plantaciones han adoptado la propagación por injerto, ya que es una técnica que acorta el periodo juvenil de la planta y origina plantas con características similares y capacidad productiva de calidad.

8.7.5. Valores nutritivos

“Los azúcares tanto la fructosa y glucosa son sustancias abundantes después de agua, tiene proporción calórico y sabor dulce. El contenido vitamínico es bastante bajo, pero destaca en bajas cantidades la provitamina A o Beta-caroteno y la tiamina. El níspero aporta minerales en cantidades apreciables tanto de magnesio y calcio, pero el más abundante es el potasio. El ácido cítrico y el málico tienen acción desinfectante y alcalizan la orina, además del cítrico potencial y acción de la vitamina C” (Albornoz, y otros, 2008).

CAPITULO III

9. HIPÓTESIS

9.1. Hipótesis Nula

H0: El uso de lodos residuales compostados no influye en la propagación de níspero

9.2. Hipótesis Alternativa

H1: El uso de lodos residuales compostados influye en la propagación de níspero.

9.3. Operacionalización de variables

Tabla 4. *Operacionalización de variables.*

Hipótesis	Variables	Indicadores	Índices
H0: El uso de lodos residuales compostados no influye en la propagación de níspero.	Variable independiente: Porcentaje de lodo en el sustrato. Tipo de propagación	Rendimiento del sustrato.	% %
	Variable dependiente: Desarrollo de la planta.	Germinación de las plantas. Altura de la planta. Brote de las plantas. Numero de hojas por plantas.	Días Cm Días Numero/hojas
H1: El uso de lodos residuales compostados influye en la propagación de níspero.			

Elaborado por: Paucar Wilmer

10. METODOLOGÍAS/DISEÑO EXPERIMENTAL

10.1. Ubicación

Figura 5. Ubicación territorial del área de estudio.

Tabla 5. Ubicación política territorial.

País	Provincia	Cantón	Parroquia	Localidad
Ecuador	Pichincha	Quito	Alangasí	Barrio San Antonio

Elaborado por: Paucar Wilmer

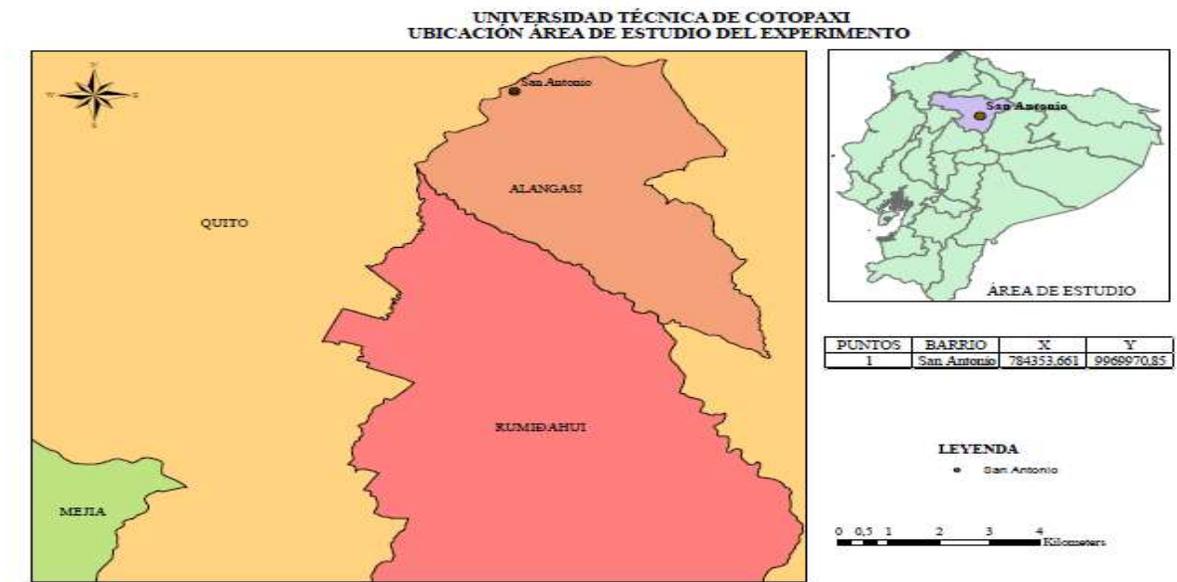


Figura 6. Área de estudio.



Elaborado por: Paucar Wilmer

Tabla 6. *Ubicación Geográfica.*

Lugar	Altitud (msnm)	Temperatura (°C)	Coordenadas	
			X	Y
Barrio San Antonio	2472	19	784353 E	9969970.85 N

Fuente: Estación Meteorológica INAMHI Quito- Ecuador

10.2. Metodología de investigación

10.2.1. Modalidad básica de investigación

10.2.1.1. De Campo

La investigación utilizada en este proyecto de fue de campo; ya que realizamos varios procesos para poder obtener el compost también realizamos un seguimiento tomando datos durante el desarrollo de las plantas de esta forma obtuvimos conocimiento de campo.

10.2.1.2. Bibliografía Documental

Para la realización de este proyecto realizó un proceso minucioso en la recopilación de datos relacionados para estructura el proyecto y realizar un procedimiento de abstracción científica.

10.2.2. Tipo de Investigación

10.2.2.1. Descriptiva

Este tipo de investigación es usada en el proyecto para poder detallar y especificar el tratamiento de los lodos residuales que se realizan y las características más relevantes de la estabilización, de los lodos para obtener el compost y su efectividad en el desarrollo de plantas.

10.2.2.2. 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 Níspero.

10.3. Manejo específico del experimento

10.3.1. Identificación del área de estudio

Para el área de estudio se ocupó una dimensión de 4m² ubicado en la Parroquia Alangasi (Barrio San Antonio) perteneciente al Cantón Quito, el área de estudio fue delimitada con GPS para tomar los puntos del Área

10.3.2. 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.

10.3.3. 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.

Tabla 7. *Características de la unidad experimental.*

Características de unidad experimental	
Área total del ensayo:	3m ²
Numero de platabandas:	2
Área de la platabanda:	70 cm ancho x 2m largo
Camino entre platabanda:	50cm
Camino entre repeticiones:	10cm
Porcentaje de compost:	a1: 25% de compost a2: 50% de compost a3: 75% de compost a4: 100% tierra

Elaborado por: Paucar Wilmer

10.3.4. Muestréos

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 cada 7 días.

10.4. Factores evaluados

10.4.1. Factor a: Porcentajes

a1: 25% de compost

a2: 50% de compost

a3: 75% de compost

a4: 100% tierra

10.4.2. Factor b: Producción

b1: estaca

b2: semilla

Tratamiento en estudio

Tabla 8. *Interacción de tratamientos en estudio.*

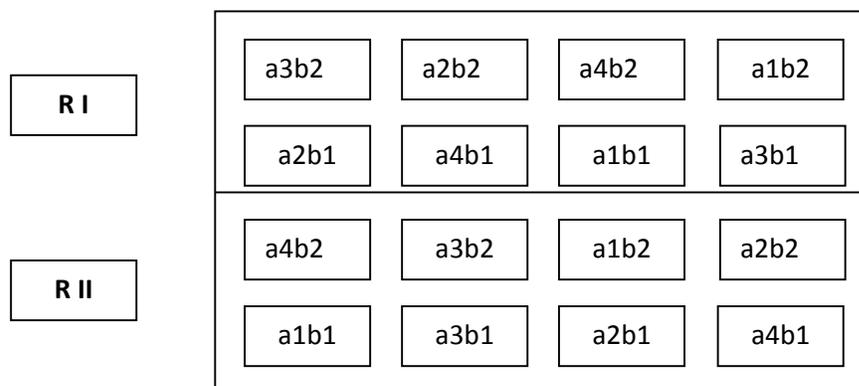
Tratamientos	Símbolo	Descripción
T1	a1b1	25% de compost + 1 estaca
T2	a1b2	25% de compost + 1 semilla
T3	a2b1	50% de compost + 1 estaca
T4	a2b2	50% de compost + 1 semilla
T5	a3b1	75% de compost + 1 estaca
T6	a3b2	75% de compost + 1 semilla
T7	a4b1	100% de tierra + 1 estaca
T8	a4b2	100% de tierra + 1 semilla

Elaborado por: Paucar Wilmer

10.5. Diseño experimental

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

Figura 7. *Diseño de Bloques al Azar del experimento.*



Elaborado por: Paucar Wilmer

10.5.1. Pruebas de Estadísticas

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

10.5.2. ADEVA

Tabla 9. *Esquema de ADEVA.*

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

Elaborado por: Paucar Wilmer

10.5.3. Indicadores a evaluarse

10.5.3.1. Germinación

Se contabilizó el número de semillas germinadas y brote en las estacas contra las semillas y estacas sembradas.

10.5.3.2. Altura de planta

Se midió en cm la altura de las plantas cada 7 días, utilizando una cinta métrica.

10.5.3.3. Tamaño de hojas

Se midió en cm el tamaño de las hojas cada 7 días, utilizando una cinta métrica.

10.5.3.4. Rendimiento por porcentaje de compost

Después de tres semanas de sembrado realizamos visualizaciones diarias para ver con cuál de los tres diferentes porcentajes de compost germinaron primero las plantas.

10.5.4. Manejo específico del ensayo en campo

10.5.4.1. Materiales y equipo de campo

Tabla 10. *Materiales y equipo de campo.*

Cantidad	Detalle	Unidad de medida
6	Caña Guadua	Unidad
12	Plástico negro	Metros
280	Ladrillo	Unidad
3	Tuvo PVC	Unidad
6	Codos PVC	Unidad
3	Extensión	Metros
1	Cemento	Unidad
3	Clavos	Libra
2	Sarán	Metros
100	Lodo residual	Kg
1	Semilla	Lb
80	Estacas	Unidad
2	Fundas 4x6	Paquetes
1	Tierra	Quintal
40	Agua	Litros
1	Cámara fotográfica	Unidad
1	Libro de campo físico	Unidad

Elaborado por: Paucar Wilmer

10.5.4.2. Materiales de oficina

Tabla 11. *Materiales de oficina.*

Cantidad	Detalle	Unidad de mediada
-----------------	----------------	--------------------------

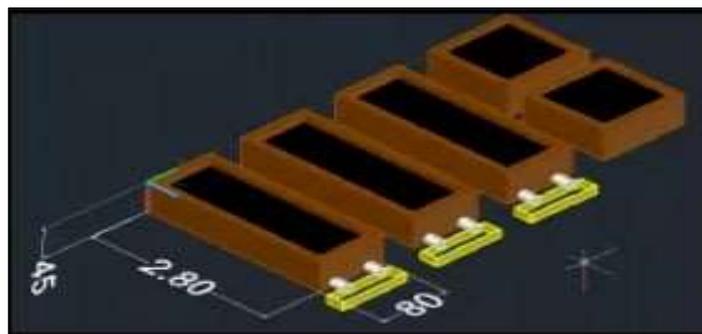
1	Computadora	Horas
1	Impresora	Unidad
1	Flash memory	Gigas
1	Calculadora	Unidad
1000	Hojas de papel A4	Resma
2	Esferográficos	Unidad
1	Cuaderno de borrador	Unidad
1	Borrador	Unidad

Elaborado por: Paucar Wilmer

10.5.4.3. Disposición del experimento

La investigación, se ubicó en dos platabandas tomando en cuenta la topografía del lugar, sus dimensiones se las realizó tomando en cuenta la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 02098 fertilizantes de abonos), que indica que las platabandas son apropiadas para llevar a cabo el tratamiento de lodos residuales en condiciones aerobias, donde las bacterias mesófilas y termofílicas realizan el proceso de biodegradación.

Figura 8. Plano de platabandas (Compostera).



Elaborado por: Wilmer Paucar

10.6. Explicación del proceso para la obtención del compost

El lodo utilizado es primario las características son: color marrón, materia orgánica (cascara de plátano, papa, maduro) y tiene mal olor este lodo si puede ser utilizado para la transformación en un nuevo producto. El tratamiento que se realizó es el compostaje en los lodos residuales, esta técnica es sencilla, manual y económica.

Una vez culminado el tratamiento del lodo residual se obtiene el compost, una vez obtenido el compost se recomienda realizar un análisis de macro y micronutrientes que puede aportar a los cultivos.

Debido a que el proyecto se lo realizó en época lluviosa en la ciudad de Quito y al contar con poco tiempo para la obtención del compost fue necesario la construcción de una compostera para que el proceso de tratamiento de lodos no se vea afectado. La estructura sirve para protección de animales que estén cerca de la zona.

10.6.1. Infraestructura

10.6.1.1. Construcción de la compostera platabanda procedimiento

- a) **Primer paso:** Se selecciona el terreno y se procede a medir.
- b) **Segundo paso:** Se procede a limpiar el terreno.
- c) **Tercer paso:** Se realizó perforaciones en el terreno para el montaje de la estructura con la caña guadua.
- d) **Cuarto paso:** Una vez ya establecida la estructura se procede a colocar el plástico negro como techo y paredes de la compostera.
- e) **Quinto paso:** Dar inclinación en terreno para la caída de lixiviados.
- f) **Sexto paso:** Colocación de los ladrillos.

Se construyó 2 composteras y las dimensiones fueron de 2,80 metros de largo por 80 centímetros de ancho y altura de 45 centímetros. Una vez obtenido el compost se procedió a elaborar la platabanda con dimensión de 2 metros de largo 70 centímetros de ancho y 10 centímetros de altura donde se colocaron las fundas sembradas con las semillas y estacas constan de una inclinación para el flujo de lixiviado, En la parte de abajo cuenta con instalación de tubos PVC, para la inyección de aireación. Las dimensiones de las platabandas son apropiadas para evitar que ocurran condiciones anaeróbicas.

10.6.2. Tratamiento de lodo residual proveniente de empresas con actividad económica alimentaria

El lodo residual se obtuvo por medio de una Gestora Ambiental, quien nos facilitó con 100 Kg de lodo. Este lodo es semisólido y de tipo primario ya que viene con material orgánico

como: papas, cascara de plátanos, restos de maduros, a su vez tiene un color marrón y emite mal olor. En la platabanda uno se realizó el tratamiento de compostaje y en la cama 2 se colocaron las fundas con las semillas y estacas sembradas.

10.6.3. Tratamiento compostaje de lodos

La alternativa de compostaje de los lodos, es una técnica de proceso biológico y estabilización de materia orgánica, requiere de condiciones apropiadas para su transformación en compost. El tratamiento de lodos consta de cuatro etapas

1) Montaje

Para la etapa del montaje, se debe adecuar las platabandas, ya que aquí es donde será trasladados los lodos residuales, al momento de colocar los lodos residuales se debe tener cuidado con los tubos PVC y evitar que estos se desplacen o se desprendan entre sí.

2) Mezcla

En la platabanda se colocó los 100 kg de lodo, y seguido mezclamos con material acondicionado, puede ser: cascara de arroz, restos de caña, desechos de jardín, entre otros. En nuestro caso la mezcla se la realizó con 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.

3) Estabilización

En la estabilización el lodo se drena naturalmente eliminando los lixiviados, en esta etapa los lodos son deshidratados y se ve una reducción en el volumen, se utilizó una digestión aerobia que consiste en la inyección de oxígeno para reducir los microorganismos patógenos, disminuir el mal olor. Dentro de la estabilización existen tres fases:

Primera fase: Aquí se realizó la pre fermentación del proceso de compostaje, las bacterias mesófilas empiezan a descomponer la materia orgánica, en esta fase para acelerar el proceso se colocó plástico negro así se retiene la temperatura y humedad, de este modo ya empieza la biodegradación.

En la biodegradación la temperatura llega a los 65°C, equivalente a un grado de madurez la pre fermentación se logra en la primera semana en la que se observa la reducción del volumen por vertido de los lixiviados.

El lixiviado es generado por el agua que contiene el lodo y la materia orgánica, en el proceso de descomposición del mismo. Al lixiviado se debe realizar un análisis para poder utilizarlo en plantaciones.

Segunda fase: Aquí se consigue la fermentación principal, se realizó controles apropiados de aireación, temperatura, humedad y pH. La biodegradación es producida por bacterias termófilas alcanzando el grado de madurez 2-3, la temperatura se mantuvo en 60 a 65°C gracias a la actividad microbiológica.

La fermentación da comienzo de la segunda semana a la novena semana, el proceso de compostaje logra su nivel más alto en las dos primeras fases, donde se producen emisiones de metano. El control es sumamente importante durante todo el periodo de tratamiento.

Tercera fase: El proceso de compostaje entra en maduración e higienización, es notable la disminución de la emisión de metano y ya no existe el flujo de lixiviados, el control de los parámetros humedad, aireación ya no son necesarios, pero es recomendable realizar volteos para obtener un producto homogéneo. En esta fase de compostaje llega al grado de madurez de 4, aproximadamente se pierde el 50% de material original debido a la evaporización y digestión microbiológica.

4) Curado

Etapa final los lodos han sido convertidos en compost y se deja reposar durante una semana, aquí también hay una reducción adicional de patógenos.

10.6.4. Parámetros de compostaje en lodos

10.6.4.1. Aireación Manual:

En este proceso de compostaje se realizó el método de aireación manual en este método se apila el lodo de forma conoidal y se realizó volteos con una pala se evitó que el lodo se pudra esto lo realizamos todos los días. La circulación de oxígeno en el lodo asegura una dispersión homogénea de los lodos residuales y materia orgánica.

- **Temperatura**

El material residual en las dos primeras semanas debe estar entre 60 a 65 °C, para lograr una higienización y eliminar patógenos.

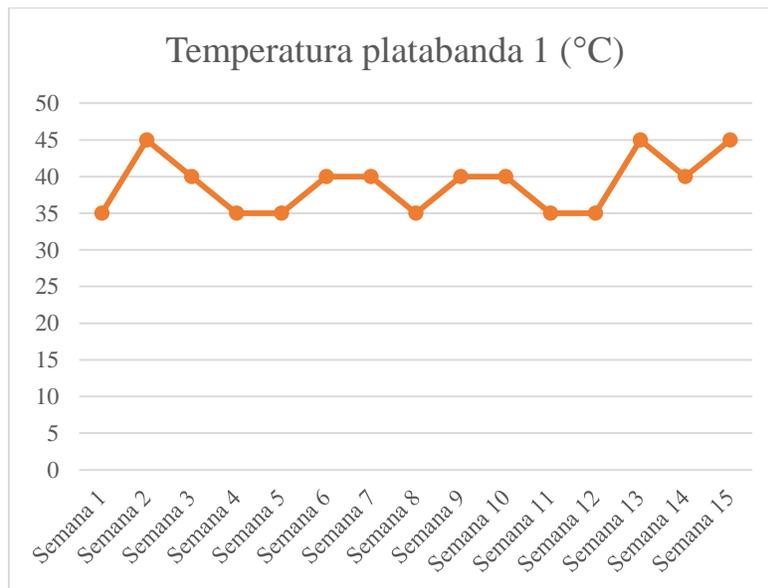
El control de la temperatura se realizó una vez por semana, con un termómetro de alcohol, y se llevó un registro de datos.

Tabla 12. Datos de temperatura (Platabanda 1).

Hoja de control compostaje de lodos residuales de la compostera				
Parámetro T°C				
Nombre: Wilmer Paucar				
Abril	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
	35	45	40	35
Mayo	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
	35	40	40	35
Junio	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
	40	40	35	35
Julio	Semana 1	Semana 2	Semana 3	
	45	40	45	

Elaborado por: Paucar Wilmer

Figura 9. Temperatura de la platabanda 1.



Elaborado por: Paucar Wilmer

- **PH**

El pH óptimo sería 7 un valor neutro, la toma de pH se realizó una vez por semana con un peachímetro en tiras:

- Primero se tomó 5 muestras de puntos diferentes.
- Las muestras se ponen en recipientes con agua destilada.
- Se introduce el peachímetro, y se observa el color.
- El resultado arrojado se realizó la suma de datos y lo dividimos para 5.

Figura 10. Escalas de pH.



Fuente: (Mansilla, 2014)

Ejemplo: primera semana

Muestra 1: 7; Muestra 2: 7; Muestra 3: 6; Muestra 4: 8; Muestra 5: 7

Tabla 13. Ejemplo de toma de pH en la platabanda 1.

Suma de muestras 1,2,3,4,5	
$x = \frac{7 + 7 + 6 + 8 + 7}{5}$	Resultado
	7: Neutro

Elaborado por: Paucar Wilmer

Este procedimiento se realizó cada semana y los resultados se observa en la figura 2.

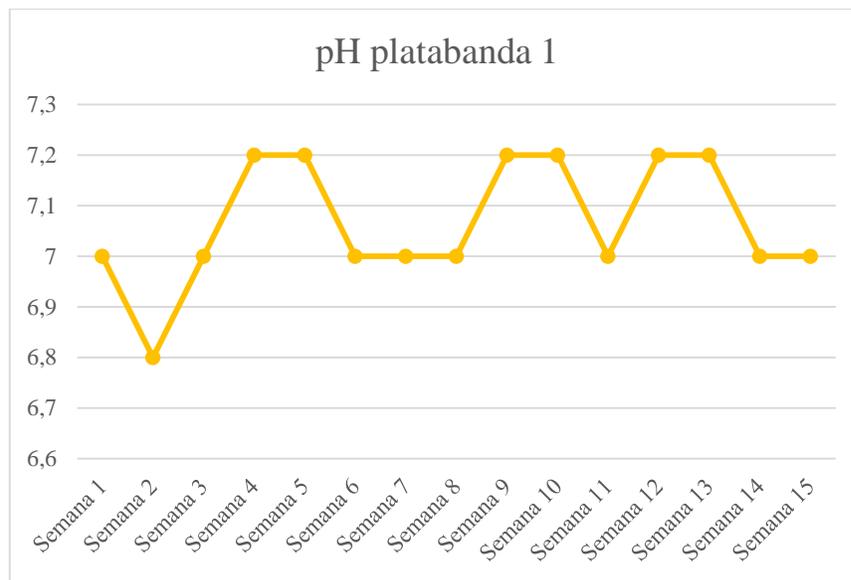
Tabla 14. Datos de pH (Platabanda 1).

Hoja de control compostaje de lodos residuales de la compostera				
Parámetro pH				
Nombre: Wilmer Paucar				
Abril	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4

	7	6,8	7	7.2
Mayo	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
	7.2	7	7	7
Junio	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
	7.2	7,2	7	7.2
Julio	Semana 1	Semana 2	Semana 3	
	7.2	7	7	

Elaborado por: Paucar Wilmer

Figura 11. *pH de la platabanda 1.*



Elaborado por: Paucar Wilmer.

- **Humedad**

La humedad necesaria es entre 40 – 60%, para asegurar que la biodegradación sea óptima, si la humedad es muy seca el proceso de biodegradación se estanca, mientras, que si los lodos están demasiado húmedos se transforma en un proceso de putrefacción anaerobia. El riego fue casi nulo ya que el material se encontraba tapado con plástico negro, que dio lugar a la evaporación de los lodos y mantenía húmedo del material. El valor de humedad se obtuvo con el siguiente procedimiento:

- Con una espátula se tomó una pequeña cantidad del material, se puso en una bandeja y se divido en cuatro partes.
- Se tomó dos extremos del cuarteo, se puso en un plato de aluminio pequeño las muestras y se procedió a pesar (peso húmedo de la muestra).

- c. Luego se colocó una estufa hasta que la muestra esté seca, cuando se comprobó que este seco prolongadamente se puso un vidrio encima del recipiente y observó si ya no existe humedad en el vidrio.
- d. Por último, se realizó los cálculos.

Formula:

Tabla 15. *Formula de humedad relativa para suelo.*

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

Elaborado por: Paucar Wilmer

Donde:

- W= humedad del suelo.
- Mh= peso del recipiente más la muestra húmeda.
- Ms= peso del recipiente más la muestra seca.
- Ejemplo: primera toma de muestra de la primera semana.

Tabla 16. *Datos obtenidos de la humedad (Platabanda 1).*

Peso de la muestra húmeda	35 gr	75 gr
Peso del recipiente	40 gr	
Peso de la muestra seca	10 gr	50 gr
Peso del recipiente	40 gr	

Elaborado por: Paucar Wilmer

Ejercicio:

Tabla 17. *Resultado del ejercicio de humedad.*

$W = \frac{75 \text{ gr} - 50 \text{ gr}}{50 \text{ gr}} * 100$
$W = \frac{25 \text{ gr}}{50 \text{ gr}} * 100$
$W = 0,5 * 100 = 50\%$

Elaborado por: Paucar Wilmer

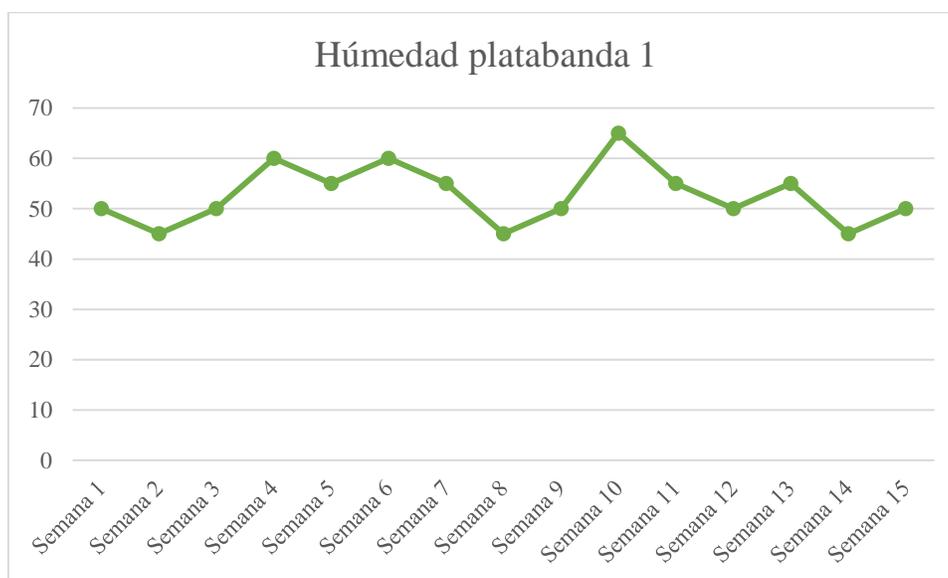
El procedimiento se realizó cada semana, los datos obtenidos se muestran en la figura 3.

Tabla 18. Datos de humedad (Platabanda 1).

Hoja de control compostaje de lodos residuales de la compostera				
Parámetro Humedad %				
Nombre: Wilmer Paucar				
Abril	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
	50	45	50	60
Mayo	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
	55	60	55	45
Junio	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
	50	65	55	50
Julio	Semana 1	Semana 2	Semana 3	
	55	45	50	

Elaborado por: Paucar Wilmer

Figura 12. Humedad de la platabanda 1.



Elaborado por: Paucar Wilmer

10.6.4.2. Aireación Forzada:

En este proceso de compostaje se realizó el método de aireación forzada debido al poco tiempo con el que contábamos este método se basa en inyectar oxígeno con la ayuda de un compresor, así se evitó que ocurran condiciones anaerobias ya que es inapropiado por la emisión de olores fuertes e impedimento del proceso de biodegradación aeróbica. Esta actividad la realizó pasando un día durante todo el proceso de compostaje.

Para evitar que el lodo se pudra y acelerar el proceso se realizó volteos con una pala pasando un día. La circulación de oxígeno en el lodo asegura una dispersión homogénea de los lodos residuales.

La inyección de aire a los lodos conjuntamente con el volteo es de suma importancia para mantener las condiciones apropiadas de temperatura, pH y humedad. La temperatura debe estar entre los 40°C – 60°C, el pH entre 6-8, y la humedad 40%-60%, sin embargo, la humedad idónea es de 15%-35%.

- **Temperatura**

El material residual en las dos primeras semanas debe estar entre 60 a 65 °C, para lograr una higienización y eliminar patógenos.

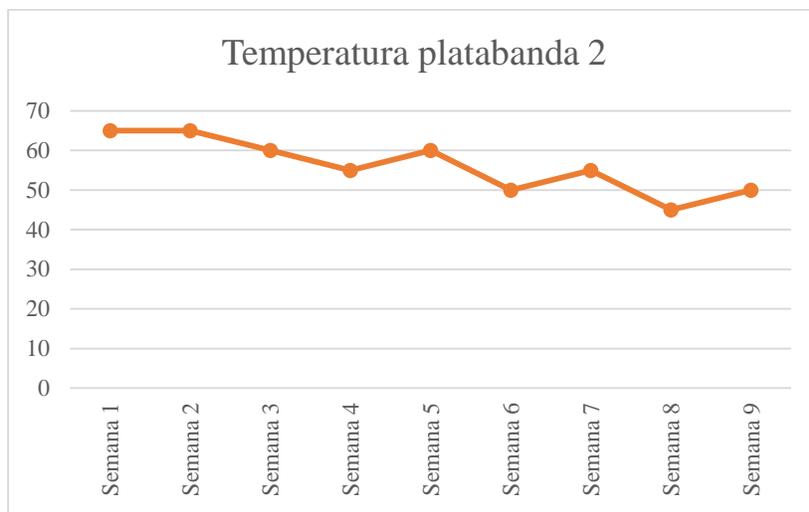
El control de la temperatura se realizó una vez por semana, con un termómetro de alcohol, y se llevó un registro de datos.

Tabla 19. Datos de temperatura (Platabanda 2).

Hoja de control compostaje de lodos residuales de la compostera				
Parámetro T°C				
Nombre: Wilmer Paucar				
Abril	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
	65	65	60	55
Mayo	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
	60	50	55	45
Junio	Semana 1			
	50			

Elaborado por: Paucar Wilmer

Figura 13. Temperatura de la platabanda 2.



Elaborado por: Paucar Wilmer

- **pH**

El pH optimó sería 7 un valor neutro, la toma de pH se realizó una vez por semana con un peachímetro en tiras:

- Primero se tomó 5 muestras de puntos diferentes.
- La muestra se puso en recipientes con agua destilada.
- Se introdujo el peachímetro, y se observa el color.
- El resultado arrojado se realizó la suma de datos y dividimos para 5.

Ejemplo: primera semana

Muestra 1: 7; Muestra 2: 8; Muestra 3: 6; Muestra 4: 8; Muestra 5: 7

Tabla 20. *Ejemplo de toma de pH en la platabanda 2.*

Suma de muestras 1,2,3,4,5	
$x = \frac{7 + 8 + 6 + 8 + 7}{5}$	Resultado
	7, 2: Neutro

Elaborado por: Paucar Wilmer

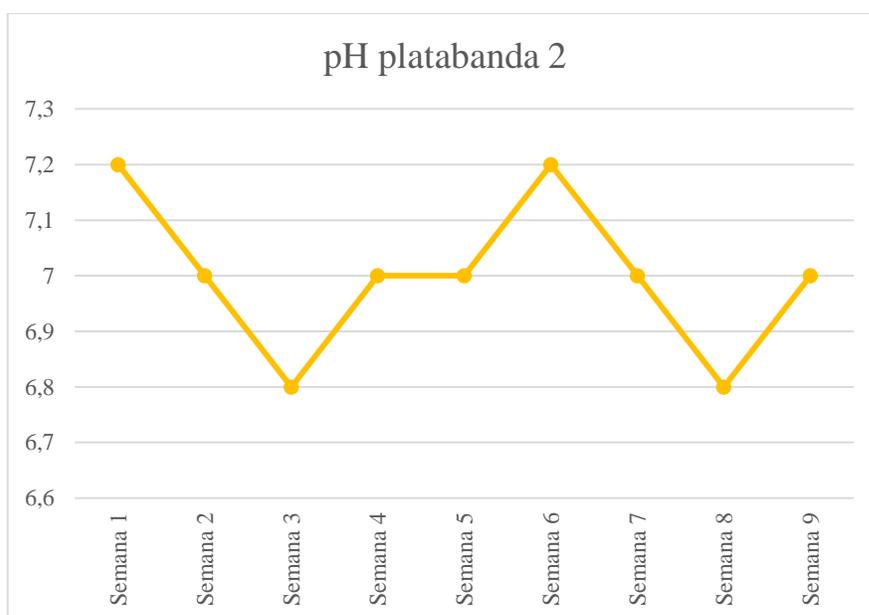
Este procedimiento se realizó cada semana y los resultados se observa en la figura 5.

Tabla 21. *Datos de pH (Platabanda 2).*

Hoja de control compostaje de lodos residuales de la compostera				
Parámetro pH				
Nombre: Wilmer Paucar				
Abril	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
	7.2	7	6.8	7
Mayo	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
	7	7.2	7	6.8
Junio	Semana 1			
	7			

Elaborado por: Paucar Wilmer

Figura 14. pH de la platabanda 2.



Elaborado por: Paucar Wilmer.

- **Humedad**

La humedad necesaria es entre 40 – 60%, sin embargo, la humedad idónea es de 15-35%, para asegurar una biodegradación óptima, si la humedad es muy seca el proceso de biodegradación se estanca, mientras, que si los lodos están húmedos se transforma en un proceso de putrefacción anaerobia. El riego fue casi nulo ya que el material se encontraba tapada con plástico negro, que dio lugar a evaporización de los lodos y mantenía húmedo del material. El valor de humedad se obtuvo manualmente con el siguiente procedimiento:

- Con una espátula se tomó una cantidad del material, se pone en una bandeja y se dividió en cuatro partes.

- b. Se tomó dos extremos del cuarteo, se puso en un plato de aluminio pequeño las muestras y se procedió a pesar (peso húmedo de la muestra).
- c. Luego se coloca en una estufa hasta que este seco, cuando se comprobó que está seco prolongadamente se puso un vidrio encima del recipiente y se observó si ya no existe humedad en el vidrio.
- d. Por último, se realizó los cálculos.

Formula:

Tabla 22. *Formula de humedad relativa para suelo.*

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

Elaborado por: Paucar Wilmer

Donde:

W= humedad del suelo.

Mh= peso del recipiente más la muestra húmeda.

Ms= peso del recipiente más la muestra seca.

Ejemplo: primera toma de muestra de la primera semana.

Tabla 23. *Datos obtenidos de la humedad.*

Peso de la muestra húmeda	30 gr	65 gr
Peso del recipiente	35 gr	
Peso de la muestra seca	10 gr	45 gr
Peso del recipiente	35 gr	

Elaborado por: Paucar Wilmer

Ejercicio:

Tabla 24. *Resultado del ejercicio de humedad.*

$W = \frac{65 \text{ gr} - 45 \text{ gr}}{45 \text{ gr}} * 100$

$$W = \frac{20 \text{ gr}}{45 \text{ gr}} * 100$$

$$W = 0,44 * 100 = 44\%$$

Elaborado por: Paucar Wilmer

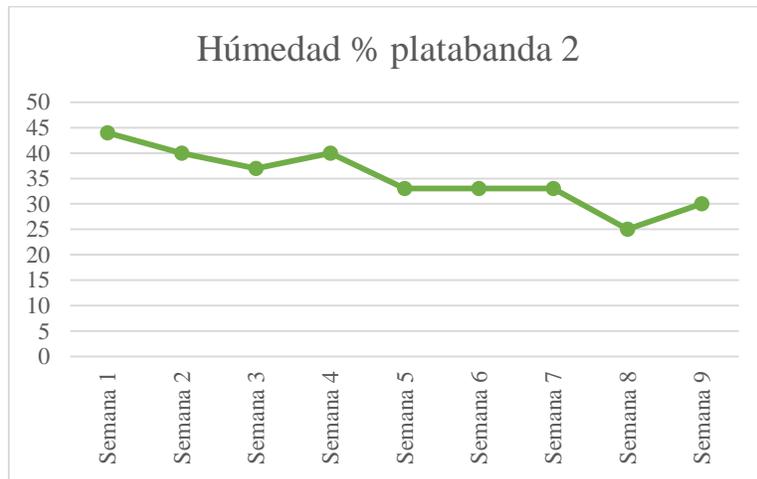
El procedimiento se realizó cada semana, los datos obtenidos se muestran en la figura 6.

Tabla 25. Datos de humedad (platabanda 2).

Hoja de control compostaje de lodos residuales de la compostera				
Parámetro humedad %				
Nombre: Wilmer Paucar				
Abril	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
	44	40	37	40
Mayo	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
	33	33	33	25
Junio	Semana 1			
	30			

Elaborado por: Paucar Wilmer

Figura 15. Humedad de la platabanda 2.



Elaborado por: Paucar Wilmer

CAPITULO IV

11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

11.1. Tratamiento adecuado para la obtención del compost

El tratamiento adecuado para la obtención del compost fue por el método de aireación forzada, que nos dio un resultado a las 9 semanas debido a que los parámetros estaban dentro de los rangos establecidos esto ayudó a obtener el compost de manera rápida y óptima.

El compostaje o digestión aerobia se ha posicionado en la última década como un tecnología favorable para el tratamiento de variedades de residuos sólidos orgánicos, provocando un sistema bajo propiedades ambientales diferentes durante su desarrollo (pH, temperatura, humedad), aquí se incorpora el oxígeno (volteo, aireación natural o forzada). El sistema de aireación forzada trabaja de forma positiva o negativa, (Guardia et al., 2012) la temperatura es un parámetro importante, las pérdidas de calor son reducidas debido a que están cubiertas, lo cual es un indicador de actividad biológica (Vlyssides et al. 2009) las reacciones bioquímicas por cada 10°C duplica su velocidad a la cual sucede la descomposición del sustrato. Trabajos recientes de Moraga et al., (2009) y Zambra et al., (2011) validan modelos con datos procedentes de procesos de compostajes a escala industrial, siempre teniendo en cuenta la metodología de aireación forzada. Por tal motivo fue aplicada en la utilización de material residual de industrias alimentaria, debido a que se obtuvo de manera rápida, eficiente, optima y con un tiempo de 9 semanas considerado en los modelos con los parámetros de compostajes dentro de los rangos establecidos.

11.2. Mejor porcentaje de compost

En este apartado se detalla la interpretación del análisis estadísticos donde se obtuvo los resultados de la evaluación de tres cantidades de compostaje de lodos residuales en dos métodos de producción (semilla y estaca) de Níspero, se determinó la mejor cantidad de porcentaje de lodos, observando las influencias de las fuentes de variación sobre los métodos de producción estudiadas, para determinar los análisis de varianza y la prueba de Tukey al 5% se utilizó el programa estadístico InfoStat y Excel.

11.2.1. Germinación

Tabla 26. *Análisis de varianza, variable cantidad de germinación.*

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Repeticiones	0,13	1	0,13	1,00	0,3910ns
Tratamiento	7,38	3	2,46	19,67	0,0178*
Error	0,38	3	0,13		
Total	7,89	7			
Promedio	74				
CV%	4,10				

Elaborado por: Paucar Wilmer

- a. (*) Significativo
- b. (ns) No significativo
- c. C.V. (%): Coeficiente de variación

En la tabla 26, el análisis de varianza para la variable germinación se encontró una diferencia significativa ($p \leq 0.05$) para las cantidades de porcentajes de compost, con un promedio general de 74% de semillas germinadas y un coeficiente de variación de 4.10%, es decir, existe una diferencia significativa en el factor antes mencionados, por eso se realizó la prueba Tukey al 5%.

Según Doria. J. (2010), los árboles de Níspero (*Eriobotrya japonica*) propagados por semillas varían en su calidad por eso no es la recomendada solo se usa para producción en patrones, las semillas frescas germinan rápido y se conserva hasta cinco meses. Con las cantidades de porcentajes de compost en la germinación, se evidencia la viabilidad que poseen las semillas de Níspero y su porcentaje de germinación.

Tabla 27. *Prueba Tukey para las cantidades de porcentaje de compost en la germinación.*

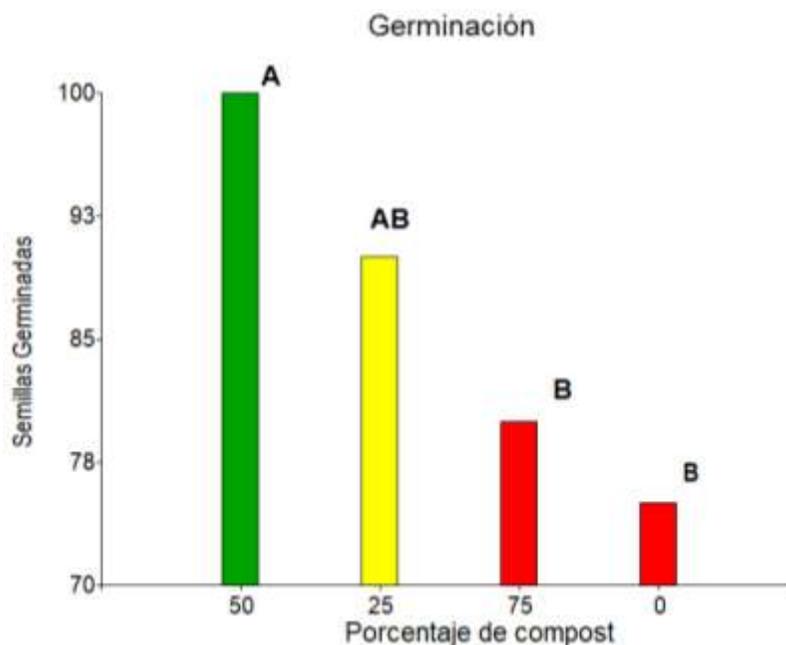
Porcentaje de compost	Medias	Rangos	
50	100	A	
25	90	A	B
75	80		B

0	75		B
---	----	--	---

Elaborado por: Paucar Wilmer

Al realizar la prueba de Tukey (tabla 27), para las cantidades de compost de la variable de germinación se encontró 2 rangos de significación estadísticos, en el primer rango A se ubicó al 50% (a2) con un promedio general de 100% de semillas germinadas debido a la retención de humedad favoreciendo un microclima alrededor de las semillas con agua, oxígeno y radiación, que estimulo la germinación de semillas con esta cantidad de compost y en el último rango se ubicó 0 o testigo (a4) con un promedio de 75% de semillas germinadas, fue baja, esto se debió a que la siembra fue en tierra común sin ninguna cantidad de porcentaje de compost, sin embargo, hubo pocas semillas germinadas por la presencia de radiación o la humedad alrededor de la semilla.

Figura 16. *Porcentaje de cantidad de semillas germinadas.*



Elaborado por: Paucar Wilmer

En la figura 7, se ratificó los valores antes expuestas en la tabla 27.

11.2.2. Tamaño de hojas

Tabla 28. *Análisis de varianza, variable tamaño de hojas.*

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
------	----	----	----	---	---------

Repeticiones	0,13	1	0,13	3,00	0,1817ns
Tratamiento	5,75	3	1,92	46,0	0,0052*
Error	0,13	3	0,04		
Total	6,01	7			
Promedio	74				
CV%	20,41				

Elaborado por: Paucar Wilmer

- a. (*) Significativo
- b. (ns) No significativo
- c. C.V. (%): Coeficiente de variación

En la (tabla 28), el análisis de varianza para la variable tamaño de hojas se encontró una diferencia significativa a los 30 días que comenzaron a germinar las semillas del Níspero (*Eriobotrya japonica*) y el desarrollo de las hojas de las plantas, con un Coeficiente de Variación alto (CV= 20.41), es decir, existe una diferencia significativa en el factor antes mencionado, por eso se realizó la prueba de Tukey al 5%.

Con las cantidades de porcentajes de compost, se evidenció la viabilidad que poseen la planta de Níspero para su crecimiento y desarrollo de las hojas.

Tabla 29. Prueba Tukey para tamaño de hojas en semillas germinadas.

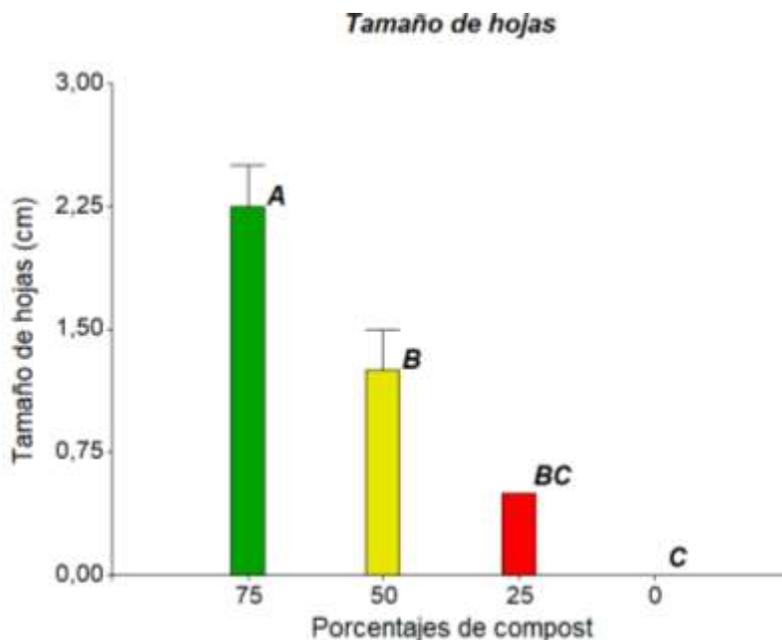
Porcentaje de compost	Medias	Rangos		
75	2.25	A		
50	1.25		B	
25	0.50		B	C
0 (TESTIGO)	0			C

Elaborado por: Paucar Wilmer

Al realizar la prueba de Tukey (tabla 29), para las cantidades de compost de la variable de tamaño de hojas (cm) se encontraron 3 rangos de significación estadísticos, en el primer rango A se ubicó al 75% (a3) con un promedio general de 2.25 cm de tamaño de hojas en las semillas germinadas debido al microclima alrededor de las semillas con agua, oxígeno,

radiación y humedad favoreciendo el crecimiento de plantas germinadas, con esta cantidad de compost y en el último rango se ubicó 0 o testigo (a4) con un promedio de 0% de tamaño de hojas de las plantas germinadas fue muy baja, esto se debió a que fue sembrada en tierra común y las semillas que germinadas tuvieron un desarrollo lento en cuanto a las hojas de la planta de Níspero (*Eriobotrya japónica*).

Figura 17. *Tamaño de hojas de plantas germinadas.*



Elaborado por: Paucar Wilmer

En la figura 8, se ratificó los valores antes expuestas en la tabla 29.

11.2.3. Altura de planta

Tabla 30. *Análisis de varianza, variable altura de planta.*

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Repeticiones	0,01	1	0,01	0,23	0,6638ns
Tratamiento	17,49	3	5,83	269,08	0,0004*
Error	0,07	3	0,02		
Total	7,89	7			
Promedio	74				

CV%	7,96
------------	------

Elaborado por: Paucar Wilmer

En la (tabla 30), el análisis de varianza para la variable de altura de planta se encontró una diferencia significativa a los 30 días que comenzaron a germinar las semillas del Níspero (*Eriobotrya japonica*) y posteriormente existe diferencia de desarrollo de la planta en las distintas cantidades de porcentajes, con un Coeficiente de Variación de 7.96%, es decir, existe una diferencia significativa en el factor antes mencionado, por eso se realizó la prueba de Tukey al 5%.

Con las cantidades de porcentajes de compost, se evidenció la viabilidad que poseen la planta de Níspero para su crecimiento y desarrollo de la planta.

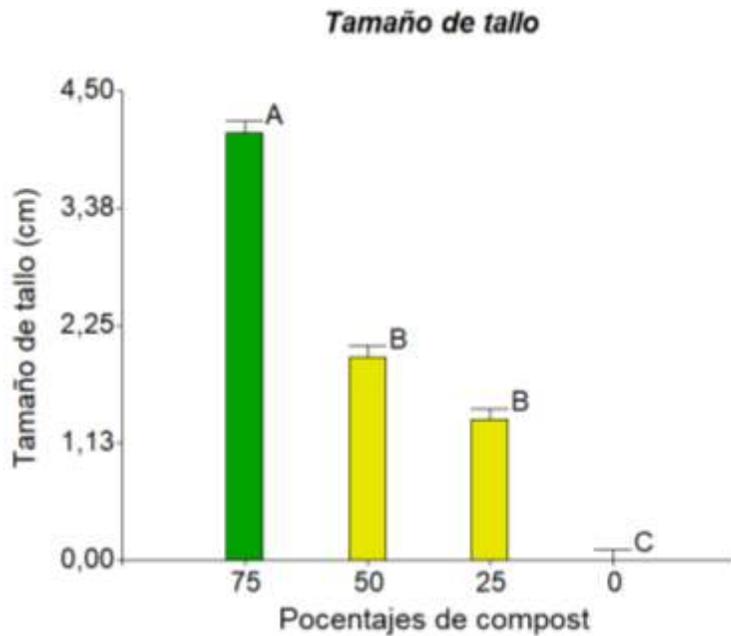
Tabla 31. Prueba Tukey para altura de planta en semillas germinadas.

Porcentaje de compost	Medias	Rangos		
75	4.10	A		
50	1.95		B	
25	1,35		B	
0	0			C

Elaborado por: Paucar Wilmer

Al realizar la prueba de Tukey (tabla 31), para las cantidades de compost de la variable de altura del tallo (cm) se encontró 3 rangos de significación estadísticos, en el primer rango A se ubicó al 75% (a3) con un promedio general de 4.10 de altura de tallo en las plantas germinadas debido al microclima alrededor de la planta con agua, oxígeno, radiación y humedad favoreciendo el crecimiento de las plantas germinadas con esta cantidad de compost, y en el último rango se ubicó 0 o testigo (a4) con un promedio de 0 de altura del tallo de las plantas germinadas fue muy baja, esto es debido a que fue sembrada en tierra común y las semillas que germinadas tuvieron un desarrollo lento en cuanto al tallo.

Figura 18. Altura de planta (cm) en semillas germinadas.

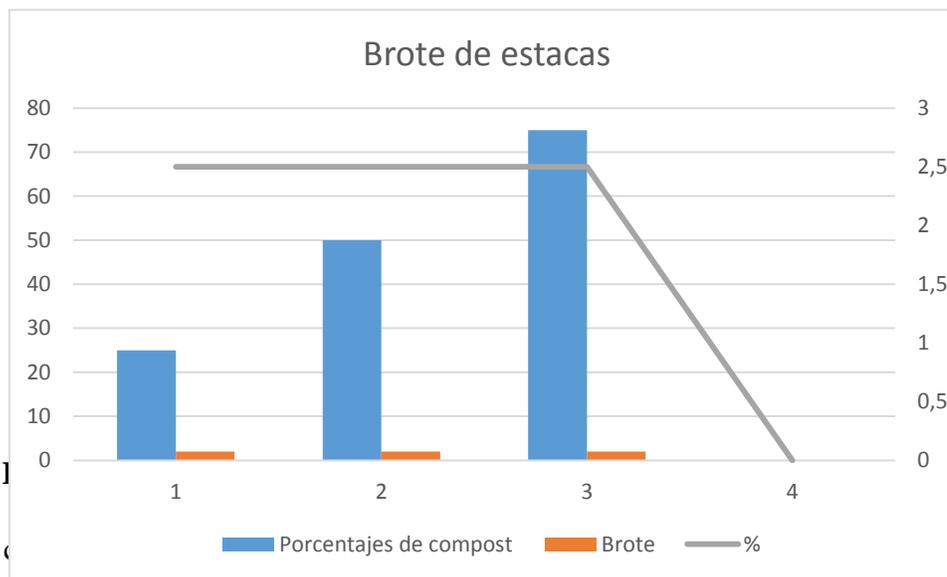


Elaborado por: Paucar Wilmer

En la figura 9, se ratificó los valores antes expuestas en la tabla 31.

11.2.4. Brote

Figura 19. Porcentaje del brote de estaca.



Al no c

de Tukey

al 5% debido a que de las 80 estacas sembradas brotaron 6 estacas que representan el 7,5% de brotes, la falta de brotes de níspero (*Eriobotrya japonica*) puede ser porque se adaptó el método de injerto en la especie ya que se obtiene plantas nuevas con similares características o también por la época en la que se recolecto las estacas.

En el Salvador (Irigoyen J., 2005) menciona que en las plantaciones han adoptado la propagación por injerto, ya que es una técnica que acorta el periodo juvenil de la planta y origina plantas con características similares y capacidad productiva de calidad. Con las cantidades de porcentajes de compost, se evidencia la ineficacia que poseen las estacas de Níspero en su brote y su porcentaje de brote.

Se evaluó tres porcentajes de compost en dos métodos de producción del Níspero (*Eriobotrya japonica*): por semillas fue efectivo ya que germinaron el 86,25% de semillas, aunque su siembra se realizó en junio una época que no favorece a la germinación, debido (Parada F., 2003) menciona que la siembra por semillas se lo debe hacer en el mes de mayo. Por estacas, este método no fue efectivo ya que, brotaron un 7.5% que fue muy bajo su producción, aunque el mejor método por producción asexual es el injerto de la especie de Níspero (*Eriobotrya japonica*) que se puede obtener en cualquier época del año (Parada F., 2003), ya que se obtiene plantas con similares características de la planta injertada.

11.3. 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 níspero (*Eriobotrya japonica*).

12. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS)

- **Impactos técnicos**

La presente investigación se realizó en la provincia de Pichincha, canto Quito en el barrio San Antonio, en el sector contamos con el espacio suficiente para la ejecución del proyecto. El resultado proporcionó una alternativa de reutilizar los lodos residuales para transfórmalos en compost y utilizarlos en sembríos aportando nutrientes al suelo sin la necesidad de utilizar abonos y fertilizantes químicos. El impacto es positivo ya que mediante la investigación se podrá dar a conocer este compost orgánico. El proceso de transformación de lodos a compost se realizó de forma óptima con un compresor que brinda aireación al material y el análisis de tres cantidades de compostaje mediante la germinación de semillas y brote de estacas de la especie de níspero (*Eriobotrya japonica*) se realizó en el tiempo de ejecución.

- **Impacto social**

El impacto social presentado en este proyecto es positivo porque se podrá incentivar a las personas dedicadas a la agricultura a usar este tipo de compost en gran escala mejorando la calidad del producto de una manera orgánica y sostenible para obtener productos saludables de consumo humano y por ende mejorar las actividades económicas, los lodos no serán desechados en rellenos sanitarios que contaminan y disminuye la vida útil del relleno por la acumulación de lodos.

- **Impacto ambiental**

En esta investigación se realizó la transformación de lodos residuales (desechos alimenticios) a compost, mediante el proceso de aireación forzada al culminar esta fase se mide el rendimiento del compost en dos métodos de producción (germinación de semillas y brote de estacas) de la especie de Níspero, para identificar el porcentaje adecuado para su crecimiento. La reutilización de lodos es una alternativa sostenible que brinda nutrientes al suelo productivo y que el nivel de contaminación que proporciona los rellenos por los lodos pueda disminuir ambientalmente.

- **Impactos Económicos**

La utilización de abonos y fertilizantes químicos en los sembríos por agricultores actualmente es alta, sin embargo, utilizando el método de transformación de lodos por aireación forzada se obtiene un compost orgánico que los agricultores puede utilizar en sus sembríos sin una inversión elevada y obteniendo productos de calidad y cantidad para su distribución local mejorando la economía de los pequeños agricultores.

13. PRESUPUESTO

Tabla 32. *Presupuesto.*

RECURSOS	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Equipos Tecnológicos				
	1 computadora	400 h	\$1,00	\$400
	1 cámara Fotográfica	5h	\$ 5	\$25
	1 GPS	1 días	\$ 25	\$25
Materiales y suministros				
	Impresiones	500	\$0.10	\$50

	Papel bond	2	\$4.00	\$8.00
	Libreta de campo	2	\$ 2	\$4
	Esferos	5	\$0.30	\$1.50
	Lápiz	2	\$0.75	\$1.50
	Lodos Residuales	1 kg	\$30.00	\$30.00
	Caña Guadua	6	\$3.50	\$21.00
	Plástico Negro	12m2	\$1.50	\$18.00
	Ladrillo	280	\$0.25	\$70.00
	Codos	6	\$1.00	\$6.00
	Extensión	25m	\$1.20	\$30.00
	Cemento	1	\$8.25	\$8.25
	Tubo pvc	3	\$7.00	\$21.00
	Clavos	3 libras	\$1.00	\$3.00
	Sarán	2m2	\$1.60	\$3.20
	Borrador	2	\$0.50	\$1.00
Otros Recursos				
	Transporte de lodos	1	\$60.00	\$50.00
	Transporte	10	\$5.00	\$50.00
	Internet	200 horas	\$0.70	\$140.00
	Alimentación	10	\$3.00	\$30.00
			Sub total	996.45
			10% imprevistos	99,45
			TOTAL	1095.90

Elaborado por: Paucar Wilmer

14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

14.1. CONCLUSIONES

- El tratamiento acondicionador con mayor ventaja fue aireación forzada manteniendo sus parámetros dentro del rango establecido y obteniendo el compost en 9 semanas.
- El mejor porcentaje para propagación en la especie fue de 75% (a3b2) con una germinación de 16 semillas a las 3 semanas las medidas en sus hojas de 2.25 y la altura del tallo de 4.10
- El mejor método de propagación en la especie fue por semilla con una germinación del 92.5%.

14.2. RECOMENDACIONES

- Realizar un estudio ingresando las variables de acondicionamiento en los factores para estadística
- Para la obtención del compost se puede aplicar el proceso de aireación forzada debido a que es un método fácil, sencillo y económico que ayuda a la obtención el compost de manera rápida y óptima.
- Se recomienda realizar un análisis de micro-macronutrientes antes (lodo residual) y después (compost) del proceso de compostaje para determinar sus componentes químicos.
- Difundir sobre la importancia económica, alimenticia y medicinal que tiene el Níspero, como puede ser a través de talleres, cursos de capacitación.
- Identificar el tipo de lodo residual que genera diversas empresas industriales para aplicar el tratamiento adecuado en la obtención del compost.

15. BIBLIOGRAFÍA

- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2013). *Guía Técnica del cultivo del Níspero*. El Salvador. Obtenido de <http://simag.mag.gob.sv/uploads/pdf/2013819141235.pdf>
- Acosta, Y., Zárraga, A., Rodríguez, L., & El Zauahre, M. (2012). Cambios en las propiedades fisicoquímicas en el proceso de compostaje de lodos residuales. 18-24. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/904/90431109003.pdf>
- AEFA. (2017). *Asociación Española*. Obtenido de <https://aeфа-agronutrientes.org/glosario-de-terminos-utiles-en-agronutricion/clasificacion-del-ph>
- Agrowaste, .. (2013). *Agrowaste*. Obtenido de <http://www.agrowaste.eu/wp-content/uploads/2013/02/COMPOSTAJE.pdf>
- Albornoz, Y., Sulbarán, B., Ojeda de Rodríguez, G., Nava, R., Fernández, V., Delgado, J., . . . Peña, J. (2008). Caracterización Fisicoquímica y Contenido de Minerales en Pulpas de Níspero (*Achras sapota* L.). *Centro de Investigaciones Biológicas*, 42(2), 229-242. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/BETZABE_SULBARAN/publication/284551798_Caracterizacion_fisicoquimica_y_contenido_de_minerales_en_pulpa_de_nispero_Achras_sapota_L/links/5654ee9108aefe619b1a3577.pdf
- Alvarado, T. J., & Sepúlveda, V. L. (2013). *Manual de aprovechamiento de residuos orgánicos a través de sistemas de compostaje y lombricultura en el Valle de Aburrá*. Medellín. Obtenido de <http://www.earthgreen.com.co/descargas/manual-compostaje.pdf>
- Amador, D. A., Veliz, L. E., & Bataller, V. M. (2015). Tratamiento de lodos, generalidades aplicaciones. *Redalyc*, 46. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/1816/181642434003.pdf>
- Ambiente y Desarrollo Sostenible (AMBIDES). (2012). *Programa Conjunto Gestión integral y adaptativa de recursos ambientales para minimizar vulnerabilidades al cambio climático en microcuencas alto andinas*. Chumbivilcas: FIODM. Obtenido de <http://www1.paho.org/per/images/stories/PyP/PER37/32.pdf>
- Apaza, C. E., Mamani, P. F., & Sainz, M. H. (2015). Sistema de compostaje para el tratamiento de residuos de hoja de coca con la incorporación de tres activadores biológicos, en el centro experimental de Kallatuca. *Scielo*, 75-85. Obtenido de http://www.scielo.org.bo/pdf/jsab/v3n2/v3n2_a03.pdf
- Arana, V., & Varela, S. A. (2010). *Latencia y germinación de semillas. Tratamientos pregerminativos*. San Carlos de Bariloche. Obtenido de <http://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/Latenciaygerminaci%C3%B3ndesemillas.pdf>

- 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%20Ucubamba.pdf>
- Challco, V. M. (2010). *REPRODUCCIÓN ASEXUAL DE LA CANTUTA (Cantua bicolor Lem.), UTILIZANDO ENRAIZADORES NATURALES Y SUSTRATOS*. Tesis, UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS, Bolivia. Obtenido de <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/4324/T-1778.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Chóez, G. J., Hinojoza, C. M., & Valdivieso, U. G. (2010). *Proyecto para la Producción y Comercialización de pulpa de Nispero para el mercado de la ciudad de Guayaquil*. Guayaquil. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/10423/6/PROYECTO%20PULPA%20DE%20NISPERO%20CIUDAD%20DE%20GUAYAQUIL.pdf?fbclid=IwAR2aXxq1as6x5D2ChllasceOp31ASRr98Ut20ZsrXeRB-ylCIpr7DaSpCUI>
- Comisión Nacional del Agua, .. (2015). *Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento*. Mexico. Obtenido de https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/CONAGUA%202015.%20Manual%20Tratamiento%20y%20Disposici%C3%B3n%20de%20Lodos%2032.pdf
- Docampo, R. (2013). *Compostaje y Compost*. INIA Las Brujas. Obtenido de <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/1839/1/128221231213112259.pdf>
- Donado, R. (2013). *Plan de Gestión para Lodos generados en las PTAR-D de los municipios de Cumaral y San Martín de los llanos en el Departamento del Meta*. Bogotá. Obtenido de <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/13496/DonadoHoyosRogger2013.pdf?sequence=1>
- Doria, J. (2010). *Generalidades sobre las Semillas: su Produccion, Conservación y Almacenamiento*. *SciELO*. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362010000100011
- Gerrón, M. A., & Espinosa, C. E. (2014). *Evaluacion de diferentes tipos de estacas al enraizamiento con la utilización de dos tipos de auxinas (Ana e iba) con tres dosis para la procccion de plantas de mora de castilla (Rubus glaucus brenth)*. Quito. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/2637/1/03%20AGP%20169%20TESIS.pdf?fbclid=IwAR3kkeYythaLkarTAVFAgFFZeOE0guTkKdvKgIPsZIqNuJkicDespVP4v-Y>
- González, G. I. (2015). *Generación. caracterización y tratamiento de lodos de EDAR*. Cordova. Obtenido de

<https://helvia.uco.es/bitstream/handle/10396/13199/2016000001232.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

- Holguín, C. E., Morales, R. M., Vicencio de la Rosa, M. G., & Morales de Casas, M. d. (2014). índice, 61. Obtenido de <https://repositoriodigital.ipn.mx/bitstream/123456789/24059/1/VIDSUPRA%20VOL%206%20NUM%202.pdf#page=17>
- 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.
- Jiménez, J. J. (2015). *Factores Endógenos que controlan el crecimiento del broe y la Floración del Níspero*. Tesis, Almería. Obtenido de <http://repositorio.ual.es/bitstream/handle/10835/551/Proyecto%20Nispero.%20PDF.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Julio, G. I., Peláez, J. C., & Molina, P. F. (2016). Co-digestión anaeróbica de lodos de depuradora municipal con residuos alimentarios. *Scielo*, 29(1), 63-70.
- Lenntech, B. (2017). *Lenntech*. Obtenido de <https://www.lenntech.es/tipo-de-lodos.htm>
- Limón, M. J. (2013). *Los lodos de las plantas de tratamiento de aguas residuales*. Jalisco. Obtenido de http://www.ai.org.mx/ai/images/sitio/201309/ingresos/jglm/doc_ingreso_gualberto_limon_trabajo_de_ingreso.pdf
- Lluvichuzca, G. M. (2016). *Tratamiento de Lodos Residuales procedentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Mediante procesos Electroquímicos para la disminución de la concentración de huevos helmintos*. Cuenca. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/12048/1/UPS-CT005871.pdf>
- López, R. P. (2017). *Deshidratación de níspero (Eriobotrya japonica) para producto de infusión*. Tesis, Chiapas. Obtenido de <https://repositorio.unicach.mx/bitstream/20.500.12114/1206/1/GAS%20641.44%20L66%202017.pdf>
- López, T. M., Veliz, E., Fernández, G. L., & Espinosa, L. M. (2010). Tratamiento de lodos. Una etapa necesaria dentro del proceso tecnológico. *Redalyc*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/1816/181620500036.pdf>
- Mansilla, C. G. (2014). Potencial de hidrogenoides - pH. *Scielo*. Obtenido de http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?pid=S2304-37682014000100001&script=sci_arttext

- Mendoza, V. M., & Sanchez, V. A. (2012). Evaluación físico química y microbiológica de cuatro niveles de lodos ordinarios en la elaboración de compost. Obtenido de <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/3080/1/13101359.pdf>
- Menesses, A. W. (2016). *Apoyo administrativo para el estudio de costos ambientales en el área de propagación de especies seleccionadas, Vivero La Florida, Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis*. Tesis, Bogotá. Obtenido de <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/7762/1/MenessesAscencioWilmarSneyder2017>
- Morán, L. R. (2018). *Cultivo in vitro de Nípero (Erobothrya japonica L.) con la interacción de Aloe vera y Glutamina*. Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/29045/1/Mor%C3%A1n%20Luna%20Ram%C3%B3n%20Alejandro.pdf?fbclid=IwAR35GrSzfDnz92CSUqISVvk5ZEOdRDdziSqHdyicgnz6eX8w6UNakMwtFFvI>
- Morera, R. M. (2018). *Diseño de un proceso de secado para los lodos centrifugados provenientes del sistema de tratamiento de lodos de la Planta de Tratamiento de Agua Residual Los Tajos*. Tesis, Costa Rica.
- Murcia, J., & Navarro, F. (2013). Obtenido de <file:///C:/Users/User/AppData/Local/Temp/TFJMN.pdf>
- Olcina, C. J., & Moltó, M. M. (2010). *Lodos residuales*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/176/17618736006.pdf>
- Otahola, G. V., & Vidal, G. (2010). Efecto de las características de la estaca y la utilización de ANA en la propagación de parchita (*Passiflora edulis f. flavicarpa Deg.*). *Revista Científica UDO Agícola*, 10(1), 29.35.
- Peña, M. E. (2010). Caracterización y minimización de percursores de emisiones de metales pesados y aerosol submicrónico en una línea de incineración de lodos de e.d.a.r. *Dialnet*. Obtenido de <https://www.educacion.gob.es/teseo/imprimirFicheroTesis.do?idFichero=q2JFbgJvhXo%3D>
- Peñaherrera, P. M. (2015). *Estabilización de Lodos provenientes de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas mediante Digestión Anaerobia*. Tesis, Quito. Obtenido de https://scholar.google.com/ec/scholar?q=estabilizacion+de+lodos+articulo+cientifico&hl=es&as_sdt=0&as_vis=1&oi=scholar#d=gs_cit&u=%2Fscholar%3Fq%3Dinfo%3AhQn5UmePfg4J%3Ascholar.google.com%2F%26output%3Dcite%26scirp%3D2%26hl%3Des
- Perez, 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>

- Ramírez, C. V., & Rodríguez, V. F. (2011). *Viabilidad del proceso de compostaje con biosólidos de la planta de tratamiento de aguas residuales en la ciudad de San Miguel de Allende, México*. Obtenido de <http://www.redisa.net/doc/artSim2011/TratamientoYValorizacionDeResiduos/Viabilidad%20del%20proceso%20de%20compostaje%20con%20biosólidos%20de%20la%20planta%20de%20tratamiento%20de%20aguas%20residuales%20en%20la%20ciudad%20de%20San%20Miguel%20de%20Allende,%>
- Rojas, R. R., & Mendoza, E. L. (2012). *Utilización de biosólidos para la recuperación energética en México*. México. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/pml/v7n2/v7n2a06.pdf>
- Román, P., Martínez, M., & Pantoja, A. (2013). *Manual de compostaje del agricultor*. Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-i3388s.pdf>
- Sánchez, R. J., García, H. L., & De León, G. F. (2011). REPRODUCCIÓN SEXUAL E INFLUENCIA DE SUSTRATOS EN EL DESARROLLO DE *Malpighia glabra* L. (MALPIGHIACEAE). *Scielo*(32), 119-133.
- Sierra, R. C. (2010). *Estudio de la Fruta Níspero, Propiedades, Producción, Propuesta Gastronómica y Difusión*. Quito. Obtenido de http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/11508/1/40739_1.pdf
- Soler, L. E. (2015). *Establecimiento de criterios para la fertilización racional del Níspero japonés (Eriobothrya Japonica L.)*. Valencia. Obtenido de [https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/62199/SOLER%20-%20Establecimiento%20de%20criterios%20para%20la%20fertilizaci%F3n%20racional%20del%20N%EDspero%20Japon%E9s%20\(Eriobotr....pdf?sequence=1](https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/62199/SOLER%20-%20Establecimiento%20de%20criterios%20para%20la%20fertilizaci%F3n%20racional%20del%20N%EDspero%20Japon%E9s%20(Eriobotr....pdf?sequence=1)
- 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%ADas+de+espesamiento.pdf/5937d248-06a9-c654-cd44-4583aca5acdb>
- Torres, C. M. (2017). *Propuesta para el Aprovechamiento de los Lodos generados en la PTAR de la empresa regional aguas del Tequendama*. Obtenido de <http://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/6593/1/6092218-2017-2-IQ.pdf>
- Trejos, V. M., & Agudelo, C. N. (2012). *Propuesta para el Aprovechamiento de Lodos de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la empresa “Comestibles la Rosa” como alternativa para la generación de Biosólidos*. Pereira. Obtenido de <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/2775/62839T787.pdf;sequence=1>

- Varnero, M. M., Rojas, A. C., & Orellana, R. R. (2014). Índices de fitotoxicidad en residuos orgánicos durante el compostaje. *Revista de la ciencia del suelo y nutrición vegetal*. Obtenido de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-27912007000100003
- Vasquez, A. J., & Vargas, M. G. (2018). *Aprovechamiento de los lodos de la planta de tratamiento de Aguas Residuales del municipio de Funza, como insumo de cultivo y mejoramiento del suelo*. Bogota. Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/16425/1/Trabajo%20de%20Grado%20-%20Lodos%20Funza.pdf>
- 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/Villar-Metodo_propagacion_asexual.pdf

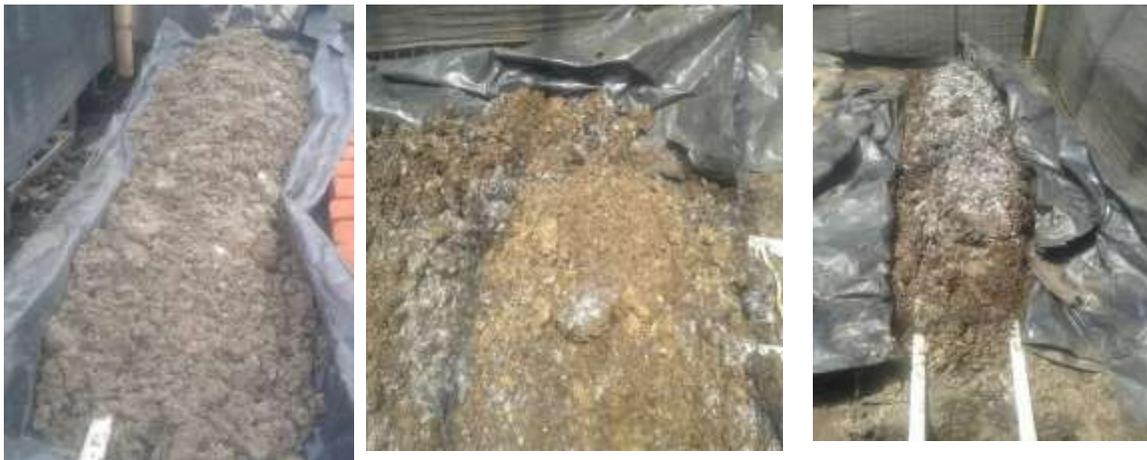
16. ANEXOS

Construcción de la estructura de invernadero



Elaborado por: Wilmer Paucar

Estabilización de lodo residual



Elaborado por: Wilmer Paucar

Aireación Forzada



Elaborado por: Wilmer Paucar

Sembrado de semillas y estacas



Elaborado por: Wilmer Paucar

Plantas desarrolladas



Elaborado por: Wilmer Paucar

Aval de traducción



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

CENTRO DE IDIOMAS

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: La traducción del resumen de tesis al Idioma Inglés presentado por el señor Egresado de la Carrera de **INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE** de la **FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES: PAUCAR PAUCAR WILMER GERARDO**, cuyo título versa **"USO DE LODOS RESIDUALES COMPOSTADOS COMO COMPONENTE PORCENTUAL DE SUSTRATOS EN DOS MÉTODOS DE PROPAGACIÓN DE NÍSPERO (Eriobotrya japónica), EN LA PROVINCIA DE PICHINCHA, QUITO, PERIODO 2019-2020"**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

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

Latacunga, 18 de septiembre del 2020

Atentamente,

.....
Ledo. Collaguazo Vega Wilmer Patricio Mg. C.
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS
C.C. 172241757-1



CENTRO
DE IDIOMAS